

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ
НОЦ «ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РАН
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

RUSSIAN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY OF A.I. HERZEN
FACULTY OF GEOGRAPHY
REC «ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT»
LIMNOLOGY INSTITUTE OF RAS
RUSSIAN GEOGRAPHIC SOCIETY

**География:
развитие науки и образования
Geography: Development of
Science and Education**

I

Коллективная монография
по материалам ежегодной международной научно-практической
конференции LXXIII Герценовские чтения 22-25 апреля 2020 года

Collective monograph
on the materials of Scientific-Practical Conference
LXXIII Herzen readings 22-25 April 2020

Санкт-Петербург
2020

Рецензенты:

Д.В. Севастьянов, Ал.А. Григорьев

Ответственные редакторы:

С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина

Редакционная коллегия:

*Д.А. Гдалин, Ю.Н. Гладкий, С.В. Ильинский, В.Ф. Куликов, С.И. Махов, Л.Г. Мачавариани,
В.Г. Мосин, Е.М. Нестеров, Л.А. Пестрякова, В.Д. Сухоруков*

Техническое редактирование:

*А.С. Баранов, М.А. Бахир, В.В. Брылкин, И.М. Греков, А.А. Дмитриева, Ю.А. Кублицкий,
М. Морозова, Р. Паранин, А.Н. Паранина*

География: развитие науки и образования. Том I. Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22-25 апреля 2020 года / Отв. ред. С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб: Астерион, Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. – 498 с.

Geography: development of science and education. Part I. Collective monograph on materials of the scientific and practical conference LXXIII Gertsenovskiy readings, St. Petersburg, RSPU of A.I. Herzen, on April 22-25, 2020 / by ed. S.I. Bogdanov, D.A. Subetto, A.N. Paranina. – St. Petersburg: Asterion, Publ. house of Herzen State Pedagogical University of Russia, 2020. – 498 p.

Коллективная монография «География: развитие науки и образования» отражает результаты работы научно-практической конференции 73 Герценовские чтения, посвященной важной географической дате – 200-летию открытия Антарктиды экспедицией Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева, а также людям, связанным с историей герценовского университета:

150-летию со дня рождения Э.Ф. Лесгафта, 145-летию со дня рождения Г.Г. Шенберга, 140-летию со дня рождения В.Н. Сукачева; 130-летию со дня рождения Б.Н. Городкова, 130-летию со дня рождения В.Н. Васильева, 120-летию со дня рождения А.Д. Гожева, 110-летию со дня рождения А.В. Даринского, 110-летию со дня рождения В.Г. Махлаева, 105-летию со дня рождения П.Г. Сутягина, 100-летию со дня рождения Ю.Д. Дмитриевского, 90-летию со дня рождения Е.В. Максимова, 90-летию со дня рождения И.В. Игнатенко, 90-летию со дня рождения Д.П. Финарова.

Материалы монографии сгруппированы в два тома. Том I включает вступительную теоретическую главу и разделы: 1. физическая география: направления, методы и междисциплинарные исследования; 2. полярные исследования и пути освоения Арктики и Антарктики; 3. современные проблемы теоретической и прикладной лимнологии и гидрологии; 4. эволюционная и историческая география, ритмика процессов и явлений. Том II включает разделы: 1. геоэкология, природопользование и охрана окружающей среды; 2. социально-экономические системы и географические аспекты глобализации; 3. развитие географического образования; 4. регионоведение, краеведение, туризм, природное и культурное наследие.

Материалы публикуются в авторской редакции

ООО «Астерион»

ISBN 978-5-00045-867-9 (общий)

ISBN 978-5-00045-868-6 (1 том)

Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена

ISBN 978-5-8064-2885-2

© Издательство «Астерион», 2020

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2020

© Институт озероведения РАН, 2020

© РГО, 2020

© Авторы статей, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

УЧИТЕЛЬ И ВРЕМЯ

Соломин В.П., Сухоруков В.Д., Верещагина Н.О.

Жизнь во имя учительства..... 8

Вампилова Л.Б.

Моим учителям..... 14

Голубчиков Ю.Н.

Истоки, цели и причины противостояния науки и религии..... 17

Григорьев Ал.А.

Мультидисциплинарный взгляд на гипотезу покровного оледенения
(аналитический обзор)..... 24

Гришаева Ю.М., Вагнер И.В., Евстафьева Н.С., Митрофанова Т.Л.

К вопросу о подходах к проектированию эколого-ориентированных
поликультурных дидактических сред..... 40

Иванищева Н.А.

Миссия образования в формировании научной картины мира..... 49

Ретеюм А.Ю.

Потепление Антарктики как следствие дегазации недр..... 55

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анохин В.М., Дудакова Д.С.

Предварительные результаты изучения поверхностных донных отложений в се-
верной части Ладожского озера в 2019 году..... 80

Анохин В.М., Рыбакин В.Н., Токарев И.В., Румянцев В.А.

Новые данные о распространении выходов подземных вод на дне северной
части Ладожского озера..... 85

Барышников Н.Б., Исаев Д.И., Лагай Н.В.

Пойменные процессы..... 89

Бондарев В.П.

Взаимосвязь геоэкологического, социально-экологического и инженерно-
экологического в бассейновой концепции..... 94

Васильев М.С., Пестрякова Л.А.

Годовая динамика АОТ в центральной Якутии по данным реанализа
MERRA-2 за период 1980-2018 гг. 99

Губин В.Н., Архипенко Т.В.

Геоиндикационный анализ космоструктурных критериев нефтегазоносности
Припятского прогиба..... 103

Ершова А.В., Лебедева Н.В.

Динамика лесной (древесной) растительности на территории
национального парка «Шушенксий бор»..... 109

Заднеева А.А., Анисимов М.А.

Проблематика определения колебаний уровня Белого моря на Кольском
полуострове в голоцене..... 114

Иванова Ю.Р., Скок Н.В.

Применение метода комплексных фенологических показателей для изучения
ландшафтов среднего ранга..... 118

Квачантирадзе Э.П.

Принцип термодинамического анализа изменения климата..... 122

<i>Квачантирадзе Э.П., Лобковский Н.Г., Матюнин В.И., Тургаева М.О.</i>	
Закономерность изменений во внутренних климатообразующих факторах в условиях глобального потепления.....	127
<i>Коломиец В.Л.</i>	
Рельеф и покровные осадочные толщи долины р. Их-Булаг (Орхон-Селенгинское среднегорье, Северная Монголия).....	132
<i>Макунина Г.С.</i>	
Криоландшафтогенез: теоретический аспект.....	137
<i>Масликова О.Я., Грищук И.И., Долгополова Е.Н., Ионов Д.Н.</i>	
Деформации и текучесть мерзлых грунтов.....	142
<i>Петухов С.И., Анохин В.М., Науменко М.А.</i>	
Первый опыт морфотектонического моделирования района Ладожского озера.	147
<i>Потахин М.С.</i>	
Новые данные по морфологии озер Шокшинской гряды (Юго-Западное Прионежье)	152
<i>Розанов Л.Л.</i>	
Концептуальная основа технопроцессной географии.....	157
<i>Рябинкин С.В.</i>	
О некоторых неточностях при составлении уравнений материального баланса при оценке генерации флюидов.....	162
<i>Сериков М.В.</i>	
Влияние солнечной активности на климат Земли.....	165
<i>Сысуев В.В.</i>	
Геофизический анализ полиструктурности ландшафта.....	170
<i>Толстиков А.В., Галахина Н.Е., Чернов И.А.</i>	
Междисциплинарные исследования Белого моря для верификации программного комплекса JASMINE.....	175
<i>Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Чаадаева Н.Н., Тяпкина А.П., Санкова Е.А., Александрова А.П., Иванеха Т.Л.</i>	
О реконструкции «белых пятен» на карте загрязнения территории Орловской области ¹³⁷ Cs Чернобыльского происхождения.....	178
<i>Трофимова Е.В., Трофимов Ф.Ф.</i>	
Ледяные пещеры – памятники природы Саянской горной системы.....	183
<i>Чернов А.В.</i>	
Аридные ландшафты Иранского нагорья и их туристическая привлекательность	186
<i>Шевченко В.П., Белоруков С.К., Боев А.Г., Коробов В.Б., Лохов А.С., Стародымова Д.П., Яковлев А.Е.</i>	
Рассеянное осадочное вещество в снежном покрове Приморского района Архангельской области в марте 2019 года.....	193
<i>Шенгелия Л.Д., Кордзахия Г.И., Тваури Г.А., Дзадзамия М.Ш.</i>	
Влияние изменения климата на ледники бассейна реки Ингури (Грузия).....	198
ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ	
<i>Волгин А.В., Волгин Д.А., Шильнов А. А., Андреев К.В.</i>	
Региональные уровни социально-экономического развития и экологической ситуации арктической зоны европейской России.....	205
<i>Дебольская Е.И.</i>	
Оценка влияния фильтрации при моделировании загрязнений на водотоках криолитозоны.....	216

<i>Долгополова Е.Н., Масликова О.Я., Дебольский В.К., Грицук И.И.</i>	
Гидрологический режим устьев рек субарктического района в условиях потепления климата.....	221
<i>Евсеев А.В., Красовская Т.М.</i>	
Факторы изменения пулов экосистемных услуг Воркутинской опорной зоны развития Российской Арктики.....	226
<i>Ким Чжа-Ён</i>	
Перспективы туристической индустрии в Арктике: с точки зрения Кореи и России	230
<i>Кондратов Н.А., Родионова О.Э., Шумилова Ю.Н.</i>	
Факторы развития природопользования в Российской Арктике.....	234
<i>Кондратов Н.А., Шумилова Ю.Н.</i>	
Организационные механизмы реализации Арктической стратегии России: опорные зоны развития.....	239
<i>Репкина Т.Ю., Романенко Ф.А., Луговой Н.Н., Гуринов А.Л.</i>	
Антропогенные пустыни побережья Белого моря.....	244
<i>Шадрин А.И.</i>	
Оценка взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по изучению освоения Арктики.....	248
<i>Ким Янг Хун, Сео Сейнхун, Бик Янг Жан</i>	
Арктическая политика в странах неарктического побережья: акцент на Японию, Китай и Корею.....	251
<i>Ра Ми-Кен</i>	
Корпоративное управление в условиях изменения климата в Арктике.....	258
<i>Чже Мен Хван</i>	
Экономическое сотрудничество между Кореей и Россией через освоение Северного ледовитого круга и активизацию Северного морского пути.....	260
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ	
<i>Белкина Н.А., Субетто Д.А.</i>	
Современный седиментогенез озер Южной Карелии.....	267
<i>Бородулина Г.С., Левичев М.А.</i>	
Палеосток подземных вод в Онежское озеро.....	272
<i>Вахрамеева Е.А., Лосюк Г.Н.</i>	
Распределение гранулометрического состава донных отложений в керне озера Кисло-Сладкое.....	277
<i>Давыденко Е.В.</i>	
Исследование закономерностей распределения озёр Северо-Запада России в зависимости от их морфологии и гидрологического режима.....	281
<i>Демиденко Н.А., Саввичев А.С.</i>	
Гидрологический режим меромиктических водоемов губы Канда, отделенных от Белого моря дамбой.....	285
<i>Дудаков М.О., Дудакова Д.С.</i>	
Построение цифровой радиосети для сбора гидрологических данных на примере изучения суточной динамики температур прибрежных вод шхерного района Ладожского озера.....	291
<i>Егоров А.Н.</i>	
Энергетическая система соленых озер с «парниковым эффектом».....	296
<i>Жильцова А.А., Воронов Д.А., Краснова Е.Д., Пацаева С.В.</i>	
Влияние внешних факторов на спектральные характеристики зеленых серобактерий природной воды меромиктических озер.....	301

<i>Иванова Д.А., Радченко И.Г., Воронов Д.А., Краснова Е.Д.</i> Фитопланктон озера Кисло-Сладкое, частично изолированного от Белого моря, в мае 2019 г.....	307
<i>Кожевина Э.Е., Жаков А.С.</i> Комплексная сравнительная характеристика озер – Большое Медвежье и Таймыр	311
<i>Коломиец В.Л.</i> Палеогидрологические реконструкции седиментации рыхлых толщ аквально-го генезиса.....	314
<i>Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Мардашова М.В.</i> Многолетняя динамика гидрологической структуры озера Кисло-Сладкого – полуизолированной лагуны на берегу Белого моря.....	319
<i>Лосюк Г.Н., Кокрятская Н.М., Василенко А.Н., Ефимов В.А., Краснова Е.Д., Воронов Д.А.</i> Геохимия серы в донных осадках озера Могильное (О. Кильдин Баренцево море).....	325
<i>Пацаева С.В., Воронов Д.А., Краснова Е.Д.</i> Спектрально-оптические свойства растворенного органического вещества меромиктических водоемов Белого моря.....	329
<i>Перетрухина А.О., Демидионов М.Ю., Леонтьев П.А., Кублицкий Ю.А., Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Тумская В.В.</i> Морфометрические особенности котловин озёр побережья Унской губы Белого моря (Мураканского и Малого Мураканского) по результатам батиметрической съёмки.....	334
<i>Репкина Т.Ю., Энтин А.Л., Луговой Н.Н., Корзинин Д.В., Шилова О.С.</i> От пролива до меромиктического озера: эволюция рельефа береговой зоны Кандалакшского залива Белого моря в районе озера Кисло-Сладкого.....	341
<i>Саввичев А.С., Кадников В.В., Дворников Ю.А., Хомутов А.В.</i> Микробные процессы и микробные сообщества в водоемах воронок газовых выбросов полуострова Ямал.....	347
<i>Севастьянов Д.В.</i> Ландшафтно-экологическая лимнология как междисциплинарное направление в географии.....	352
<i>Сидорчук А.Ю., Тарбеева А.М.</i> Признаки уменьшения речного стока на полуострове Ямал: предварительные данные.....	358
<i>Трофимова Т.П.</i> Гидрогеохимические условия экосистемы на примере озера Чурапча.....	361
<i>Шамарина М.А., Шагин С.И.</i> Особенности гидрологического режима пойменного участка реки Малка.....	366
<i>Шилова О.С., Краснова Е.Д., Репкина Т.Ю.</i> Пространственное распределение диатомей в донных отложениях озера Кисло-Сладкое, Карельский берег Белого моря.....	370
ЭВОЛЮЦИОННАЯ И ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ	
<i>Ахмадалиев Ю.И., Алимджанов Н.Н.</i> Экологические аспекты традиционного водопользования в Ферганской долине.....	375
<i>Белобров В.А.</i> Сколько могли пробежать за раз Новгородские лошади?.....	380
<i>Борисов И.В.</i> Сердобольский гранит острова Тулолансаари.....	385
<i>Борисова О.К., Панин А.В., Успенская О.Н.</i>	

Изменения растительности и климата в Терехольской впадине (Юго-Восточная Тува) во второй половине голоцена.....	390
<i>Власов Б.П., Зерницкая В.П.</i>	
Этапы развития озер Белорусского Поозерья.....	395
<i>Волкова Т.А., Мищенко А.А.</i>	
Плейстоценово-голоценовая история формирования и развития Каспийского моря и Западного Прикаспия в пределах РФ и связь с природными процессами.....	399
<i>Демидионов М.Ю., Тихоненко А.П.</i>	
Морфометрические показатели озёр в зоне сочленения Русской плиты и Балтийского щита.....	404
<i>Епифанов В.А.</i>	
Ритмы неоплейстоцена-голоцена, палеоклимат и палеомиграции родва R1 по данным ДНК-генеалогии.....	409
<i>Епифанов В.А.</i>	
Реконструкции климата по палинологии и керну льда и антропогенез по данным ДНК-генеалогии.....	417
<i>Епифанов В.А.</i>	
Палеокатастрофы и палеообсерватории в контексте данных ДНК-генеалогии...	428
<i>Жаворонков Ю.М., Ловелиус Н.В., Ерегина С.В., Д.Ю. Жаворонкова</i>	
Возможность восстановления природных условий по уникальной хронологии прироста деревьев (VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-1899 гг.)) по материалам археологической древесины и современных деревьев города Вологды.....	438
<i>Кублицкий Ю.А., Репкина Т.Ю., Леонтьев П.А., Зарецкая Н.Е., Перетрухина А.О., Шилова О.С., Субетто Д.А., Сиун Ил Нам, Юнг-Хен Ким</i>	
Реконструкция изменения относительного уровня Двинского залива Белого моря в голоцене по данным изучения донных отложений озер восточной части Онежского полуострова.....	454
<i>Лазарева Н.Н.</i>	
Ритмичное изменение климата Юго-Восточной Прибалтики на фоне глобального потепления.....	459
<i>Нарышкина Н.Н., Борисова О.К., Константинов Е.А.</i>	
Палинологическая характеристика осадков в Селижаровском плесе оз. Селигер.	464
<i>Рыжов Ю.В., Голубцов В.А.</i>	
Палеокриогенез во второй половине позднего плейстоцена и в голоцене в Байкальском регионе.....	467
<i>Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Кулагина Н.В., Опекунова М.Ю., Смирнов М.В.</i>	
Природно-климатические условия этапов осадконакопления и почвообразования в бассейне р. Селенги в позднеледниковье и раннем голоцене.....	472
<i>Силин В.И., Голованов Р.И., Седякина М.В.</i>	
Жизнь и деятельность Анатолия Антоновича Смилингиса.....	477
<i>Слуковский З.И., Даувальтер В.А., Гузева А.В.</i>	
Палеолимнология урбанизированной среды Северо-Запада России.....	481
<i>Чемезов В.Е.</i>	
Отражение минерагенических таксонов Восточной Сибири и Дальнего Востока России в «Книге о разнообразии мира» Марко Поло.....	486
CONTENT.....	494

УЧИТЕЛЬ И ВРЕМЯ

TEACHER AND TIME

ЖИЗНЬ ВО ИМЯ УЧИТЕЛЬСТВА

В.П. Соломин, В.Д. Сухоруков, Н.О. Верещагина

*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,
г. Санкт-Петербург. suhor@herzen.spb.ru*

LIFE FOR TEACHING

V.P. Solomin, V.D. Sukhorukov, N.O. Vereshchagin

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

Аннотация. В марте 2020 г. исполнилось 110 лет со дня рождения выдающегося ученого-педагога, классика отечественной дидактики географии академика РАО Анатолия Викторовича Даринского (1910-2002). Москвич по рождению А.В. Даринский большую часть жизни провел в Ленинграде (Санкт-Петербурге). Здесь в 1947 г. началась его научно-исследовательская деятельность в НИИ Педагогике и позже в ЛГПИ им. А.И. Герцена (с 1991 г. - Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена), продолжавшаяся все последующие годы долгой жизни Анатолия Викторовича. Город и университет во многом определили его творческую судьбу. Наследием ученого стала целая серия глубоких краеведческих работ и сотни научных публикаций по теории и методике обучения географии, включая неоднократно переиздававшиеся школьные и вузовские учебники. Обладая замечательными человеческими качествами, блестящим талантом ученого и педагога Анатолий Викторович Даринский воспитал очень многих высокопрофессиональных специалистов и преданных учеников. Светлой памяти академика А.В. Даринского посвящаются эта статья.

Ключевые слова: Анатолий Викторович Даринский, Учительство, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена.

Введение

Каждый человек в нашей стране переступает порог школы, где начинается его дорога в жизнь. Это означает, что школа всегда работает на будущее, а учитель – наверное, самое ответственное человеческое предназначение!

Служение учителем, или учительство, является особой миссией, обеспечивающей подъем интеллектуального и духовного уровня общества. Поэтому учитель должен являться личностью, глубоко укоренной в отечественной истории и культуре. Он обязан быть носителем не только научного знания, но также хранителем нравственных достояний нации, воспитателем сердца и воли человека. Тем самым истинный учитель всегда превосходит предметную область личностным обращением к непреходящим ценностям и универсальной идее всестороннего развития человека.

Выдающемуся русскому ученому и педагогу Д.И. Менделееву принадлежат слова: «Нельзя же, заботясь о том, чтобы были у России всякие свои специ-

алисты, забыть о том, что ей всего нужнее хорошие учителя ...». По сути, здесь подразумевается основа просвещенной и энергичной России, заложенной умом, волей и энергией её правителей, энтузиазмом крупнейших просветителей и деятелей русской культуры, бескорыстным служением народу российского Учительства. Иными словами, успешное становление и преуспевание Отечества всегда обеспечивалось усилиями народного образования и просвещения.

В России сложилась уникальная система педагогического образования, которая превратилась в общественную норму, обусловленную свойствами и всем характером национального менталитета. По нашему убеждению, именно педагогическое образование обязано ответить на главные вызовы, сделанные нынешней жизнью. Сейчас повсеместно нужны педагоги, способные видеть человека как феноменальную целостность и развивать его на основе законов науки, техники, культуры и искусства, общественной практики и труда. Следовательно, развитие и совершенствование педагогического корпуса, обеспечение его подобающего социального статуса - актуальная государственная задача. Современная Россия как никогда заинтересована, чтобы в ней было много умных, идейно солидарных и терпеливых наставников для нашей молодежи, которая уже завтра будет обеспечивать духовный мир нации и хозяйственное процветание общества.

Профессия учителя одна из трудных, потому что она требует не только глубоких знаний, но бесконечной душевной работы и, нередко, мужества. То есть эта профессия самая важная и увлекательная!

Более полувека благородной и необходимой деятельностью по подготовке учителей географии занимался доктор педагогических наук, профессор, академик Российской Академии образования Анатолий Викторович Даринский. Его профессиональная жизнь была самым тесным образом связана с Российским государственным педагогическим университетом им. А.И. Герцена. Как подобает любому талантливому, доброму и целомудренному человеку Анатолий Викторович всегда щедро делился своими глубокими познаниями и опытом с многочисленными учениками и коллегами. Широта интересов, неутомимая изобретательность, исключительное трудолюбие, оптимизм и другие личные критерии сделали Анатолия Викторовича событием отечественной и мировой педагогической науки, помогли достичь самого выдающегося ранга - обрести высшее звание УЧИТЕЛЯ!

Страницы биографии

Анатолий Викторович Даринский родился 14 марта 1910 г. в Москве. Его отец (по образованию юрист) до революции работал в Земстве, а в советские годы в различных государственных учреждениях. Мать Анатолия Викторовича была школьной учительницей.

Окончив в 1926 г. среднюю школу в Москве, А.В. Даринский поступает в Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана, но вскоре прерывает учебу там и продолжает образование уже на экономическом отделении географического факультета Ленинградского государственного университета. После окончания университета с 1932 по 1934 гг. А.В. Даринский работает

старшим экономистом, а затем начальником районного отдела Госплана Карельской автономной республики в Петрозаводске. Еще в 1932 в журнале «Советская Карелия» была напечатана его первая статья «Разбивка административных районов Карелии на экономические группы» - проект экономического районирования автономной республики. В 1933 г. в журнале «Плановое хозяйство» (орган Госплана СССР) выходит его статья «Итоги социалистического строительства в Карельской АССР и перспективы ее развития», в которой оценивались результаты роста экономики Карелии в первой пятилетке и намечались пути развития республики во втором пятилетии.

В 1934 г. А.В. Даринский был принят в аспирантуру, впервые открывшуюся на кафедре экономической географии Московского государственного университета (научный руководитель – Н.Н. Баранский). Во время учебы в аспирантуре Анатолий Викторович был задействован в проведении переписи населения Крайнего Севера в районе Колымы и Индигирки, где и собрал обширный материал для своей будущей диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. В 1936 г. он участвовал в I Тихоокеанском конгрессе во Владивостоке и выступил с докладом «Природные ресурсы Советского Дальнего Востока». Будучи аспирантом А.В. Даринский уже проводил лекционные и практические занятия со студентами МГУ и Московского планового института, руководил дипломниками.

После окончания аспирантуры в 1937 г. Анатолий Викторович был направлен на работу в город Фергану в Узбекский государственный педагогический институт, где в то время открылся географический факультет. Там он вел курсы экономической географии СССР и зарубежных стран, руководил полевой и педагогической практикой студентов. Следует отметить, что с 1939 г. он проводил все виды учебных занятий на узбекском языке. В тот период им были опубликованы несколько статей в «Энциклопедический словарь Гранат» и учебник по экономической географии СССР, вышедший под редакцией профессора Г.Н. Черданцева.

В годы Великой Отечественной войны из Москвы в Фергану был эвакуирован Военный институт иностранных языков Красной Армии (ВИИЯ). А.В. Даринский как кандидат географических наук и доцент был направлен военкоматом преподавателем в этот институт, где вел занятия в соответствующих группах по специальным страноведческим курсам. Ему приходилось часто выезжать в спецкомандировки. В 1943 г. ВИИЯ был переведен в Москву. По окончании Великой Отечественной войны А.В. Даринский поступил в докторантуру Академии педагогических наук РСФСР в сектор географии Научно-исследовательского института методов обучения, которым руководил академик АПН РСФСР, профессор А.С. Барков.

С 1945 г. А.В. Даринский начал заниматься исследовательской работой в области методики преподавания географии. Он принял участие в составлении первой послевоенной программы школьной географии (вместе с А.А. Половинкиным и В.Г. Эрдели) и первой программы по курсу методики преподавания географии для педагогических институтов (совместно с В.Г. Эрдели). В течение

1945-1947 гг. Анатолием Викторовичем было опубликовано около десятка научных статей, в которых определился начальный круг его исследовательских интересов, связанных с формированием системы географических понятий.

В 1947 г. по окончании докторантуры Анатолий Викторович был направлен Академией педагогических наук на работу в ее Ленинградский филиал, который в дальнейшем превратился в НИИ Педагогики. Будучи старшим научным сотрудником в этом институте и занимаясь школьной географией, Анатолий Викторович принял участие в двух комплексных педагогических исследованиях «Преемственность в формировании знаний у учащихся» (руководитель - проф. Ш.И. Ганелин) и «Пути повышения прочности знаний» (руководитель - проф. Б.Г. Ананьев). На основании этих исследований им были опубликованы статьи в «Известиях Академии педагогических наук РСФСР». Продолжая работать в НИИ Педагогики, А.В. Даринский в 1947 г. проходит по конкурсу на штатную должность заведующего кафедрой экономической географии Ленинградского педагогического института им. М.Н. Покровского, где ведет курсы экономической географии СССР и методики преподавания географии, руководит полевой и педагогической практикой студентов. В этом институте им впервые была организована полевая практика в районах Ленинградской области (Новоладожском и Оятском). Одновременно с этим, с 1948 г. А.В. Даринский заведует кафедрой географии Ленинградского городского института усовершенствования учителей (вплоть до ликвидации кафедры в этом институте в 1955 г.), преподает географию в школе (с 1947 по 1955 г. в 163 школе Смольнинского района, а с 1956г. - в вечерней школе).

В эти годы А.В. Даринским было опубликовано большое число статей, посвященных методике преподавания географии, ряд статей по географии Ленинградской области, а также учебные и методические пособия для школьников и студентов. В 1957 г. Ленинградский педагогический институт им. М.Н. Покровского сливается с Ленинградским педагогическим институтом им. А.И. Герцена и Анатолий Викторович назначается заведующим кафедрой методики обучения географии ЛГПИ им. А.И. Герцена. С этого времени его педагогическая работа прочно связывается с Герценовским университетом.

На протяжении 1950-х гг. А.В. Даринский работает над учебником по методике преподавания географии для вузов. Этот первый в стране учебник был издан в 1958 г. В том же году Анатолий Викторович защищает диссертацию на соискание ученой степени доктора педагогических наук и вскоре утверждается в ученом звании профессора.

Учебник по методике преподавания географии А.В. Даринского переиздавался трижды и до 1980-х гг. служил основной литературой по этому предмету во всех педагогических институтах страны (он переведен на языки народов ряда республик СССР). В 1960-х гг. под редакцией А.В. Даринского вышли первые в стране хрестоматии по экономической географии СССР и зарубежных стран. Совместно с Н.Н. Баранским Анатолий Викторович подготовил доклад о географическом образовании в стране для III съезде Всесоюзного Географического общества в 1960 г.

В 1961 г. постановлением Правительства СССР Ленинградский НИИ Педагогики был преобразован в НИИ вечерних и заочных школ Академии педагогических наук СССР. Директором института был назначен А.В. Даринский. Впоследствии этот институт был переименован в НИИ образования взрослых и Анатолий Викторович вплоть до 1976 г. руководил им. В течение этих лет научная работа А.В. Даринского в основном была посвящена проблемам педагогики и образования взрослых. Анатолием Викторовичем было опубликовано более 100 статей по проблемам педагогики взрослых в журналах «Советская педагогика» и «Народное образование», в зарубежной педагогической печати, издававшейся в Польше, Болгарии, Югославии, США, Англии. В течение многих лет он являлся экспертом ЮНЕСКО по проблемам образования взрослых и участвовал в качестве одного из руководителей на международных конференциях и семинарах по этой проблематике (во Франции, в Австрии, в Югославии, в Таиланде).

А.В. Даринский впервые в отечественной педагогике ввел термин «непрерывное образование» и посвятил этой проблеме целый ряд статей. В 1967 г. Анатолий Викторович был избран членом-корреспондентом Академии педагогических наук СССР.

Отдельным направлением научной деятельности А.В. Даринского на протяжении многих лет, начиная с 1950-х гг., была география Ленинграда и Ленинградской области. В 1970 г. вышла первая его книга, посвященная географии города и области. Она была переиздана в 1975 г. Им же был составлен и краеведческий учебник для учащихся средних школ города и области (с 1966 г. он переиздавался пять раз).

В образовании взрослых А.В. Даринский непосредственно занимался исследованиями проблем непрерывного образования, деятельности взрослых в свободное время. Поэтому в 1976 г., когда Анатолий Викторович вышел на пенсию, он перешел на работу в Высшую профсоюзную школу культуры (с конца 1980-х гг. - Гуманитарный университет профсоюзов), где вел курсы «Краеведение» и «География туризма». По этим вопросам им опубликовано несколько монографий и учебных пособий (в том числе «Краеведение», «Вопросы туризма в школьном курсе географии», «География туризма» и «Туристские районы России и стран СНГ»).

Все 1980-1990-е гг. А.В. Даринский продолжал заниматься школьной географией, читая курсы экономической географии и географии Ленинграда и Ленинградской области в Ленинградском городском институте усовершенствования учителей. В 1989 г. под его руководством как автора и титульного редактора выходит учебник экономической и социальной географии СССР для 9-го класса (переиздавался в 1991 г.). В 1993 г. им создается комплексный учебник по географии России, который вошел в федеральный комплект школьных учебников.

Перейдя в 1994 г. на штатную должность профессора в Городской институт усовершенствования учителей (ныне Санкт-Петербургская Академия постдипломного педагогического образования) он расширил свою деятельность в

области краеведения, охватив не только географию, но также экономику и историю Санкт-Петербурга и Ленинградской области. С 1993 по 2000 г., уже перешагнув восьмое десятилетие, он опубликовал восемь книг и пять статей, посвященных Санкт-Петербургу и Ленинградской области. В 2000 г. вышла его монография «Невский край», характеризующая природу, население, экономику, районы и достопримечательности города и области. В том же году Анатолий Викторович становится штатным профессором кафедры методики обучения географии и краеведению Герценовского университета.

Всего за семьдесят лет непрерывной и плодотворной профессиональной деятельности Анатолием Викторовичем Даринским опубликовано около 300 печатных работ и подготовлено несколько десятков кадров высшей научной квалификации. В 1995 г. А.В. Даринский был избран академиком Российской Академии образования. До последних дней жизни он проводил учебные занятия и со студентами факультета географии РГПУ им. А.И. Герцена, принимал активное участие в исследовательской деятельности университета.

Заключение

Современная дидактика географии - наука, требующие от учителя особых пристрастий и изобретательности, бесконечной мыслительной работы и безусловной ответственности. Поэтому педагог был и остается бесценным богатством, которым обладает общество. Личные критерии здесь порождают удивительные жизненные образцы и нагружают индивидуальные людские судьбы сложными орнаментами профессионального творчества. Эти слова по праву относятся к жизни и творчеству академика Анатолия Викторовича Даринского. Своим друзьям, коллегам и ученикам он запомнился как уникальная личность, талантливый и блестящий ученый, открытый и добрый человек!

S u m m a r y. In March 2020, marks the 110th anniversary of the birth of an outstanding scientist and teacher, a classic of Russian didactics of geography, academician of the Russian Academy of Education Anatoly V. Darinskyi (1910-2002). He spent a significant part of his life in Leningrad (St. Petersburg). Here in 1947 he began his research activities at the Research Institute of Pedagogy and later at the Herzen University. The city and the university in many respects determined his creative destiny. The scientist's legacy was a series of deep local lore studies and hundreds of scientific publications on the theory and methods of teaching geography, including school and university textbooks. Blessed memory of Academician A.V. Darinskyi is dedicated to this article.

МОИМ УЧИТЕЛЯМ

Л.Б. Вампилова

ЛГУ им. А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, histgeolbv67@gmail.com

MY TEACHER

L.B. Vampilova

Leningrad state University named after A.S. Pushkin, St. Petersburg

Аннотация. В статье, посвященной учителям – исследователям, известным вузовским педагогам, дан краткий перечень их научных заслуг, отмечена огромная эрудиция и богатство идей, далеко не полностью осуществленных. Их активная экспедиционная деятельность и увлеченность своим направлением в науке стала примером для студентов продолжателей и последователей.

Ключевые слова: Дорога жизни, ритмика природных процессов, динамика озер, чароит.

Введение

В РГПУ им. А. И. Герцена стало хорошей традицией на каждом заседании Герценовских чтений отводить место и время персоналиям, отдавать дань уважения людям, посвятившим свое время и душу географическому факультету. В разные годы здесь работали известные педагоги, с которыми меня в студенчестве, а впоследствии и в научной деятельности свела жизнь.

Воспоминая об учителях

Моего первого декана в ЛГПИ им. А.И. Герцена Василия Григорьевича Васильева я запомнила сразу и на всю жизнь, поскольку на зачислении именно он задал мне вопрос (выпускнице Богучанской средней школы): «Что Вас привело сюда?» Я скромно ответила: «Желание учиться!» После этого первого знакомства мне всегда хотелось быть у него на глазах и поступками доказывать искренность моего ответа. За время обучения он часто возил нас первокурсников, а потом старшеклассников, в разные концы нашей огромной страны под названием СССР. Начало путешествий – экскурсии на побережье Ладожского озера, на Дорогу жизни, где Василий Григорьевич рассказывал о событиях на Ленинградском фронте, о том, как неоднократно сам пробирался из осажденного Ленинграда на Большую землю. Благодаря этим поездкам многие из нас увлеклись военной тематикой. Позже, когда мой отец фронтовик – Логинов Борис Иванович, захотел проехать по местам былых боев, мне очень помогли воспоминания о поездках с В.Г. Васильевым.

Большим увлечением Василия Григорьевича была фотография. Будучи деканом факультета, он лично создал уникальную сменную фотовыставку, которая украшала наш родной факультет на четвертом этаже первого корпуса института [2]. В какой-то мере и по этим фотографиям мы «выбирали» себе районы дальней практики, куда хотелось поехать в неизведанное. Любуясь панорамами Памира мечтали побывать в этой физико-географической стране и чудо свершилось! Благодаря не только декану В.Г. Васильеву, но и Л.Ф. Сидорову (доценту кафедры физической географии) наша вторая группа побывала в Самарканде, Бухаре, Душанбе, Хороге. Мы сполна прочувствовали среднеазиатскую экзотику с ее температурными условиями до 42 градусов по Цельсию.

Фотоматериалы по результатам поездки до сих пор хранятся в наших выпускных альбомах, оформленных к «последнему звонку».

Курс лекций Василий Григорьевич читал нам по дисциплине «Физическая география СССР», в котором с особым увлечением и заинтересованностью старался рассказать о Кавказе, регионе своей привязанности, особой любви, где неоднократно бывал в экспедициях. Студенты, зная о его увлечениях, старались «блеснуть знаниями» и всякий раз после каникул сообщить новую информацию о его любимых регионах. Об Алдане, как части Средней Сибири, он рассказывал с особым увлечением. Объяснение этому я получила позже, когда под руководством В.Г. Васильева проходила аспирантскую практику, что это район его исследований по кандидатской диссертации. Я читала во время аспирантской практики в его курсе тему «Байкальская горная страна» и привезла из Забайкальской экспедиции кусок чароита, демонстрация которого студентам помогла выяснению еще одного увлечения Василия Григорьевича – к геологии, к тому как великолепно он разбирался в горных породах и минералах. Василий Григорьевич Васильев преданно служил географии и щедро делился с нами своими знаниями.

Развитие географической науки Советского времени дало множество имен блестящих ученых, каковым предстает перед нами Е.В. Максимов. Остается только сожалеть, что с такой яркой личностью, целеустремленным и честолюбивым человеком я не была знакома со студенчества. Первая встреча состоялась в бытность моего заведования кафедрой географии в Карельском педагогическом институте. Мои коллеги, кто знал Е.В. Максимова по его работе в вузах Ленинграда, просили пригласить его для чтения цикла лекций «Учение о ритмах в природе» [1]. Добро на такое приглашение было получено от ректора Бритвихина Анатолия Николаевича без каких-либо проблем, он никогда мне не отказывал, если речь шла о дополнительных лекциях для студентов. Первое появление Е. В. Максимова на нашей небольшой кафедре сопровождалось обсуждением многих научных проблем, что вызвало большой интерес к его персоне. Многие из нас, кто в студенчестве не слушал подобного курса, сделали целую серию открытий, касающихся изменчивости окружающего нас мира: об модификациях уровней озер и морей, о наступлении или сокращении ледников, что практически любой природный процесс может быть представлен в виде кривой или графика. Практически всем составом преподавателей кафедры мы ходили к нему на лекции, после прослушивания которых подолгу оставались на кафедре обсуждать услышанное, задавали множество вопросов. Надо сказать, что атмосфера на нашей кафедре с ее сложной обстановкой взаимоотношений, во время приезда Евгения Владиславовича становилась иной: теплой, располагающей.

Мы все с удовольствием дискутировали по новым для большей части коллег темам. Восхищались тем, как Е.В. Максимов читал свой курс без каких-либо «бумажек», только по памяти, не зависимо от продолжительности, иногда удавалось освободить студентов от других дисциплин на 3 – 4 пары для скоростного чтения курса. Постепенно мои коллеги привыкли к появлению Евгения Владиславовича и скучали, если он подолгу не приезжал в Петрозаводск.

Постепенно более продолжительными становились его приезды в Карелию. Мы ездили в д. Соддер, где занимались исследованием не только природных процессов, но и историей освоения. Позже во время своих приездов он стал бывать в моем доме, познакомился с мужем и дочерью. А спустя некоторое время мы с Евгением Владиславовичем стали крестными для детей С.Б. Потахина, сына Максима и дочери Насти. Это условное родство еще больше способствовало мягкости при обычном общении. Я узнала некоторые подробности о его детстве, юности, времени работы Е.В. Максимова в ЛГПИ им. А.И. Герцена. Стала сопоставлять, что о Е. Максимове рассказывал руководитель моей дипломной работы Л. Ф. Сидоров, с которым они работали на Памире. Выяснилось, что у Максимова Е.В. есть увлечения, связанные с поделками из дерева. Однажды он преподнес мне в подарок – выточенную из сосны большую вазу для фруктов (храню до сих пор), при этом долго рассказывал, как неровно дышит к такому материалу как дерево, насколько это теплый материал и т.д.

Восхищает незаурядность этого ученого, особый педагогический талант, поразительное жизнелюбие, неиссякаемая любознательность, яркая индивидуальность ученого и путешественника – таким и остался в памяти Евгений Владиславович Максимов.

Литература

- [1] *Максимов Е.В.* Учение о ритмах в природе: Курс лекций. – СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2000. – 117 с.
- [2] *Гдалин Д.А.* Факультет на Пулковском меридиане // География для школьников. № 2, 2011.

S u m m a r y. The article dedicated to research teachers, well-known University teachers, gives a short list of their scientific achievements, notes the huge erudition and richness of ideas that are not fully implemented. Their active expeditionary activity and enthusiasm for their branch of science has become an example for the students of the successors and followers.

ИСТОКИ, ЦЕЛИ И ПРИЧИНЫ ПРОТИВОСТОЯНИЯ НАУКИ И РЕЛИГИИ

Ю.Н. Голубчиков

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, golubchikov@list.ru

THE ORIGINS, GOALS AND REASONS OF THE CONTRADICTION OF SCIENCE AND RELIGION

Yu.N. Golubchikov

Faculty of Geography, Moscow State University of M.V. Lomonosov, Moscow

Аннотация. Рассматриваются истоки, цели и причины современного противостояния науки и религии. Они связываются с появлением принципа актуализма и эволюционной доктриной. С вытеснения событий Великого Потопа учением о существовании огромных ледовых покровов берет начало разрыв науки и религии. Ставится под сомнение правомерность догмата о случайности, предопределяющего закономерный эволюционный прогресс всего сущего. Постулируется значение идеологии науки в отборе теориями тех или иных фактов.

Ключевые слова: актуализм, эволюция, нептунизм, Потоп, оледенения, катастрофизм, глобальные вымирания, Лайель, Дарвин, случайность.

Введение

Геология гармонизирует с телеологией. До середины XIX века подавляющее большинство ученых наивно полагало, что наука возвышает ум к пониманию Бога. Их геологические изыскания сливались с телеологическими. Почти все ученые тех времен решающую роль в формировании лика Земли отводили катастрофической силе воды. Были нептунистами.

Главным проявлением, как бы сейчас, сказали гидросферной катастрофы, считали описанные в Библии и в преданиях народов всего мира события Всемирного Потопа. К наиболее его очевидным свидетельствам относили формы рельефа, считающиеся сегодня древнеледниковыми, и гранитные валуны, широко разбросанные по северной половине равнин Европы и Северной Америки. Поскольку граниты выходят на поверхность в районе Балтийского и Канадского кристаллических щитов, то было очевидно, что перенесены они оттуда могучими потоками потопных вод. Они же существенно переработали лик Земли.

Самым видным представителем катастрофизма был основоположник сравнительной анатомии и палеонтологии барон Жорж Леопольд Кювье. Исследовав окаменелости организмов в Парижском бассейне, он пришел к выводу что былая жизнь была неизмеримо богаче современной. Ее обеднили великие вымирания под воздействием страшных и гигантских катастроф. В этом плане Кювье оказался первым экологом-алармистом, создателем первого подобия «Красной книги».

К тому времени уже были известны находки свежезамороженных туш мамонтов на Северо-Востоке Сибири. «Один и тот же процесс и погубил их, и оледенил страну, в которой они жили. Это происшествие случилось внезапно, мгновенно, без всякой постепенности» [11, с. 11]. В этом плане Кювье можно выдвинуть также в основоположники мерзлотоведения. Правда, современные мерзлотоведы его таковым не считают. В отличии от Кювье формирование вечной мерзлоты, накопление залежей подземных льдов и вымирание мамонтов они рассматривают как три независимых друг от друга вялотекущих процесса.

Взаимодействие науки и политики

За отрицанием катастрофизма стояла политика. Лишь немногие ученые во времена Кювье полагали, что события земной истории могут быть объяснены простым воздействием обычных процессов за неизмеримо большие отрезки времени. Над взглядами таких одиночек даже подсмеивались. Но серьезную поддержку этим необычным воззрениям оказало созданное в 1807 году Лондонское Геологическое общество. Среди членов этого общества были юристы, парламентарии, купцы, врачи, клерки, офицеры. Не было только ни одного геолога. Такие ученые как создатель стратиграфической колонки Уильям Смит дистанцировались от этого сомнительного общества. Состояло оно не из любителей геологических экскурсий, а из поборников политических дискуссий. Принадлежали они к антимонархической партии вигов. Той самой, что впоследствии развернула в Англии чартистское движение за существенное ограничение

монархической власти [15]. В апреле знаменитого 1848 года чартисты поднимали народ к вооруженному восстанию в Англии за свержение короля. Решительными действиями победителя Наполеона при Ватерлоо герцога Веллингтона восстание было предотвращено, но прокатилось революциями по всей Европе.

За отрицанием катастрофизма проглядывало не просто желание представить с новой научной точки зрения историю Земли. Британский историк геологической науки Чарльз Гиллиспай [154] приходит к выводу, что политических причин для того было больше, чем научных. Подлинной их целью было творение теорий альтернативных библейским о появлении Земли и человека. Отсюда открывалась возможность подвергнуть сомнению все христианское мировоззрение, дискредитировать связанное с ним устройство христианских государств и, в конечном итоге, овладеть их капиталом, состояниями и поместьями. «Это значит, плохих людей всех убивать, а то хороших очень мало» — говорит пятилетняя девочка из романа А. Платонова «Котлован». Мне эти ее мудрые слова представляются ключом к пониманию мировой истории.

Два Чарльза действуют рука об руку. В 1830 году 33-летний член Геологического общества адвокат Чарльз Лайель начинает год за годом публиковать три толстых тома, казалось бы, из совсем далекой от юриспруденции сферы, под названием «Основные начала геологии, или попытка объяснить древние изменения Земли, действующими и сейчас процессами».

Со следовательской тщательностью измерил Лайель скорость накопления современных осадков в спокойных условиях стоячих водоемов. Она составила миллиметры или немногие сантиметры в год. Затем разделил мощности известных ему толщ осадочных пород на эту скорость и получил громадные, по тем временам, возрасты толщ. Если 300 м накапливались по сантиметру в год, то получим возраст толщи в 30 тысяч лет.

С адвокатским пафосом начал доказывать Лайель, что все геологические процессы и явления в прошлом были такими же как сейчас. Их не омрачала никакая гигантская катастрофа. Постоянное действие едва заметных для человека геологических процессов дает со временем крупные результаты. Все идет медленно-медленно, постепенно-постепенно. Это утверждение вошло в науку под названием принципа актуализма, или униформизма. Он стал важнейшей аксиомой и постулатом современной науки. Эвристическим ключом настоящего вскрывает исследователь прошлое.

На деле принцип этот ничем не доказан. Никто не знает сколько времени нужно для накопления того или иного пласта. Пласт любой мощности может накопиться и за миллионы лет и за считанные секунды.

Юрист Чарльз Лайель дал англиканскому священнику Чарльзу Дарвину те длительные отрезки времени, что необходимы для межвидовых переходов. Дарвин в ответ дал Лайелю дополнительные многие миллионы лет для составления им геохронологической таблицы, которая с тех пор в геологии не менялась. Действовали эти два Чарльза рука об руку.

Лайель говорил о формировании горных пород не путем геологических катастроф, а под воздействием самых обычных процессов (осаждения ила, выветривания). Дарвин причину исчезновения видов усматривал не в катастрофических вымираниях, а в медленном действии сил естественного отбора.

С 1840 года Лайель активно проводит идею Агасиса идея о существовании ледникового покрова, покрывавшего Европу подобно гренландскому или антарктическому. Дарвин горячо поддерживал униформистские представления Лайеля и даже опубликовал несколько статей по обоснованию древнего оледенения Британских островов и Южной Америки [14]. В свою очередь Лайель, в развитие эволюционного учения Дарвина выпустил книгу «Геологические доказательства древности человека».

Учения двух Чарльзов поразительно быстро охватили научный мир. Каждому исследователю известно, каких невероятных трудов требуется, чтобы завоевать авторитет среди коллег. А тут все сразу. Как заявлял убитый в 2009 году священник Даниил Сысоев, «тема участия в распространении эволюционистских учений тайных обществ безусловно нуждается в дальнейшем расследовании» [12, с. 46].

Теория оледенений появилась раньше гляциологии. К концу XIX века вместо предания о Потопе возобладали представления о медленно наступавших и отступавших ледниках. Значение воды в формировании облика земной суши с тех пор неуклонно сужается, вплоть до признания за нею ведущей роли лишь в формировании долинных и прибрежных комплексов. Весь последний геологический этап развития Земли четвертичный период стал именоваться ледниковым периодом. Учение о ледниковом периоде сложилось, таким образом, задолго до появления науки гляциология, которое ничем его не подтвердило.

У крупных современных ледников типичных форм рельефа, относимых к древнеледниковым, наука гляциология не отметила. Хотя, например, в Западной Гренландии или на Северной Земле между кромкой льда и морем есть вполне достаточная для их образования полоса. Образование моренных гряд, озов, камов, друмлинов, скоплений крупных валунов, приводимых обычно как свидетельство ледниковых эпох, хорошо увязывается с действием повторяющихся мегаволн. Если вертикальные перемещения океанического дна на 20 м влекут за собой столь сокрушительные цунами, как в 2004 году в Юго-Восточной Азии, то какими же заплесками волн должны были сопровождаться имевшие место в прошлом сбросы и провалы крупных площадей океанического дна на несколько сотен метров, может даже километров? А какие цунами могли вызывать расколы-рифты, протягивающиеся по оси Срединно-Атлантического и других срединно-океанических хребтов. Другим источником формирования мегаволн могли служить удары космических тел о земную поверхность. Из соотношений поверхности суши и океана на Земле вытекает, что две трети космических тел падает в океан.

Недавнее бурение ледников Антарктиды, Шпицбергена и Российской Арктики установило, что их таяние даст слой валунных суглинков (морены) мощностью всего 0,1-0,7 м, но никак не десятков метров, как в Подмосковье.

Большинство ледников прямо залегает на монолитных скалах, а вся глина вымыта из-под них водными потоками [13]. Сейчас много таких тающих ледников транслируют по телевидению. Никакой морены из них не выплывает. Никакой выпахающей деятельности, наподобие бульдозеру, современные покровные ледники не производят.

А что, если обезьян бы не было? События Великого Потопа начали вытесняться учением о существовании огромных ледовых покровов еще и потому, что в период, относимый к ледниковому, появился человек. А такое событие эволюционная доктрина не мыслит без медленных и постепенных адаптаций обезьян к изменениям природной среды. Ледниковые эпохи наиболее удобны для толкования причин, заставивших обезьян обратиться к труду. Пока, наконец, одна или несколько их пар не были в результате труда одарены столь неожиданным для них людским потомством.

Всем памятли развешанные в биологических классах школ плакаты превращения обезьян в человека. Никто никогда не видел, чтобы эта обезьяна эволюционировала бы, допустим, в негритянку женщину. Непременно она эволюционирует в мужчину, обязательно белой расы, иногда даже в современном костюме или за компьютером.

А что, если бы человекообразных обезьян не было. Были бы наиболее близкими родственниками человека, допустим, кошки? Думается и тогда бы определенные силы стали твердо утверждать, что с наступлением ледникового периода некие человекообразные кошки наловили себе мышек, чтобы из их шкурок пошить себе шубок. Те, что не пошили, вымерли, а те, что пошили – пошли в люди.

Идеология определяет, что является фактом, а что нет. В.И. Вернадский писал: «Геологические науки в XIX в. заставили и религию, и философию силой логики и жизненных приложений склониться перед научным фактом и переделать свои построения» [3, с. 236]. И склонились. Даже в православии угнездилась эволюционная ересь, обличаемая Константином Буфеевым [1].

Только в науке «идеология определяет, что является фактом, а что – нет» [6, с. 32]. В основу современной идеологии поставлен фундаментальный догмат о случайности как естественных, так и всех исторических процессов. Никакой цели у этой случайности нет и быть не может. Тем не менее, парадоксальным образом эта случайность предопределяет закономерный эволюционный прогресс всего сущего. Теоретики науки хорошо чувствуют идеологию и именно под нее выбирают удобные ей факты.

Маркс неоднократно утверждал, что теория Дарвина – «естественно-научная основа понимания исторической борьбы классов». Он был настолько захвачен теорией эволюции, что хотел посвятить ему свою книгу «Капитал» [1]. Поэтому в советской научной литературе отношение к катастрофизму было как к чему-то полностью ошибочному и устаревшему. Большая Советская энциклопедия цитировала слова Ф. Энгельса: «Теория Кювье о претерпеваемых землей революциях была революционна на словах и реакционна на деле». Далее приводился вердикт И.В. Сталина из работы «Анархизм или социализм?»: «Яс-

но, что между катаклизмами Кювье и диалектическим методом Маркса нет ничего общего» [10]. Ясно также и то, что очень немногие после таких слов захотят пополнить ряды приверженцев катастрофизма.

Прав Ал.А. Григорьев, утверждающий: «Долгие десятилетия в СССР само существование Всемирного Потопа рассматривалось как сказка, чуть ли не как своего рода религиозная пропаганда о катастрофе, которой согласно советской идеологии и соответственно (!) Науке того времени просто не могло быть» [9, с. 75].

Две онтологии. В конечном итоге все, что касается фундаментального генезиса, лежит в области научной фантастики. Сколь бы мы глубоко ни изучали морфологию организма, мы ничего не сможем сказать о его зачатии. Как бы мы глубоко не постигали геоморфологию, мы никак не можем судить о происхождении Земли.

Но в зависимости от ответов на вопросы о началах и целях нашего мира получаем не только различную картину мироздания, но и по-разному видим мир, получаем две диаметрально противоположные его онтологии. Или мы хаотическая песчинка на краю бездушной эволюционирующей Вселенной, или все мироздание создано для нас. Или был ледник и тогда мы пришли из Африки и произошли от обезьян. Или ледника не было и тогда, возможно, сами наши предки процветали когда-то здесь.

Веками человечество знало, что происходит оно от Бога или богов. И вдруг ему преподносится, что идет оно от обезьян как научно установленный факт. А все мегалитические сооружения, которыми могло бы гордиться человечество, воздвигнуты полуобезьянами-полудикарями от нечего делать. А осознать их значение важнее всего для России [7, 8]. Это-то определенные круги, похоже, и не устраивает. Ведь тогда «также прояснится значимая роль в мире предшественниц России, вероятно, так же, как и сейчас великих и многонациональных. Возможно, именно поэтому долгое время была непоколебимой географическая концепция о великих оледенениях прошлого, которые якобы словно гигантским ледовым покрывалом простирались на равнинах России» [7, с. 204].

Такие вещи как свет, вода или кислород не происходят из чего-то. Вода не произошла из водки и со временем может только ухудшаться, а не эволюционировать в более чистую, кристальную и целебную. Свет со временем тоже тускнеет или как-то еще иссякается. Воспринимающий свет глаз тоже может возникнуть только сразу и целиком. Всякая меньшая изолированная часть глаза никакой световой квант не воспримет. Также целиком возникает и вся биосфера, вся Вселенная.

Носитель духовного света – человек – тоже появляется сразу во всем своем великолепии и разнообразии со всеми своими богатыми языками, столь оскудевшими к нашим дням. Сравните в этом плане церковнославянский и русский языки, особенно его матерное вырождение. Сразу со всем своим богатством культурных растений и домашних животных вступает человек на землю. Ничего равного рису, пшенице, кукурузе или собаке с той поры неолитической

революции придумано не было. Селекционеры вывели множество сортов, но так и не смогли получить ни одного ранее не виданного нового биологического вида.

Цели глобальных катастроф. Попробуем понять глобальные геологические катастрофы и вымирания с позиции цели, в качестве которой, понятное дело, выдвинем человека. Пытливый ум повсюду видит, что неживая материя служит живой, а та, в свою очередь, – человеку. По словам выдающегося немецкого геоботаника Генриха Вальтера: «В век казуальных исследований отвыкли говорить о целесообразности. Так называемый телеологический способ рассмотрения считается просто ненаучным, хотя целесообразность строения и функций живого организма является предпосылкой возможности его существования часто во враждебной, то есть угрожающей жизни, среде. Следовательно, нет никакого противоречия между казуальными и телеологическими способами познания» [2, с. 224].

Введение телологического принципа в познание позволяет объяснить гигантские объемы фактов. «А это необходимее всего в истории, где ни одно событие не брошено без цели» [5, с. 37].

Конструирование мироздания не шло методом проб и ошибок. Все вымирания тоже служили цели жизни. В палеонтологической летописи достаточно прослежено как каждому крупному вымиранию организмов предшествуют крупномасштабный рост биоразнообразия и, очевидно, биомассы. Она уже больше поглощала кислорода, чем производила его. Захоронение и изоляция столь обильной биомассы позволяло новым растениям вновь насытить кислородом атмосферу.

В залежах углей, углеводов и карбонатов оказались также законсервированными колоссальные запасы углекислого газа. Без этой консервации Землю могла бы постичь участь Венеры. Гигантские захоронения органических остатков грозно предостерегают от нарушений хрупкого химического состава земной атмосферы.

Господь, изгнав человека из рая, не мог его просто выбросить на гранитные поверхности континентальной земной коры. Ведь человек был выслан, «чтобы возделывать землю, из которой он взят» (Быт. 3, 23). Мог ли человек постичь основы земледелия среди покрытых накипными лишайниками скал и утесов?

Миллионам беспозвоночных пришлось погибнуть и переполнить толщи своими окаменелостями, чтобы земля покрылась плодородной почвой. «Разве не всем обязаны мы стихиям: и своим собственным существованием, и всем, чем мы владеем, и нашим домом Землей? – мудро поучал Иоганн Гердер. – Не по полу дома своего ступаешь ты, бедный человек, но ходишь по крыше своего дома, и лишь множество потоков придало твоему дому его теперешний вид» [4, с. 39].

Выводы

Критика библейской истории была таким образом начата с событий Великого Потопа. И восстанавливать картину священной истории следует также с

восстановления истины о глобальном Потопе. Переинтерпретация геологических свидетельств в русле неокатастрофической модели послужит также новым, точнее «хорошо забытым старым», компасом практического поиска.

В постатеистической России человек ищет Бога через науку. Ему уже не нужна физика без метафизики, но и метафизику без физики он не приемлет. А в ответ ему заученно твердят: «научно только исследование, не допускающее существование бога, потому что исследование, допускающее существование бога, не научно». В учебниках на все появился утвердительный, а то и повелительный ответ. Знакомое всем с детских лет ощущение тайны угасает с первых лет обучения. Обучение не оставляет поля для новых гипотез, которые могли бы стать теориями завтрашнего дня.

В условиях Интернета науке нужна как можно более широкая диверсификация взглядов. Сила ее вновь предстает не в противостоянии религии, а в гармонизации с ней.

Литература

- [1] *Буфеев К.* Православное вероучение и теория эволюции. – СПб.: Об-во Святителя Василия Великого, 2003 – 496 с.
- [2] *Вальтер Г.* Растительность земного шара. Том II. Леса умеренной зоны – М.: Прогресс, 1974.
- [3] *Вернадский В.И.* Пространство и время в неживой и живой природе // Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. С. 210-385.
- [4] *Гердер И.Г.* Идеи к философии истории человечества. – М.: Наука, 1977. – 704 с.
- [5] *Гоголь Н.В.* Статьи. Избранные сочинения. Том VI. – М.: Художественная литература, 1986. – 544 с.
- [6] *Горкин А.П.* О релятивизме экономической географии (объективные и субъективные аспекты) // Теория социально-экономической географии: современное состояние и перспективы развития / Под ред. Г. Дружинина, В. Е. Шувалова/ Материалы Международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 4-8 мая 2010 г.). – Ростов-н/Д, 2010. – С. 32-36.
- [7] Григорьев Ал.А. Наследие эпохи мегалитов. Географические аспекты. – СПб.: Астерион, 2017. – 221 с.
- [8] *Григорьев Ал.А.* Доисторическое освоение Арктики. Географические аспекты. – СПб.: Астерион, 2018. – 226 с.
- [9] *Григорьев Ал.А.* Мир географии в зеркале искусства. – СПб.: Астерион, 2019. – 238 с.
- [10] Катастроф теория (катастрофизм) // Большая Советская энциклопедия. – М.: БСЭ, 1953. – С. 365-366.
- [11] *Кювье Ж.* О переворотах или изменениях на поверхности земного шара в естествоописательном и историческом отношении. – Одесса, 1840. – 225 с.
- [12] *Сысоев Д.* Эволюционизм в свете Православного учения // Шестоднев против эволюции. М.: Паломник, 2000, с. 41-64.
- [13] *Чувардинский В.Г.* Четвертичный период. Новая геологическая концепция. – Апатиты, 2012, 182 с.

[14] Шатский Н.С., Янин А.Л. Портреты геологов. – М.: Наука. 1986. – 304 с.

[15] Gillispie C.C. Genesis and Geology. The Impact of Scientific Discoveries upon Religious Beliefs in the Decades before Darwin – New York, Harper Torchbooks, 1959. – 306 p.

S u m m a r y. The sources, goals and causes of the modern confrontation of science and religion are considered. They are associated with the emergence of the principle of actualism and evolutionary doctrine. With the crowding out of the events of the Great Flood, the doctrine of the existence of huge ice covers begins the gap between science and religion. The legitimacy of the dogma of chance, which determines the regular evolutionary progress of all things, is being questioned. The value of the ideology of science in the selection by theories of certain facts is postulated.

МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ВЗГЛЯД НА ГИПОТЕЗУ ПОКРОВНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

Ал.А. Григорьев

РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, neva8137@mail.ru

MULTIDISCIPLINARY VIEW OF THE HYPOTHESIS OF COVER GLACIATION (ANALYTICAL REVIEW)

Al.A. Grigoriev

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

Аннотация. Обсуждаются дискуссионные вопросы гипотезы материковых покровных оледенений. При этом привлекаются данные геоморфологии, геологии, археологии, гляциологии, биогеографии, а также фольклора, топонимики и распространения мегалитических памятников. Приводимые признаки дискуссионности концепции материкового оледенения требуют дальнейшего расширенного обсуждения общепринятой модели (гипотезы) рассматриваемого феномена.

Ключевые слова: гипотеза, покровное оледенение, дискуссия, археология, геоморфология, геология, биогеография, гляциология.

*«Я не разделяю ваших убеждений, но
я готов отдать жизнь за то, чтобы
вы могли их высказать».*

Франсуа Вольтер, французский философ

Вступление

Гипотеза покровного оледенения была выдвинута еще в первой половине XIX в. (И. Венец, Ж. Шарпантье, Ж. Агассиц и другие). В России ее позднее среди других стал развивать П. Кропоткин. Эта гипотеза была основана, прежде всего, на наблюдениях горных ледников в Альпах. Ледники переносили материал осыпей и обвалов со склонов долин. Причем валуны находили далеко за пределами Альп, на равнинах Евразии. В дальнейшем, несмотря на явные «проколы» в этой гипотезе, она получила господствующее развитие. В том числе в СССР, где она была наиболее детально разработана географами И.П. Герасимовым, К.К. Марковым и геологом С.А. Яковлевым.

Согласно этой гипотезе, переросшей в общепринятую концепцию (и даже в «теорию»), огромные пространства Евразии и Северной Америки надолго по-

крывались мощным ледовым покровом [19]. О пространственном распространении ледяного щита в Евразии, «свидетельствует» в частности схема (рис. 1), составленная корифеем гляциализма М.Г. Гросвальдом (замечу, что ареалы даже последнего, наиболее изученного оледенения у разных авторов сильно варьируются). Причем в границах распространения покровного оледенения становилась невозможной жизнь всех существ, погибала растительность.

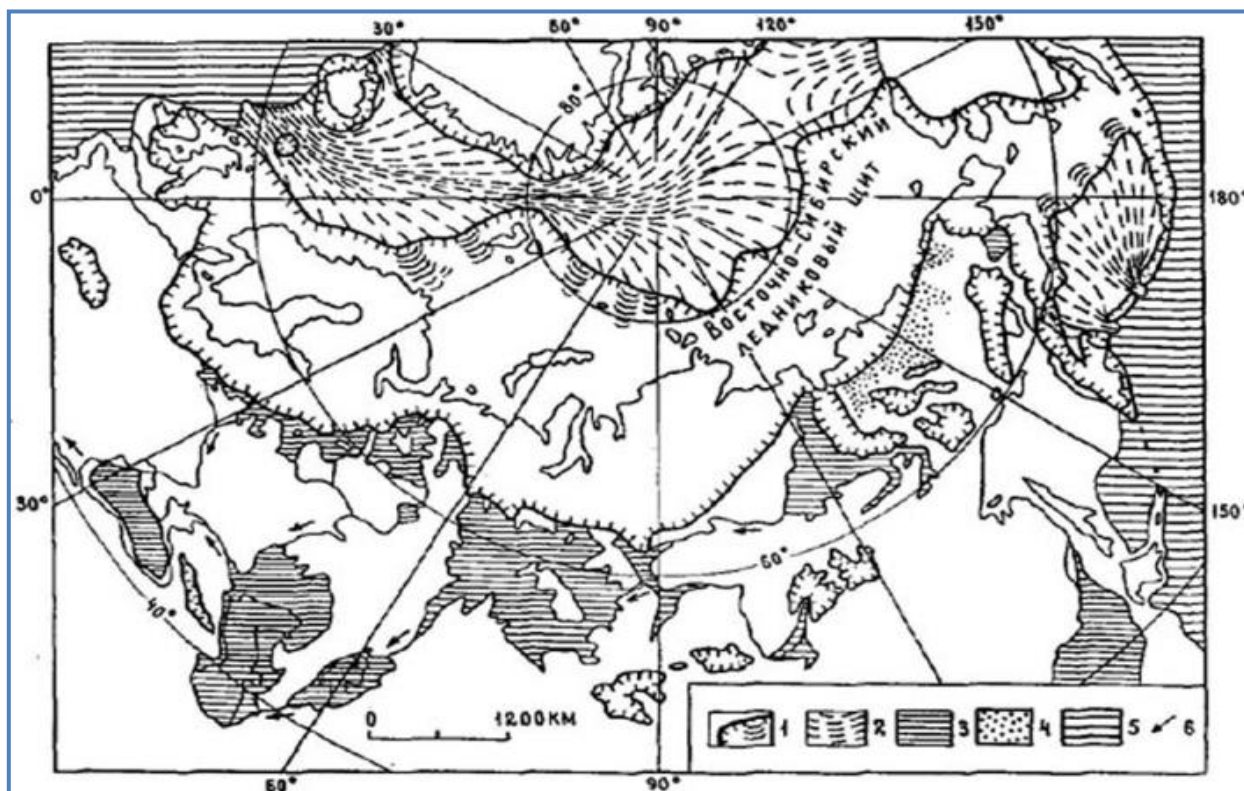


Рис. 1. Схематическая карта последнего Евразийского ледникового покрова (новейшая версия, учитывающая новые данные по гляциальной геоморфологии Чукотки и Аляски).

По М.Г. Гросвальду [12]. http://images.myshared.ru/72/1366255/slide_6.jpg

Споры сторонников концепции – гляциалистов были внутреннего характера и, в частности, касались количества оледенений, а также подвижек льда во время каждого из них, границ и толщины ледового покрова. В то же время у многих специалистов вызывало недоумение «чудовищные» цифры ледяного покрова в центрах оледенения (3-4 км) и у расползшегося по равнинам льда (1-2 км). Вопросы вызывало и многократное исчезновение и вновь возрождение покровного ледника, причем для медленно двигавшегося ледника в весьма короткое время. Сказанное и другие вопросы возникли уже на первых порах развития гипотезы, противниками которой в частности явились Ч. Лайель (1830 г.), Р. Мурчисон (1829 г.) и Ч. Дарвин (1839 г.). Все они были антигляциалистами, сторонниками другой гипотезы – дрефта или морской трансгрессии и переноса рыхлых отложений и валунов плавучими льдинами.

В СССР взгляды геоморфологов, геологов и биогеографов, противников концепции покровного оледенения, как правило, замалчивались, либо обычно бездоказательно отрицались. Но особенно это касалось гляциологов, на высказывания которых гляциалисты не реагировали. И это при том, что именно лед-

ник был главным агентом самых разных преобразований природы, которые он якобы совершал. Также резко отрицательно относились к работам биогеографов, чьи находки противоречили принятой концепции.

Так фундаментальные оригинальные труды биогеографа и палеонтолога И.Г. Пидопличко были даже изъяты из свободного пользования в библиотеках страны. Инакомыслие жестоко подавлялось и до сих пор, в новой демократической России, гипотеза геоморфолога и геолога, антигляциалиста В.Г. Чувардинского также не публикуется и не допускается гляциалистами к обсуждению в академических и университетских журналах. – Хотя она проверена на практике при поисках полезных ископаемых и поддержана рядом специалистов, в том числе геологов-поисковиков. Как здесь не вспомнить высказывание великого философа Франсуа-Мари Вольтера (см. эпиграф).

В настоящее время накопилось множество фактических данных, причем в результате исследований специалистами разных научных направлений, не согласующихся с гипотезой покровного оледенения (в том числе среди последних публикаций [4, 8, 21, 22, 39, 41, 42]). Более того даже сами гляциалисты начинают употреблять вместо понятий «гипотеза» или «концепция» - понятие «модель», более отвечающее состоянию вопроса.

Автор, геоморфолог по образованию, рассматривает в аналитическом обзоре под разными углами зрения только признаки дискуссионности концепции покровного оледенения. Ведь от ее принятия или непринятия зависят представления многих других специалистов смежных наук, в том числе ландшафтоведения, биогеографии, археологии, этнологии и даже фольклористики.

1. Гляциологические признаки дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения

Гляциологи имеют самое непосредственное отношение к гипотезе покровного оледенения. Ведь речь идет, прежде всего, именно о льде, огромном леднике, который разросся и якобы распространялся на огромные просторы Евразии и Северной Америки. Принципиальны вопросы: было ли в самом деле покровное материковое оледенение. Если было, – то, как функционировал ледник – какие воздействия он, как возможный рельефообразующий фактор, оказывал на доледниковый рельеф. Наконец, как двигался ледник, и какой мощности достигали его льды. Все эти вопросы исключительно в компетенции гляциологов. Парадоксально, но в принятой концепции на все поставленные мной вопросы отвечают не специалисты – геологи и геоморфологи. И именно их представления, ничем не обоснованные, ложатся в основу принятой концепции.

Что же говорят гляциологи? Установлено по данным разбуривания ледяных массивов Антарктиды и Гренландии, что их придонные части неподвижны [37, 43, 44]. А это указывает на то, что рельефообразующий фактор переформирования подледного рельефа ничтожен. Более того, масса льда оказывается консервирующей подстилающий рельеф. Примечательно, что льды не дали образоваться огромному подледниковому озеру, открытому подо льдом в Антарктиде [8]. Впрочем, как и другим озерам. И также не уничтожили их.

Как свидетельство мощного оледенения в Западной Сибири, гляциалисты приводят находки мощных погребенных пластовых льдов. И в этом случае следует, прежде всего, прислушаться к специалистам по вечной мерзлоте и гляциологам. А они доказывают их внутригрунтовое образование в результате промерзания как подземных, так и морских вод [6, 20].

Без сомнения, интерес представляют и данные моделирования поведения (реакции) ледниковых щитов в Антарктиде и Гренландии при изменении температуры, а именно при потеплении климата. Такого рода исследования показали огромную колоссальную устойчивость ледяных массивов [44]. Для их принципиальных изменений (по массе и по границам распространения) требуются сотни тысяч и даже миллионы лет. Однако по данным неспециалистов по льду, по собственно ледовому покрову, согласно принятой модели, количество ледниковых эпох колеблется от 1 до 4-6 и даже до 14 [17]. Как видно, эти данные противоречат исследованиям гляциологов. Гигантский по объему и по занимаемой площади ледяной покров не мог многократно таять и исчезать, и вновь возрождаться. Мог ли, в частности, ледяной покров только в течение последнего (собственно Валдайского) оледенения, то есть за период около 15 тыс. лет 7 раз (такое количество межледниковий выдвигается рядом гляциалистов) полностью исчезать от таяния и вновь возникать? – Ответ ясен.

Остается вопрос – каков же на самом деле был, например, ледяной щит в скандинавском центре оледенения и куда он двигался (рис. 2).

На него отвечают уже по косвенным данным, распространению фауны, и прежде всего мамонтовой сами же гляциалисты – Он был не сплошным (см. раздел 5). Наконец, исследования двух независимых групп скандинавских специалистов показали (на основе данных радиоуглеродных датировок) истинное направление движения льда на ледниковом щите в Скандинавии в период максимального развития Валдайского оледенения (рис. 2) [5]. Оказалось, что лед перемещался на север в сторону Баренцева моря. То есть в противоположную сторону по сравнению с общепринятой гляциалистами. Ледяной щит не разрастался в южном направлении.

Приведенные выше данные о ледяных щитах, процессах их развития, полученные специалистами-гляциологами, отрицают покровное оледенение.

2. Геоморфологические признаки дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения

Несомненно, разнообразные формы аккумулятивного и экзарационного рельефа всегда считались ключевыми доказательствами покровного оледенения, перемещения ледовых масс, выпахающих или полирующих подстилающие поверхности. Однако большой фактический материал противоречит этим утверждениям. Так исследования Памирских ледников К.К. Марковым [24] показали отсутствие следов эрозии подстилающих пород, причем даже рыхлых. Также оказалось, что выводные ледники Гренландии не разрушили древних поселений норманнов, некогда погребенных ими, а наоборот, законсервировали их (И.Д. Данилов по: [41]).

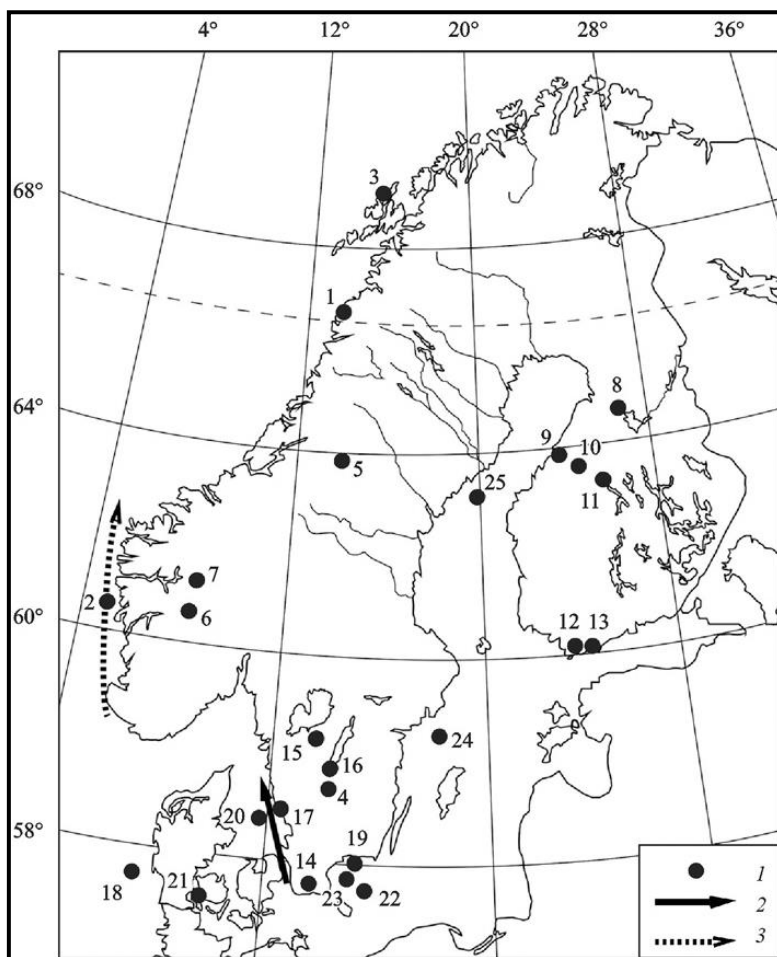


Рис. 2. Ледниковый покров в Скандинавии о время последнего ледникового максимума.

1.- точки исследований, 2 и 3 – направления движения ледниковых потоков.

По Д.Ю. Большиянову по данным исследований скандинавских специалистов [5].

Сказанное ставит под явное сомнение роль ледников в формировании фиордов. Тем более, что такие формы рельефа давно известны также в областях, которые никогда не покрывались льдами (например, в Испании). В не меньшей степени это относится и к формированию троговых долин.

К типичным формам ледникового рельефа, связанных, якобы, с вытчи- вающей деятельностью горных пород льдом, принадлежат бараньи лбы и кур- чавые скалы. Однако исследования геоморфологов [22, 41] показали, что поли- рованные поверхности таких образований погружаются под блоки коренных пород и являются зеркалами скольжения. Такие явления неоднократно зафик- сированы ими на Кольском полуострове, то есть там, где подобное воздействие ледника на коренные породы казались гляциалистам несомненным. К этому следует добавить, что под блоки горных пород вместе сглаженными поверхно- стями бараньих лбов погружаются и следы якобы ледниковой штриховки на них.

Доказано также, что формы рельефа в виде поднятий, считаемых гляцио- дислокациями (например, Дудергофские высоты) не являются таковыми и свя- заны с пластическими деформациями горных пород – явлением диапиризма [16, 22]. Краевые ледниковые возвышенности, в частности на Русской равнине, на

самом деле представляют останцы расчлененной неогеновой террасы (моря-озера) [21, 22]. Их положение во многом определено не течением льда, а разломами. Последним, а также перемещением по ним горных пород, в том числе и образованиям отторженцев уделяет (на ряде примеров) много внимания В. Чувардинский [41, 42]. Краевые образования Белоруссии обусловлены развитием, прежде всего, новейших тектонических процессов [12 а].

Известные Сибирские увалы, якобы моренные гряды, на деле оказались высокой неогеновой террасой, сложенными, как и более низкие террасы ледово-морскими и ледово-озерными отложениями [42]. По данным геологов «Аэрогеологии» ледниковый фактор не формировал рельеф Западной Сибири. Основной фактор формирования рельефа связан с периодическими трансгрессиями моря, в том числе в период от 50 до 22 тыс. л.н. в последующий период (от 22 до 10 тыс. л.н., а также в голоцене) на равнинах Северо-западной Сибири существовали субаэральные условия для формирования рельефа [3].

Наконец, нет ответа на вопрос: почему не было столь большого понижения уровня мирового океана (до 120-130 м), какое было зафиксировано в период максимума Валдайского оледенения, во время распространения более обширных ледниковых покровов (в периоды Днепровского и Окского оледенений). Примечательно также, что в еще более отдаленные времена, в мезозое и раннем кайнозое, когда были зафиксированы еще более сильные регрессии океана (с понижением уровня на 300-400 м), одновременно отсутствовали мощные ледниковые покровы. То есть видимой связи между якобы существовавшими четвертичными ледниковыми материковыми покровами и колебаниями Мирового океана, о которой настаивают гляциалисты, не существует.

3. Геологические признаки дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения

Важным вопросом апробации модели являются без сомнения сравнительные данные о якобы переносе покровным ледником огромной массы горных пород, которые и сформировали многие формы ледникового, а затем и водноледникового рельефа. – Реальных, а не гипотетических ледниковых покровов.

По данным бурения ледяных щитов Антарктиды и Гренландии обнаружено, что практически в них нет и следов морены, понимаемой в принятом толковании (то есть массы перемешанных неслоистых отложений, обогащенных обломками пород и валунами) [37]. Выявлены лишь следы пыли, преимущественно вулканической по составу [18]. Особо следует отметить отсутствие так называемой донной морены. Сказанное противоречит доводам гляциалистов, приводящих в качестве доказательства (для сравнения) примеры ледяных щитов Гренландии и Антарктиды – как якобы (на словах) движителей огромных масс материала (морены).

Состав «морены» в различных районах покровного оледенения во многом обусловлен подстилающими породами, в том числе выходами коренных пород. Это относится не только к мелкозему, но и к валунам, по составу соответствующим подстилающим породам [7], в том числе и фундамента. Последнее возможно согласно представлениям В. Чувардинского, и связано с подъемом об-

ломков пород на поверхность вследствие сжатия и сдвига напряжений в зонах разломов в результате длительных тектонических движений [41,42]. Так называемые руководящие валуны, якобы Балтийского щита, зафиксированные в районе Украинского щита, по составу сходны с местными кристаллическими породами.

Примечательны находки в морене водно-ледниковых отложений. Такие (пачки слоев алевроитов и глин мощностью 3-4 м) найдены в «морене, слагающей Судомскую возвышенность [22]. Гляциалисты утверждают, что они попали из надледных озер. Но ведь известно, что покровные ледники (по данным гляциологов) не несут никакого материала на своей поверхности (откуда он может взяться?). – В отличие от горно-долинных ледников, на поверхность которых материал поступает со склонов гор.

Не менее важным индикатором распространения покровного оледенения считаются валуны, которые, якобы были перенесены покровным ледником из центров оледенения (рис. 3). Однако, доказан перенос валунов на севере Европейской России с помощью морского плавучего льда. Причем такой феномен отмечен в рельефе до высоты 140 м [42].

Валуны переносятся также льдами рек. Об этом в 1761 г. свидетельствовал еще М.В. Ломоносов [22 а]. причем не только в северных районах, но и на юге, всюду, где реки замерзают. В более южных районах Русской равнины валуны перемещались таким же образом (плавучими льдами) в период неогеновой трансгрессии морских вод, а также льдами речного генезиса [22]. Например, в центре Русской равнины (в Воронежской области) ранее считавшаяся морена оказалась отложением моря [26]. Таков же генезис валунов в Западной Сибири. Характерно, что они зафиксированы даже значительно южнее границы максимального оледенения (вблизи озера Чаны в Казахстане) [22] (рис. 3). Следует также заметить, что на Русской равнине за морену, особенно безвалунную, нередко принимаются пролювиально-делювиальные отложения [42].

Показательны также частые находки в морене и в водно-ледниковых отложениях морских осадков (определенных по фауне или по флоре). Исследования скандинавских специалистов некоторых морен в Швеции показали, что они образованы морскими осадками. Также на юге Кольского полуострова в озовой гряде «Велес» были обнаружены (причем участниками 7 Всероссийского совещания по четвертичному периоду в 2011 г.) признаки морских отложений [42]. Наконец, в Шапкинских камах в Ленинградской области были зафиксированы как растительные, так и животные остатки, в том числе морские [34].

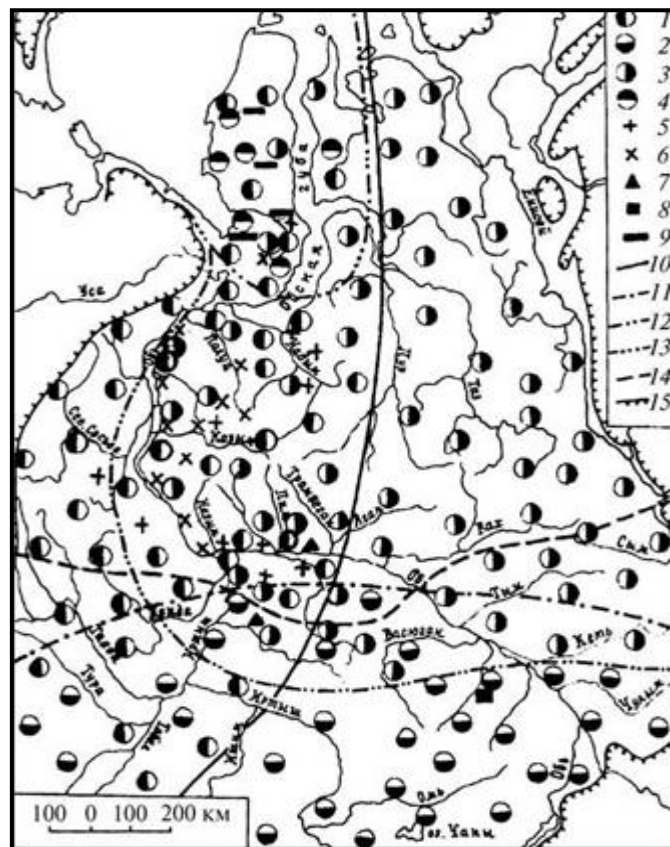


Рис. 3. Распространение валунов, принесенных плавучими льдами, в Западной Сибири, в том числе значительно южнее границы максимального оледенения (14 на схеме) [22].

Ленточные глины, которые считаются неопровержимым признаком формирования озерно-ледниковых отложений, встречаются далеко за пределами области покровного оледенения, например в Крыму [42].

Исследования шведских специалистов последних лет привели к поразительным открытиям – отсутствию моренных отложений в Скандинавском центре оледенения – в озере Венерн. И главное, в разных местах вокруг этого центра – как в Северном море, так и на Балтике (по линии пролив Каттегат – Ботнический залив) [5]. Покровного ледника за пределами центра оледенения не существовало, так как нет морены!

4. Биогеографические признаки дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения

Биогеографические исследования территории покровного оледенения в Европейской России дали специалистам новую информацию, полностью отрицающую этот феномен (причем первые данные были получены еще более 70 лет назад) (рис. 4).

Практически повсеместно на этой территории обнаружена фауна непосредственно в морене. Так на ее южной окраине как в ледниковых отложениях, так и в отложениях другого генезиса равным образом обнаружена богатая фауна (в ее составе в том числе останки мамонта, зубра, носорога, льва).

Мамонт, которого гляциалисты считают индикатором времени покровного оледенения, точнее, – так называемых межледниковий, согласно

И.Г. Пидопличко стал антитезой распространения ледников по равнинам Европы в целом (рис.4). Так его останки найдены в морене в центре Русской равнины (в Воронежской области) и на севере Западной Европы (в Дании, в Швеции вблизи Упсалы) [30, 31]. Главное, этими исследованиями доказывается автохтонность различных представителей фауны в так называемые ледниковый и межледниковые периоды на всей рассматриваемой территории. И – одновременно наличие достаточно богатой растительности, кормовой базы особенно важной для крупных животных (лесостепей, лесов, но не тундр!).



Рис. 4. Местонахождения мамонта, синхронные максимальному похолоданию последнего оледенения на Севере Европы. Фрагмент. Ист.: [25]

Новейшими исследованиями обнаружены новые останки мамонта в отложениях периода максимума последнего оледенения в Скандинавии [25] (рис. 4). Они убедительно показывают, что в это время – сплошного ледового покрова в самом центре его Скандинавского очага также не было сплошного ледяного щита. Вместо огромного сплошного в пространстве ледяного щита в Скандинавии существовали отдельные ледники. Причем между ними находились обширные участки, способные быть кормовой базой для таких крупных животных как мамонты и для сопутствующих им других обитателей.

Не менее странно нахождение останков мамонтов, синхронных максимальному похолоданию последнего оледенения, в бассейнах Северной Двины и Печоры, на севере Ленинградской области (см. карту-схему на рис. 4). Сотруд-

ники Института Земной коры СО РАН (Иркутск) убедительно доказывают, что практически непрерывное существование мамонтов в течение последних 50 тыс. лет в плейстоцене противоречит принятой модели покровного оледенения [23].

Полной неожиданностью для исследователей было обнаружение (еще в 1948 г.) в осадках дна Белого моря большого количества реликтовой и эндемичной фауны и флоры, которая обитала там в период оледенения [13]. Подчеркну – в непосредственной близости со Скандинавским центром покровного оледенения.

Продолжением масштабных и фундаментальных биогеографических исследований на Русской равнине И.Г. Пидопличко явились работы многих биогеографов [17 а], в том числе И.Ф. Удры [39]. Новые данные биогеографических изысканий также отрицают сплошной ледовый покров последнего оледенения. Об этом свидетельствуют не только палеозоологические и палеоботанические данные, но и результаты распространения некоторых современных видов растений. И, в частности, черемицы, ареал которой не может быть обусловлен ледниковым покровом [39].

Выживание черемицы и других семенных растений в период материкового оледенения, согласно палеоботаническим данным, невозможно. – Также как невозможны их далекие и неоднократные миграции. Вместе с тем эти же данные отрицают существования во время оледенения так называемых рефугиумов для растений и животных на возвышенностях Русской равнины (на нунатаках среди сплошного ледового покрова). К таким же данным ранее пришел и И.Г. Пидопличко [29,30]. Наконец, концепции покровного оледенения и даже сплошного ледового щита в центре оледенения противоречат данные о выживании в Фенноскандии третичных реликтовых и эндемичных видов растений.

Сплошной ледниковый покров и биота под ним несовместимы. В целом биогеографические данные (в том числе, И.Г. Пидопличко и И.Ф. Удры) свидетельствуют о важной роли в распространении биоты на Русской равнине трансгрессий морских вод.

Исследования многих палеоботаников и палеозоологов показали, что в период так называемого Валдайского оледенения даже на островах Северного Ледовитого океана существовала флора и фауна, которая в настоящее время присуща значительно более южным территориям на материке [17 а]. Так, на о. Врангеля мамонты непрерывно обитали в период с 55 тыс. л.н. до 9 тыс. л.н. – А карликовые мамонты обитали там же еще 4 тыс. л.н.

Биогеографические данные свидетельствуют о преемственности «развития флоры и фауны на протяжении всего плейстоцена» [17 а]. Сказанное, противоречащее гипотезе гигантского Панарктического оледенения, постулируется в фундаментальном труде «Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность», изданном по одной из программ фундаментальных исследований Президиума РАН [6 а].

5. Археологические признаки дискуссионности принятой гипотезе покровного оледенения

Важным признаком, ставящим под сомнение сплошные ледниковые покровы на равнинах Евразии, в частности во время последнего оледенения, являются археологические стоянки древних людей. На карте-схеме Российской Арктики показано (причем выборочно) 14 стоянок древних людей конца палеолита [39] (рис. 5).

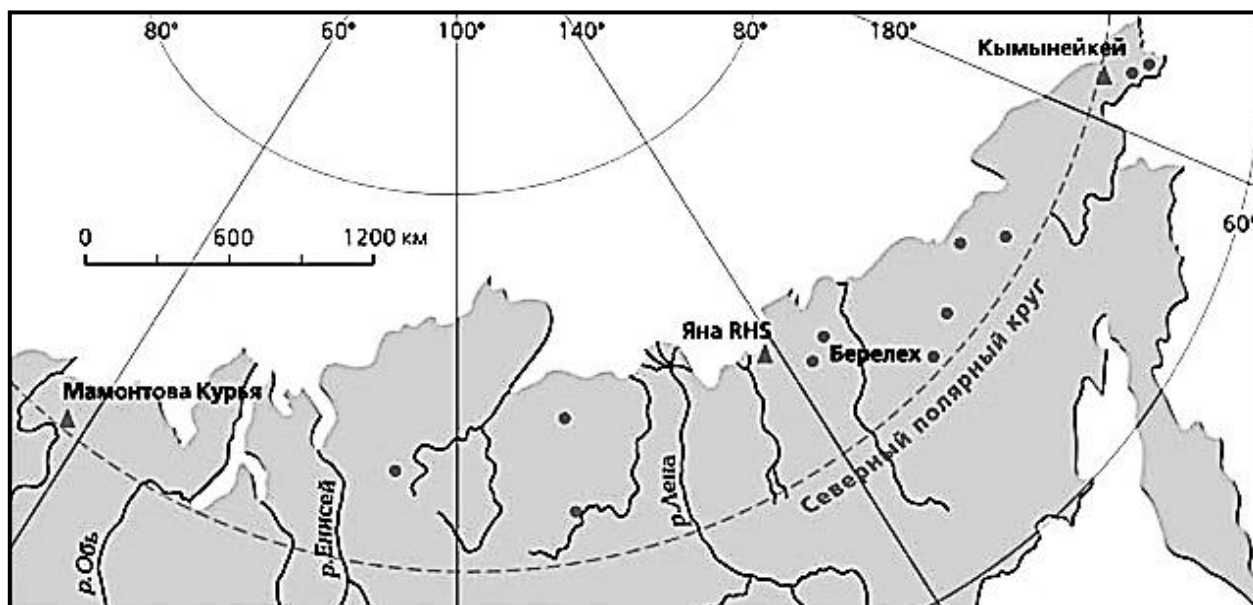


Рис. 5. Карта-схема некоторых стоянок конца палеолита. Сост. В.В. Питулько по: [33].
Источник: <http://dostoyanieplaneti.ru/media/k2/galleries/587/pic-01.jpg>

При сравнении ее с картой-схемой последнего покровного оледенения (Евразийского ледового покрова), составленной М.Г. Гросвальдом, из 14 отмеченных выше стоянок 8 оказываются в зоне последнего оледенения или на его границе. В том числе такие археологические стоянки как «Мамонтова Курья» в среднем течении р. Усы (ее возраст 35 тыс. л.), «Яна RHS» вблизи устья р. Яны (возрастом 32,5 тыс. л.), «Кымыкеней» на Чукотском полуострове (возрастом около 30 тыс. л.), «Берелех» на притоке р. Индигирки (возрастом 12-13 тыс. л.). Вблизи границы покровного оледенения, на средней Печоре находится стоянка «Бызовая» (возрастом 29 тыс. л.) [27, 28].

Разумеется, гляциалисты объявляют время формирования этих стоянок приходящим на очередное межледниковье. Однако все новые и новые данные и, прежде всего, гляциологов противоречат представлениям гляциалистов о неоднократном таянии ледникового щита и вновь его возрождении. - Противоречат доказанному гляциологами представлению об относительной устойчивости огромных материковых покровных оледенений во времени и в пространстве.

Практически совпадают с окончанием последней стадии покровного оледенения на Кольском полуострове стоянки культуры «комса». Они датируются временем в 9 тыс. л. до н.э. [2]. – То есть временем окончательного таяния гипотетического покровного ледника на севере Европейской части России. – За-

мечу, что ледники на севере Скандинавии (в частности на северо-западе Норвегии) таяли вплоть до 8 тыс. л.н. [5].

Следует заметить, что границы оледенений, в том числе самого изученного – последнего у разных авторов весьма неодинаковы. Неодинаково и количество выделяемых межледниковий (от 2 до 14). Вместе с тем палеолитические стоянки в пределах территории последнего оледенения пока еще не многочисленны и открываются очень медленно (сравни [1] и [33]). А это, несомненно, связано с трудностями их нахождения и исследования, особенно в условиях Арктики. Однако их количество непрерывно растет. Примечательно обнаружение признаков древнего человека (следов его охоты на животных) возрастом 45-47 тыс. л. в низовьях р. Яны и вблизи устья р. Енисея [32]. – То есть еще до возникновения последнего ледникового покрова. Не была ли Артика населена «без перерывов» на оледенения?

6. Данные легенд как признаки дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения

Разумеется, предания являются только дополнительным индикатором такого рода. Однако вспомним, что именно благодаря новому, революционному взгляду этнографа Дж. Фрезера на предания народов планеты о больших наводнениях стало понятно, - и это показал исследователь, - что наводнения, «потопы» – реальность, а не сказки. И они действительно сыграли большую роль в жизнедеятельности разных народов планеты (а исследование Дж. Фрезера – в самой науке этнологии).

Преданий непосредственно эпохи последнего материкового оледенения, разумеется, не существует. Однако сведения о гипотетическом ледовом покрове, который должен был бы оттеснить людей южнее границы льда, теоретически должны были сохраниться. Отголоски сведений о таком грандиозном и неблагоприятном явлении как огромный ледник могли сохраниться и у племен, обитателей контактных зон с ледниковым покровом. Ведь миграции народов, как известно, происходят во многом по причине возникновения природных условий, неблагоприятных или, наоборот, благоприятных для их жизнедеятельности.

Одной из самых масштабных миграций населения в глубокой древности было переселение ариев с территории Русской равнины (а, возможно и из Сибири), в том числе из северных территорий и из Арктики на юг. О нем говорится в эпосе иранского народа «Авеста» и индусов – «Махабхарате» и в ряде других древних сказаний. Арии, которые покидали свою прежнюю родину, были вынуждены мигрировать из-за похолодания климата. Судя по легендам из древних эпосов, теплый, исключительно благоприятный для проживания климат, сменился на климат с протяженной зимой и коротким прохладным летом.

Научный анализ упомянутых эпосов, причем многоаспектный (то есть с позиции разных – естественных и гуманитарных наук) был выполнен, прежде всего, индийским исследователем Л.Б.Г. Тилаком [38] и американским профессором У.Ф. Уорреном [40]. А также, уже в конце XX в., историком-индологом Н.Р. Гусевой [14, 15] и индийским профессором Санкритьяна Р. [36]. Всеми

упомянутыми исследователями были подтверждены сведения из легенд о происхождении древних персов и древних индусов, некогда единого народа ариев на севере, в том числе арктическом. По представлению Н.Р. Гусевой освоение ландшафтов Русской равнины произошло в V тыс. до н. э. мигрантами, пришедшими с севера.

Никаких преданий о ледяном щите или его таянии нет и у древних исторических обитателей Кольского полуострова (саамов). Также, как и у их предшественников – у народа «комса», который обитал на севере Скандинавии и Кольского полуострова еще 12 тыс. л.н. (одновременно с таявшим ледником?).

О существовании на Европейском севере «сказочной» страны Солнца, благоприятного климата и, главное, народа высокого уровня развития и, якобы, исходе ряда их представителей (если не всех греков) свидетельствуют и многие греческие авторы (в том числе Геродот и даже Гомер). У ирландцев известны предания о «волнах» пришельцев на остров, как из Атлантики (то есть с Запада), так и Севера. Причем причиной миграции стали большие катастрофические наводнения [9, 35].

7. Мегалитические памятники как признаки дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения

На всей территории, для которой, якобы, свойственно распространение покровного оледенения, зафиксированы многочисленные мегалитические сооружения. В том числе менгиры, сейды, кромлехи, трилиты, каменные образования геометрической формы (шары, пирамиды, параллелепипеды), подобия крепостей, наконец, разнообразные каменные антропо- и зооморфные изваяния [9-11]. Являясь рукотворными сооружениями, они никак не связаны ни с одной известной исторической культурой на территории покровного оледенения.

Мегалитические сооружения равным образом не коррелируют с палеолитическими культурами, известными по данным археологических находок на рассматриваемой территории. Никак не увязываемые со схемами исторического и доисторического процесса, необъяснимыми по многим своим особенностям, они в своем большинстве игнорируются гуманитариями-археологами, но, как не простые в естественно-научном отношении исследуются специалистами астрономами, геологами, географами, геологами и физиками.

Вместе с тем упомянутые выше каменные образования «родственны» таким известным и признанным мегалитическим сооружениям, как пирамиды в Египте и в Центральной и Южной Америке, кромлех Стоунхендж и некоторые другие в Великобритании и в других странах Европы. И они, таким образом, являются частью единой глобальной мегалитической культуры, возраст которой в целом дискуссионен, однако в ряде случаев приходится на ледниковую эпоху. Возраст создания отдельных мегалитов колеблется в интервале от 2.5 до 12 тыс. л. до н.э. Самым древним из этих памятников являются сооружения в Гебекли-Тепе в Турции. Впрочем, возраст затопленных каменных сооружений вблизи о. Йонагуни у берегов Японии в Южно-Китайском море, в том числе пирамиды по данным радиоизотопного анализа колеблется в пределах 10-16 тыс. л.

С мегалитическими памятниками явно коррелируют сохранившиеся «сквозь тысячелетия» топонимы с санскритскими корнями. – А они указывают (вместе с поименованными ими некоторыми мегалитами) на обитание древних народов на территории покровного оледенения. Пионерские исследования историка-индолога Н.Р. Гусевой и краеведа и этнографа С.В. Жарниковой [15] показали их широкое распространение на Севере Русской равнины, а автором – на всем севере Евразии [9-11]. При этом следует заметить: никакие исторические, а также доисторические народы (в том числе упоминавшийся народ комса на севере Скандинавии и Кольского полуострова) не являются авторами этих топонимов.

Речь идет о народе-обитателе огромных пространств Евразии, в том числе севера Русской равнины, который под влиянием катастрофических изменений климата мигрировал на юг. Это было неопровержимо доказано Н.Р. Гусевой [15], а также Б.Г. Тилаком, У. Уорреном и Расулом Санкритьяяана [36, 38, 40], однако проигнорировано академической наукой. – Как не соответствующее господствующим, устоявшимся представлениям. Разумеется, как дискуссионный феномен, мегалитические памятники могут служить только дополнительным критерием по рассматриваемому вопросу.

Заключение

Данные различного рода изысканий убеждают в дискуссионности принятой гипотезы покровного оледенения. Собственно говоря, с позиции гляциологии альтернативным этой гипотезе является утверждение о невозможности существования покровных оледенений в четвертичный период на территории Евразии. Разумеется, существуют альтернативные гипотезы генезиса так называемых форм рельефа и отложений ледникового и водно-ледникового происхождения. Одна из них объясняет эти формы и отложения морскими трансгрессиями, деятельностью морских и озерных водоемов. Эту гипотезу дополняет гипотеза тектонического преобразования рельефа, наиболее применимая к району Скандинавского щита, а также местам выхода коренных пород. Вместе с тем должно быть обращено внимание на не рассматриваемые в докладе короткие по времени катастрофические явления. – Связанные, в частности, с внезапными трансгрессиями морских вод, которые могли бы объяснить, такие феномены как, например, кладбища с хаотическими захоронениями мамонтов (и других внезапно погибших животных) и появление морской нерпы в Байкале.

Приводимые признаки дискуссионности общепринятой гипотезы материкового оледенения требуют дальнейшего расширенного ее обсуждения.

Литература

- [1] Археология СССР. Палеолит СССР (Отв. ред. Б.А. Рыбаков). М.1984. -391 с.
- [2] Археология СССР. Мезолит СССР (Ред. Б.А. Рыбаков). М.: Изд. Наука. 394 с.
- [3] Биджиев Р.А., Авдалович С.А., Брызгалова М.М. Море или ледник? // Природа. - 1988. № 3. – С. 53-55.
- [4] Большианов Д.Ю. Пассивное оледенение Арктики и Антарктиды. СПб.: Изд-во ААНИИ, 2006. 296 с.

- [5] *Большакинов Д.Ю.* Скандинавский ледниковый щит – новые данные и предложения // Известия русского географического общества. Вып. 6, 2015. С. 15-24.
- [6] *Васильчук Ю.К., Котляков В.М.* Основы изотопной геокриологии и гляциологии. М.: Изд. МГУ. 2000. – 616 с.
- [6а] Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность: В 2 кн. / Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов. Кн. 1. / Отв. ред. О.В. Смирнова. – М.: Наука. 2004
- [7] *Герасимов И.П., Марков К.К.* Четвертичная геология (палеогеография четвертичного периода). М.: Учпедгиз. 1939. – 235 с.
- [8] *Голубчиков Ю.Н.* Альтернатива ледниковой теории // Геоморфология. № 3. 2010. С. 109-111.
- [9] *Григорьев Ал.А.* Доисторическая география. Санкт-Петербург: Кафедра страноведения и международного туризма СПбГУ, 2016. – 296 с.
- [10] *Григорьев Ал.А.* Каменные сооружения – индикаторы доисторического освоения Арктики и их аналоги // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 87-98.
- [11] *Григорьев Ал.А.* Доисторическое освоение Арктики Географические аспекты. СПб.: Астерион. 2018. -226 с.
- [12] *Гросвальд М.Г. П.А.* Кропоткин и проблема древнего оледенения Сибири // Труды Международной научной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения П.А. Кропоткина. М., 2002. Вып. 4: Идеи П.А. Кропоткина и естествознание. Вопросы биографии П.А. Кропоткина. С. 17-36.
- [12а] *Губин В.Н.* О тектоно-динамических процессах в краевой зоне поозерского оледенения на территории БССР // Краевые образования материковых оледенений. Минск. 1990. С.42-43.
- [13] *Гурьянова Е.Ф.* Белое море и его фауна. Петрозаводск: Гос. изд-во Карело-Фин. ССР, Физическое описание.1948. -132 с.
- [14] *Гусева Н.Р.* Славяне и арьи. Путь богов и слов. М.: Фаир Пресс. 2002. – 336 с.
- [15] *Гусева Н.Р.* Русский Север – прародина индославов. М.: Вече. 2003. – 304 с.
- [16] *Захаров Ю.Ф.* Экзотектонические дислокации в осадочном чехле Западной Сибири // Геология и геофизика. № 6. 1968. С. 37-45.
- [17] *Зубаков В.А.* Глобальные климатические события плейстоцена. Л.: Гидрометеоздат. 1986. -286 с.
- [17а] *Калякин В.Н.* Природные условия позднего плейстоцена // Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность: В 2 кн. / Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов. Кн. 1. / Отв. ред. О.В. Смирнова.– М.: Наука. 2004. – С. 59-92.
- [18] *Котляков В.М.* В ста метрах от тайны // Вокруг света. 2004. № 2. С.93-101.
- [19] *Котляков В.М.* и др. (ред.) - Первоначальное заселение Арктики человеком в условиях меняющейся природной среды. М.: Геос.2014. – 579 с.
- [20] *Крицук Л.Н.* Поверхностные и подземные льды Западной Сибири в плейстоцене // Мат. гляциологических исследований. – М., вып. 69. 1990. С.93-102.
- [21] *Кузин И.Л.* Геоморфологические уровни Северо-Запада Русской равнины // Изв. РГО. 2004. Т.136. Вып. 6. С.11-20.

- [22] Кузин И.Л. Мифы и реалии учения о материковых оледенениях СПб.: Изд. СЗНИИ Наследие. 2013. -178 с.
- [22а] Ломоносов М.В. О слоях земных / М.В. Ломоносов. – М.-Л., 1949. – 211 с.
- [23] Леви К.Г., Мирошниченко А.И. Презентация на тему: «Мамонтовая фауна против грандиозного оледенения Арктики в позднем плейстоцене – 50-тысячелетняя история» (Презентация): // <http://www.myshared.ru/slide/1366255/>
- [24] Марков К.К. Избранные труды. Проблемы общей физической географии и геоморфологии. М.: Наука. 1986. – 287 с.
- [25] Маркова А.К., Пузаченко А.Ю., ван Кольфсхотен Т., Ван дер Плихт И., Пономарев Д.В. Новейшие данные о динамике ареалов мамонта и шерстистого носорога в Европе во второй половине позднего плейстоцена-голоцена // Известия РАН, сер. География. 2011. N 5, С. 62-73.
- [26] Никитин П.А. Плиоценовые и четвертичные флоры Воронежской области. Изд. АН СССР. М.-Л. 1957. – 230 с.
- [27] Павлов П.Ю. Палеолитические памятники Северо-востока Европейской части России. Сыктывкар. 1996. - 290 с.
- [28] Павлов П.Ю. Палеолит северо-востока Европы: новые данные // Археология, этнография и антропология Евразии 1 (33) 2008. С. 33-45.
- [29] Пидопличко И.Г. О ледниковом периоде. Вып. 2. Биологические и географические особенности Европейских представителей четвертичной фауны. Киев: Издательство академии наук Украинской ССР, 1951. – 265 с.
- [30] Пидопличко И.Г. О ледниковом периоде. Вып. 3. История четвертичной фауны Европейской части СССР. // Киев: Изд-во АН Украинской ССР, 1954, 221 с.
- [31] Пидопличко И.Г. О ледниковом периоде. Вып. 4. Киев: Издательство академии наук Украинской ССР 1956. -356 с.
- [32] Питулько В. Арктика была и остается малоизученным в археологическом отношении регионом // <https://ru.arctic.ru/analitic/20160704/385457.html> 04 Июля 2016.
- [33] Питулько В.В. Карта Некоторых стоянок конца палеолита в Арктике // по: Лаухин С.А. Самая северная в мире стоянка людей эпохи позднего палеолита // Природа 2007, n 8.
- [34] Рухина Е.В. Строение Шапки-Кирсинской возвышенности // Краевые образования материковых оледенений. М. Наука.1972. –С.35-46.
- [35] Предания и мифы средневековой Ирландии (пер. с ирландского). М. Изд. МГУ.1991.-С. 245.
- [36] Санкритьяяна Р. От Волги до Ганга (пер. с англ.) М. 2002. – С.234.
- [37] Талалай П.Г. Глубокое бурение в Антарктике: новые проекты // Природа, 2007, n 6. С.35-49.
- [38] Тилак Б.Г. Арктическая родина в Ведах (пер. с англ.). М.: Фаир-Пресс. 2001. – 528 с.
- [39] Удра И.Ф. Биогеографическое подтверждение морских трансгрессий и внутриматериковых подтоплений на территории Евразии в антропогене // Известия РАН. Сер. Географ. 2009. N 2. – С. 46-59.

- [40] Уоррен У. Найденный рай или колыбель человечества на Северном полюсе (пер. с англ.). М. 2003. – 480 с.
- [41] Чувардинский В.Г. Четвертичный период. Новая геологическая концепция. Апатиты: Кольский Научный Центр РАН. 2012. - 179 с.
- [42] Чувардинский В.Г. Дискуссия с ледниковой системой. Апатиты: 2004. – с.120.
- [43] Шумский П.А. Динамическая гляциология. М. 1969. -172 с.
- [44] Шумский П.А. Теория колебания ледников // Материалы гляциологических исследований. Вып. 32. М.1978. С.99-109.

S u m m a r y. Debatable questions of the hypothesis of continental cover glaciations are discussed. This involves data from geomorphology, geology, archaeology, glaciology, biogeography, as well as folklore, toponymy, and the distribution of megalithic monuments. The given signs of discussion of the concept of continental glaciation require further extended discussion of the generally accepted model (concept) of the phenomenon under consideration.

К ВОПРОСУ О ПОДХОДАХ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОЛИКУЛЬТУРНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕД

Ю.М. Гришаева*, И.В. Вагнер**, Н.С. Евстафьева*, Т.Л. Митрофанова*

*Московский государственный областной университет, Мытищи j.m.g@mail.ru,

n.s.evstafeva@yandex.ru, m.t.l1977@mail.ru

**Институт изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования, Москва, wagner.mail@mail.ru

ABOUT APPROACHES TO THE DESIGN OF ECO-ORIENTED MULTICULTURAL DIDACTIC ENVIRONMENTS

Y.M. Grishaeva*, I.V. Wagner**, N.S. Evstafieva*, T.L. Mitrofanova*

*Moscow Region State University, Mytishchi

**The Federal State Budget Scientific Institution «Institute of Study of Childhood, Family and Education of the Russian Academy of Education», Moscow

Аннотация. Все культуры интегрированы в общее наследие человека. Культурная самобытность народов обновляется и обогащается контактом с традициями и ценностями других народов. Культура – это диалог, обмен мнениями и опытом, понимание ценностей и традиций других людей. Необходимо уделять специальное внимание формированию у детей и молодежи знаний об экокультурных ценностях, о моральных, нравственных основах взаимодействия с природой, религиозных и светских традициях отношения человека к природе, трансформациях эколого-эстетического идеала.

Ключевые слова: экологическая культура, поликультурность, полиэтническая образовательная среда, этнопедагогический подход, аккультурационный подход, толерантность, экологическое образование.

Введение

Значительная часть специалистов в различных областях научного знания признает невозможность справиться с современными экологическими проблемами при помощи одних только научно-технических средств, ибо экологический кризис порожден ценностями и нормами технократической цивилизации. Их корректировка рассматривается в качестве основного условия перехода че-

ловечества к устойчивому развитию. Экологическая культура с ее экологическими ценностями и мировоззрением, нормами жизни, идеалом гуманистического отношения к природе противоположна доминирующим в современном обществе потребительским установкам. Важно формировать экологическую культуру как совокупность экологически развитых интеллектуальной, эмоционально-чувственной и деятельностной сфер личности.

Объекты и методы

Среда - это реальная действительность, в условиях которой происходит развитие человека. На формирование личности влияет географическая, национальная, школьная, семейная, социальная среда. Понятие «среда» введено в философию и социологию французским ученым Тэном и рассматривается как «противоположный полюс врожденной способности, как пространство и материал для развития, с помощью которых способность прокладывает себе путь прямо или окольно» [10].

Образовательная среда является частью социокультурного пространства, зоной взаимодействия образовательных систем, их элементов, образовательного материала и субъектов образовательных процессов [5].

В.А. Ясвин под образовательной средой (или средой образования) понимает «систему влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащих в социальном и пространственно-предметном окружении» [15].

В многонациональной России характерной чертой образовательной среды является полиэтничность. Полиэтническая среда – это та часть социальной реальности, которая поддерживает традиционные механизмы решения проблем взаимодействия и единства коллективного существования многих этнических общностей конкретной территории [3].

В.Н. Гуков, под полиэтнической образовательной средой понимаем, часть образовательной среды какого-либо учебного учреждения, представляющую собой совокупность условий, влияющих на формирование личности, готовой к эффективному межэтническому взаимодействию, сохраняющей свою этническую идентичность и стремящейся к пониманию других этнокультур, уважающей иноэтнические общности, умеющей жить в мире и согласии с представителями разных национальностей конкретного региона.

В полиэтнической образовательной среде происходит взаимодействие между субъектами образовательного процесса, принадлежащих к разным этносам. В функциональные особенности полиэтнической образовательной среды входит обеспечение взаимопонимания и эффективного взаимодействия между субъектами образовательного процесса позволяющие постичь этнокультурные ценности, нормы поведения своего и других народов, сформулировать опыт позитивного межэтнического взаимодействия и успешно адаптироваться в среде со смешанным этническим составом населения [3].

В полиэтническую среду входят особенности этнокультуры конкретных народов данной территории: традиции, обычаи, язык, искусство, особенности психики, поведения, речи, специфика национальной кухни, типа хозяйствования

ния, особенности климата, ландшафта и т.д. А это значит, что этнические особенности окружающей среды накладывают отпечаток на личность человека, на его характер, мировоззрение, семейные взаимоотношения, и взаимоотношения с людьми своей и другой национальности [3].

Обсуждение результатов

Этнопедагогический подход имеет существенный потенциал в целостном, системном развитии всех составляющих экологической культуры личности [6].

Мысли о взаимосвязи народных характеров с различиями климата, географических условий, природы высказывались еще в древние времена (Гиппократ, Геродот, Ксенофонт, Цезарь, Тацит, Страбон, Плиний). Однако лишь в XX веке в полную силу стали заявлять о себе такие науки как этнопедагогика, этнопсихология, экопедагогика и экопсихология. На рубеже 60-70-х гг. XX века общество пришло к пониманию, что всемогущество научно-технического прогресса — миф, так как имеются природные, экологические ограничения. В динамике развития философско-экологической картины мира, подходов международного сообщества к решению экологических проблем на протяжении последних десятилетий отчетливо просматривается тенденция переосмысления аксиологических, культурологических основ взаимодействия с природой, осознание культурологических корней экологического кризиса, переоценка ценностей в системе «Человек – Природа», принципиальная смена картины мира. Доминировавшая на протяжении нескольких веков интенсивной индустриализации философия природопользования, потребительское отношение человека к природе периода научно-технической революции, позиции антропоцентризма, согласно которым человек рассматривался как венец природы, ее господин, хозяин, высшая ценность мироздания, а природа – как источник существования человека, постепенно уступают место гуманистическим позициям гармоничного взаимодействия с природой.

Своевременность разработки этнопедагогического подхода к развитию экологической культуры личности обусловлена поликультурностью современного образования и необходимостью усиления аксиологического, воспитательного потенциала содержания экологического образования, обеспечения его перехода от ориентации на ценности потребительской культуры природопользования к ценностям гармоничного взаимодействия с природой. Для современного экологического образования актуальна разработка содержания и средств, позволяющих сформировать отношение к природе как ценности культуры, дать представление обучающимся о духовно нравственных основах взаимодействия человека с окружающим миром.

Постепенное изменение философско-экологической картины мира, смещение приоритетов в решении экологических проблем с технологических средств борьбы с антропогенным загрязнением среды на культурологические подходы, на формирование экологической культуры, ценностного, духовно-нравственного отношения к природе способствует тому, что с каждым годом в разных областях научного знания усиливается внимание к аксиологическим, культурологическим аспектам экологического развития, укрепляется тенденция

гуманизации и гуманитаризации экологического образования, в контексте которой и рассматривается нами этнопедагогический подход к развитию экологической культуры личности.

В рамках исследований в таких областях как этноэкология, этнопедагогика, экопсихология, экопедагогика в области гуманитарного экологического направления современной педагогики уже накоплен определенный опыт теоретической и методической разработки проблем интеграции этно- и экокультурных компонентов развития личности и общества. Экологическое направление интенсивно развивается в области этнопсихологии и этнопедагогике. Новые интенсивно развивающиеся области социально- психологического знания базируются на социально-экологической философии, являются компонентами гуманитарно-экологического знания, развитие которого отражает процесс глобальной перестройки современной цивилизации с позиций технократической культуры на позиции экологической, от антропоцентризма – к идеалам гармонии в системе «Человек – Природа». Эта тенденция выражена в усилении внимания исследователей к культурологическим основам экологического развития, расширению и укреплении социально-экологической теории и практики как междисциплинарного направления научно-практической деятельности. Среди исследований, посвященных этнокультурным традициям воспитания у детей культуры отношения к природе можно выделить две основные группы. Во-первых, исследования, посвященные этнопедагогическим традициям экологического образования конкретных народов, этнических групп. Во-вторых, исследования, посвященные разработке культурологических основ экологического образования, и в этом контексте востребующие потенциал народных традиций.

Этнопедагогическая школа может быть представлена работами академика РАО Г.Н. Волкова и его многочисленных учеников. Г.Н. Волков рассматривает природу как один из важнейших факторов народной педагогики, отмечает, что «природа – не только среда обитания, но и родная сторона, Родина» [4, с.129]. Как и А.А. Налчаджян в «Этнопсихологии» [12], так и Г.Н. Волков в «Этнопедагогике» связывает с природой чувство патриотизма: «Привязанность к родным местам – стержневое свойство здорового патриотизма...» [4, с. 132].

Изложенные позиции мы рассматриваем в качестве концептуальных основ реализации идей устойчивого развития (Концепция устойчивого развития была принята мировым сообществом в 1992 году на Всемирном саммите ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро), обеспечения эффективности образования для устойчивого развития (ОУР). Согласно Концепции, образование не только дает научные и технические навыки, но и обеспечивает мотивацию, служит объяснением и оказывает социальную поддержку для развития навыков и их применения. Через образование можно прививать ценности, воспитывать отношение, поведение и стиль жизни, необходимые для обеспечения устойчивого будущего. Суть стратегии ОУР состоит в том, чтобы перейти от простой передачи знаний и навыков, необходимых для существования в современном обществе, к готовности действовать и жить в быстроменяющихся условиях, участвовать в планировании социального развития, учиться предви-

деть последствия предпринимаемых действий, в том числе и возможные последствия в сфере устойчивости природных экосистем и социальных структур: «Образование выступает одной из предпосылок для достижения устойчивого развития и важнейшим инструментом эффективного управления и развития демократии».

Такое видение образования акцентирует внимание на целостном и междисциплинарном подходе к развитию навыков и умений, необходимых для обеспечения устойчивого будущего, а также придает особое значение изменению ценностей, отношений и образа жизни. Боннская декларация, принятая участниками Всемирной конференции ЮНЕСКО по образованию в интересах устойчивого развития в Германии 31 марта – 2 апреля 2009 г. – подчеркивала междисциплинарный характер ОУР, призывала к разработке новых педагогических программ и технологий, созданию институциональных и организационных структур, «которые способствуют гибкости, участию учащихся, междисциплинарным программам...». В качестве одного из ведущих компонентов образования для устойчивого развития мы рассматриваем гуманитарно-экологическое образование.

Исторически сложилось так, что экологическое образование в России сформировалось на основе доминирующей в обществе 70-х гг. XX в. психологии покорения природы, потребления, природопользования, которую оно пыталось корректировать, вооружая детей представлениями об исчерпаемости природной кладовой. Сегодня мы можем констатировать, что об остроте экологических проблем молодежь уже немало информирована и что это знание кардинально не меняет поведения, не позволяет предотвратить разорение человечеством собственного дома, его самоуничтожение ради иллюзорной сиюминутной экономической выгоды. Более того, происходит искажение самого понятия нормы, формируется картина мира, в которой экологическая катастрофа – обыденное явление, а негативное воздействие на природу – практически неотъемлемая характеристика человечества. Нарастание остроты экологических проблем на фоне крайне низких темпов формирования экологической культуры общества обуславливает необходимость поиска принципиально новых подходов, средств повышения результативности, переосмысления самих основ экологического образования. Экологическая культура с ее экологическими ценностями и мировоззрением, нормами жизни, идеалом гуманистического отношения к природе противоположна доминирующим в современном обществе потребительским установкам. Именно поэтому невозможно ограничить экологическое образование формированием у ребенка естественно-научных знаний, рационального отношения к природе, культуры потребления, навыков грамотного природопользования.

В гуманитарной экологии – экологической этике – этнопедагогический подход является не только методологией, но и находит выражение в этнопедагогическом модуле как одном из содержательных образовательных модулей. Чтобы дети могли реализовывать экокультурные ценности и нормы в социально-экологической практике, они должны иметь определенные представления о

культуре отношения к природе разных народов и в разные исторические эпохи. Чтобы нормативное поведение детей в природе было позитивным, необходимо наличие у них представлений о позитивных нормах отношения к природе. Чтобы состоялось признание природы как духовной и эстетической ценности, необходимо знание о том, как почитаются объекты природы у разных народов, в разных религиях, о том, как воплощаются в произведениях литературы, искусства эмоциональное восприятие природы человеком. Все это и многое другое составляет содержание этнокультурного модуля разрабатываемой нами гуманитарной области экологического образования и эколого-этического воспитания.

Этнопедагогический подход к формированию у детей экологической культуры выражается в интеграции средств этнопедагогики и инновационных технологий социально-экологической практики, этнокультурном характере моделей открытых социально-педагогических систем экологического воспитания, развитии этнокультурного модуля гуманитарно-экологического образования; обеспечивает повышение его образовательного потенциала, гуманизацию экологического образования, развитие у подрастающих поколений ценностного отношения к природе, толерантности, культуры межнационального общения и гражданской позиции в сфере решения экологических проблем; реализацию приоритетов международной стратегии образования для устойчивого развития.

Потенциал этнопедагогики в экологическом образовании заключается в гуманистическом характере этнокультурной картины мира, духовно-нравственных, этических основах этнокультурных традиций взаимодействия с природой, в широком спектре этнопедагогических средств формирования экологической культуры личности и общества.

С аккультурационным подходом связывают появление термина «поликультурное образование». Первоначальные теоретические и практические многокультурные элементы, внесенные в педагогическую жизнь различных стран в 1960-70-е годы, известны как многоэтническое образование (multiethnic education), ставившее своей целью создание, утверждение и развитие гармонии в отношениях между членами различных этнических групп. Однако, под влиянием новой волны эмигрантов, нахлынувшей в 1970-80-е годы (США, Канада, Германия и др.), эти многоэтнические перспективы довольно быстро претерпели существенные трансформации, что привело к современному пониманию поликультурного образования как процесса освоения этнической, общенациональной и мировой культуры в целях духовного обогащения, развития планетарного сознания, формирования готовности и умения жить в многокультурной полиэтнической среде [9, с. 11].

Под аккультурацией Д. Мацумото понимает усвоение новой культуры, что приводит к изменениям, которые происходят в результате продолжительного непосредственного контакта представителей разных культур [13].

В рамках аккультурационного подхода большая часть зарубежных исследователей придерживается мнения о том, что поликультурное образование должно как ориентироваться на культуру переселенцев, так и включать в себя

изучение традиций родной культуры, процесса переработки этих традиций в рамках новой культуры, поскольку конфронтация с изменившимися условиями жизни вызывает необходимость в выработке новых культурных ориентиров [16, с. 359].

Даже при самых благоприятных условиях контакта, например, при постоянном взаимодействии, совместной деятельности, частных и глубоких контактах, относительно равном статусе, отсутствии явных различительных признаков, у человека могут возникнуть сложности и напряженность при общении с людьми другой национальности. Поэтому большое значение приобретает изучение межкультурной адаптации, в широком смысле слова понимаемой как сложный процесс, благодаря которому достигается соответствия (совместимости) с новой культурной средой, а также результат этого процесса [11].

Продолжительность адаптации ребенка в поликультурное образовательное пространство зависят от многих факторов: внутренних (индивидуальных) и внешних (групповых). В связи с этим обычно выделяют внутреннюю (выражающуюся в чувстве удовлетворенности и полноты жизни) и внешнюю (которая проявляется в участии индивида в социальной и культурной жизни новой группы) стороны адаптации [14].

«Факторами аккультурации являются: демографические и личностные характеристики; обстоятельства жизненного опыта индивида; степень сходства или различия между культурами – культурная дистанция; особенности культуры, к которой принадлежит ребенок; внешние условия и отношение принимающей стороны» [1].

К внешним факторам относятся возраст (младшие школьники адаптируются быстрее и успешнее старшеклассников) и пол (девочки труднее приспосабливаются к новому окружению, чем мальчики). А к внутренним – личностные характеристики детей. Если ребенок обладает такими качествами, как высокая самооценка, экстравертность, интерес к окружающим людям, склонность к сотрудничеству, самоконтроль, смелость и настойчивость, то ему легче адаптироваться в новой языковой среде. Важное значение имеет и мотивация, от которой зависит насколько хорошо ребенок знает язык, историю и культуру страны. Наличие знаний облегчает адаптацию. Среди внешних факторов необходимо отметить особенности культуры, к которой принадлежит ребенок. Специалисты отмечают, что хуже адаптируются дети – представители великих держав, которые обычно считают, что приспособляться должны не они, а другие. Большое значение имеют и условия: насколько доброжелательны представители принимающего большинства, готовы ли помочь им, общаться с ними [14].

Толерантность является необходимым условием построения конструктивного диалога и разрешения конфликтных ситуаций при интеграции детей из семей мигрантов в группу сверстников. В связи с этим работа с детьми и их родителями должна строиться на основе принципа толерантности, который предполагает признание правомерности культурных, религиозных, расовых и прочих различий между индивидами, группами и социальными общностями, тер-

пимое отношение к проявлениям непохожести во внешнем виде, поведении, в ценностных ориентациях других людей [7].

Выводы

Все культуры интегрированы в общее наследие человека. Культурная самобытность народов обновляется и обогащается контактом с традициями и ценностями других народов. Культура – это диалог, обмен мнениями и опытом, понимание ценностей и традиций других людей. Необходимо уделять специальное внимание формированию у детей и молодежи знаний об экокультурных ценностях, о моральных, нравственных основах взаимодействия с природой, религиозных и светских традициях отношения человека к природе, трансформациях эколого-эстетического идеала. Необходимо сформировать у подростков систему экокультурных ценностей с учетом современной картины мира, преодоления антропоцентризма, с позиций холизма, коэволюции, гармонии Человека и Природы. Это задачи гуманитарно-экологического образования, представляющего собой культурологический, аксиологический блок знаний об отношении человека к природе.

Содержание основных подходов к проектированию эколого-ориентированных поликультурных дидактических сред мы определяем как совокупность представлений об этнокультурных традициях, нравственных, этических основах отношения к природе у разных народов, их гуманистическом характере; народном идеале совершенного человека как личности, развивающейся в гармонии с природой и реализующей ценностное отношение к природе в практике; средствах и формах выражения гуманистического отношения к жизни в трудовой деятельности, фольклоре, быту, народных ремеслах, художественном творчестве.

Литература

- [1] *Берри Д.* Аккультурация и психологическая адаптация: обзор проблемы. [Электронный ресурс]. URL: file:///C:/Users/40E4~1/AppData/Local/Temp/johnberri-1.pdf (дата обращения: 12.03.2020).
- [2] *Борисенков В.П.* Поликультурное образовательное пространство России: история, теория, основы проектирования: Монография / В.П. Борисенков, О.В. Гукаленко, А.Я. Данилюк. – М.-Ростов н/Д: Изд-во РГПУ, - 2004. – 576.
- [3] *Вертякова Э.Ф.* Теоретико-методологические аспекты регулирования этнокультурных отношений в образовательном пространстве: Монография. – Челябинск: ЧГПУ, 2006. – 143 с.
- [4] *Волков Г.Н.* Этнопедагогика. М.: ИЦ «Академия», 2000. – 176 с.
- [5] *Воробьева С.В.* Основы управления образовательными системами: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 540600 (050700) «Педагогика». – М.: Академия, 2008. – 207 с.
- [6] *Глазачев С.Н., Вагнер И.В., Грехова Л.И., Сотникова Н.Н., Буркина И.В.* Этно-Эко-Культура педагогики семьи: научно-методическое пособие. М.: РИО МГГУ им. М.А. Шолохова, 2008. 212 с.

- [7] Глухова Т.В. Национальная идентичность и межнациональная толерантность в подростковом возрасте / Т.В. Глухова, С.В. // Возрастные особенности формирования толерантности. – М., 2003.
- [8] Гукаленко О.В. Поликультурное образование: теория и практика. Ростов н/Д.: Изд-во РПГУ, 2003. – 512 с.
- [9] Колобова Л.В. Становление личности школьника в поликультурном образовании: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Оренбург, 2006.
- [10] Крившенко Л.П. Педагогика: учебник / Л.П. Крившенко, М.Е. Вайндорф – Сысоев и др. под ред. Л.П. Крившенко. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2004. – 432 с.
- [11] Маркова С.Д. Аккультурация: к теории вопроса // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/12/60006> (дата обращения: 12.03.2020).
- [12] Налчаджян А.А. Этнопсихология. 2-е изд. СПб.: Питер, 2004. 381 с.
- [13] Психология и культура [Текст]: Современ. исслед. / Дэвид Мацумото. - 3. междунар. изд. - С-Петербург: Прайм-Еврознак; Москва: Нева, 2002. - 414 с.
- [14] Шапошникова Т.Д. К проблеме адаптации детей из семей мигрантов в современном социокультурном пространстве. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.school2100.ru/upload/iblock/a9f/a9f147baf3352eebf91b9853db91a1ee.pdf> (дата обращения: 12.03.2020).
- [15] Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию, - М.: Смысл, 2001. - 365 с. (6)
- [16] Boos-Nonning U., Hohmann M., Reich H. Aufnahmeunterricht, Muttersprachlicher Unterricht, Interkultureller Unterricht. Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung zum Unterricht für ausländische Kinder in Belgien, England, Frankreich und den Niederlanden. München, 1983.

S u m m a r y. All cultures are integrated into the common human heritage. The cultural identity of peoples is renewed and enriched by contact with the traditions and values of other peoples. Culture is a dialogue, an exchange of opinions and experiences, an understanding of the values and traditions of other people. Special attention should be paid to the formation of children and young people's knowledge of eco-cultural values, the moral and moral foundations of interaction with nature, religious and secular traditions of human relations to nature, and transformations of the ecological and esthetic ideal.

МИССИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА

Н.А. Иванищева
ОГПУ, г. Оренбург, geo_ospu@mail.ru

MISSION OF EDUCATION IN FORMING THE SCIENTIFIC PICTURE OF THE WORLD

N.A. Ivanishcheva
Orenburg State Pedagogical University, St. Orenburg

Аннотация. Статья посвящена раскрытию миссии образования в условиях изменяющейся социокультурной реальности. Раскрывается сложившийся к настоящему времени статус научной картины мира как части мировоззрения и общей культуры. Складывается научная картина мира в результате синтеза знаний, получаемых в различных науках, и содержит общие представления о мире, выработанные на конкретном этапе развития науки. Формируется у студентов высшей школы в процессе познания дисциплин в виде целостного образа мира, интегрирующего представления о природе и обществе.

Ключевые слова: миссия образования, научная картина мира, познание, теоретическое знание, мировоззрение, культура.

Введение

Возможности человеческого познания безграничны, но неизбежно наступает время, когда в разрезе новых знаний то, что было незыблемым ранее, отступает на задний план, уступая место новшествам, и одна картина реальности сменяется другой, наиболее достоверной для данного периода времени. Именно поэтому понятие «картина мира» многогранно рассматривается в области различных наук.

Впервые зародившись как научное понятие в рамках философии, термин получил распространение в областях исследования различных наук. Выявление теоретических основ исследования научной картины мира (далее – НКМ) как философской категории позволяет приблизиться к пониманию феномена данного понятия.

Регион исследований, объекты и методы

Общенаучный термин «картина мира», введенный в свое время в философию науки, становится в современных условиях трансформации реальности все более популярным в работах по философии, естествознанию, географии, истории, социологии, психологии, педагогике. При этом среди ученых наблюдается разночтение в понимании этой одной из фундаментальных категорий науки. Уточним, что, собственно, считается научной картиной мира.

В широком философском понимании научная картина мира – это «целостный образ предмета научного исследования в его главных системно-структурных характеристиках, формируемый посредством фундаментальных понятий, представлений и принципов науки на каждом этапе ее исторического развития» [6, с. 32].

НКМ является, по мнению У.И. Мересте и С.Я. Ныммик «в прямом смысле не только наглядным изображением всего того, что в мире существует и происходит <...> это систематизированное и целостное представление о мире в виде

совокупности наиболее фундаментальных, имеющих как прикладное, так и теоретическое и философское значение концепций современной науки» [4, с. 11].

Выделяют различные формы НКМ, и нас интересует, прежде всего, общенаучная «как обобщенное представление о Вселенной, живой природе, обществе и человеке, формируемое на основе синтеза знаний, полученных в различных научных дисциплинах» [6, с. 32]. Все четыре элемента (Вселенная, живая природа, общество, человек) представляют собой объекты и предметы исследований какой-либо науки (физика – наиболее общая наука о природе, химия – наука о разнообразии веществ и их взаимодействиях, биология – наука о живых системах, география – наука о Земле и др.), где индивидуальное сознание человека на пути своего становления опирается на научную картину мира, как на структурный компонент научного познания. НКМ выступает как способ моделирования реальности, который существует помимо отдельных научных дисциплин (но на их основе) и характеризуется универсальностью, глобальностью охвата всех областей знания о мире, человеке и обществе.

В формировании НКМ выделяется несколько этапов

Первой НКМ считается классическая, которая сложилась в XVII-XVIII вв. и по своей сути основана на представлениях об абсолютном пространстве и времени, в которых существуют некая совокупность материальных тел, состоящих из атомов, вечных по своей сущности. Они совершают движения в пространстве (законы Ньютона). Этими законами также управляются все процессы, протекающие в мировом пространстве, и поэтому все происходящие изменения имеют причину. Случайность отрицается и считается нераспознанной закономерностью. Всевозможные действия человека рассматриваются как выражение законов физики, а разум, чувства и мысли позиционируются как импульсы его нервной системы. Жизнь человека и природа подчиняются неизменным законам физики и собственной цели не имеют. Это система мышления, базирующаяся на концепциях Р. Декарта и И. Ньютона, представляющая мир как единый и единственный, как мир твердой материи, подчиняющийся законам динамики.

Второй этап выделяется формированием неклассической науки с конца XIX-начало XX вв., ориентированной на изучение сложных систем: появились впервые представления о половом разделении как двух сторонах единой материи. Возникло понимание об относительности категорий пространства и времени и об их взаимозависимости с материальными объектами. Было сделано открытие, что атом не является неделимой частицей, расширились представления о его свойствах и перемещении в пространстве. Видение мира изменилось под влиянием новых открытий – теории относительности, работ Э. Резерфорда, Н. Бора, В. Гейзенберга. Исследования показали, что прошлое, настоящее, будущее не тождественны, события невозможно повернуть вспять, они невозпроизводимы, следовательно, для времени характерна направленность. Появилась наука кибернетика и в ее рамках переосмысливалась фундаментальная категория «энергия», а затем и «информация».

Третий этап связан с формированием постнеклассической научной картины мира в середины XX в. «на базе принципов глобального эволюционизма, ста-

новится фундаментальной исследовательской программой науки на этапе интенсивного междисциплинарного синтеза знаний» [9, с. 354]. Междисциплинарный синтез происходит естественным образом: по мере накопления знаний науки обнаруживают, что их объекты могут быть изучены в других областях и с другой точки зрения. В результате научная картина мира, обогащаясь самыми разными научными достижениями в области квантовой физики, теории вероятности и др. становится более целостной. С начала XXI в. термин «картина мира» вошел в употребление в научных исследованиях в области психоаналитики, нейрофизиологии, бионики и др.

По мнению большинства ученых (В.И. Вернадский, В.М. Котляков, Н.Н. Моисеев и др.), НКМ позиционируется со специфическим мыслительным образованием, занимающим срединное положение между философией и мировоззрением, с одной стороны, и специальной научной теорией – с другой.

В результате обобщения и синтеза фундаментальных научных понятий и принципов, с привлечением философии для их осмысления, строится целостная система представлений об общих свойствах и закономерностях действительности, которая представляет собой НКМ.

НКМ, как образ, является лишь частью мировоззрения, под которым понимается знание мира, дополненное ценностной ориентацией и принципами познания. На основе мировоззрения НКМ осуществляется и овеществляется в культуре поколений, поэтому в ряду человеческой деятельности и знания занимает свое особое место: культура – мировоззрение – научная картина мира – теория – закон.

НКМ выполняет эвристическую роль в процессе построения фундаментальных научных теорий. Она тесно связана с мировоззрением, являясь одним из важных питательных источников его формирования.

«Прикосновению» обучающихся к знанию и методам современной науки во многом способствует присущая всякому человеку психологическая потребность найти свое место среди явлений природы, и как раз она стимулирует желание постигать как отдельные законы физической реальности, так и их теоретические обобщения в виде фундаментальных теорий и научных картин своего времени.

Подчас непростой процесс усвоения обучающимся учебного материала во всех его составляющих, того усвоения, которое приносит ему удовлетворение от познания мира и своего места в нем, приводит его затем к тому уменьшению ранее владевшего им психологического напряжения, без чего невозможен очередной шаг к еще непознанному им фрагменту мира.

В исследовании нами выполнен анализ ОПОП ВО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили География и Иностранный язык, Биология и География, География и Экономика на предмет раскрытия НКМ не только в мировоззренческом аспекте, но в когнитивно-гносеологическом смысле, в соотнесении с конкретными системными объектами познания. В этом отношении речь пойдет не только «о мире физического» (физическая научная картина мира) или «мире социального»

(социальная научная картина мира), но и об объектных мирах более низкого ранга – общества, культуры, образования.

Как известно научное познание проходит ряд этапов – от созерцательного и непосредственного наблюдения до формулировки дедуктивных построений, если это положение выразить в терминах теории познания, когда в сознании формируется чувственный образ реального мира. Этот этап познания характеризуется прямым влиянием объекта на сознание, и ему в процедурном отношении соответствуют описания. Затем у субъекта формируется познавательный образ реального мира, когда он начинает объяснять явления. В результате этого получается адекватное отражение мира, т.е. происходит определенное тождество мира и сознания. Наконец, на основе объяснения предметов и явлений исследователь начинает создавать творческий образ – делать идеальные модели, т. е. рекомендовать, предлагать конструктивные решения. На этом этапе происходит навязывание идей внешней природе, т. е. «сознание начинает воздействовать на мир» [10, с. 22]

НКМ, являясь объектом научного познания (природы, социума, культуры и т.д.), выступает и как тип теоретического знания, выполняет функции, свойственные теории – синтез и системную организацию знания. В то же время, в отличие от научной теории, которая строится на основе методов формализации высокого уровня, НКМ предстает как наглядный образ и онтологическая целостность. Иначе говоря, она совпадает с представлениями о той сфере реальной действительности, с которой она соотносится. В итоге получается, что НКМ выступает не только как форма теоретического знания, но и как система отношений человека и мира (субъектно-объектных, деятельностных, ценностных и ориентационных). Достигается репрезентация идеально-абстрактного и образно-наглядного в синтезе с социально-оценочным, нравственно-этическим, культурно-эстетическим, что принципиально важно в рамках нашего исследования – в поисках новых технологий организации и построения знания.

В вузе студент накапливает знания, которые в момент приобретения являются строго обособленными – как друг от друга, так и от субъекта познания. Чтобы установить между ними связи, необходима мысленная работа. Такая работа требует, во-первых, развитых навыков мышления (которые формируются в процессе обучения); во-вторых, накопления некоторой «критической массы» знаний, когда становится уже невозможно не замечать параллели между ними (что тоже происходит в процессе обучения). По мере наращивания таких связей вкуче с увеличением объема знаний НКМ каждого отдельного обучающегося приобретает синтетический характер. Так, например, географическая картина мира лежит в основе знаний, отражающих представление человека о природе и обществе, и служит фундаментом становления многообразного комплекса явлений географической культуры. Академик В.П. Максаковский в фундаментальном труде «Географическая культура» подчеркивает значимость географических знаний в формировании научного мировоззрения [3]. География имеет широкие междисциплинарные связи со многими отраслями научного знания. Целый ряд научных дисциплин (социология, история, биология, химия и др.) используют в

своей методологии географический метод, широко применяют специальные карты, формируют пространственный подход к изучению и исследованию своего предмета. На данном историческом этапе география играет ключевую роль в объяснении современных экономических, социальных, культурных и политических процессов.

Усвоению студентами основ НКМ как личностной ценности способствует раскрытие социокультурных функций картины и восприятие ее как средства стратегии в своей повседневной жизни. Этот мотив должен пронизывать весь процесс обучения в вузе [1].

В современных психолого-педагогических и методических исследованиях (А.Г. Асмолов, Н.В. Бордовская, А.М. Новиков, В.Д. Сухоруков и др.) доказывается, что цели и содержание образования во многом определяются утвердившимися в обществе традициями, мировоззрением, стереотипами, отвечающими определенной культурной доминанте. Речь идет «о главенствующей в обществе идее, которая программирует сознание и поведение индивидов» [8, с. 148]. Высшая школа предоставляет широкое пространство возможностей для различных моделей и подходов в образовании, направленных на полноценное развитие личности обучаемого как субъекта профессиональной деятельности. В интегрированной проектно-созидательной модели обучения в педагогическом вузе логика образовательного процесса базируется на идее познания окружающего мира в контексте его «сотворения»: проектирования, моделирования, конструирования, исследования и всесторонней оценки результатов завершенного проекта как с точки зрения его качественного и количественного уровня, так и точки зрения «вживания в окружающий мир». Наряду с заучиванием определенного минимума знаний выделяется созидательное начало всякого познания. Готовое знание сосуществует совместно со знанием, синтезированным самим студентом. Образование рассматривается как «построение образа окружающего мира» [7, с. 62].

Особую значимость для достижения целостности познания мира приобретают в этом плане проблема соотношения гуманитарного и естественно-научного образования и проблема их синтеза. Гуманитарное знание – это знание о человеке и человеческом образе (дисциплины история, социология, педагогика и др.); отличительными его чертами являются меньшая определенность и точность, чем технического и естественно-научного знания, но и большая гибкость, вариативность и многозначность. Естественно-научное знание и мышление, напротив, обладают большей строгостью, определенностью, однозначностью, поэтому они более рациональны, опираются на строгую логику и предполагают конкретные решения. Сочетание в вузовской подготовке гуманитарного и естественно-научного знания призвано сформировать у студентов умения вариативности и целостности мышления при обращении к явлениям окружающего мира и оценке его места в общей картине мира.

Вывод

Проведенный углубленный анализ содержания понятия «научная картина мира» свидетельствует об отсутствии до сих пор его однозначного толкования. Данное понятие несколько «размыто», занимает промежуточное положение

между философским и естественнонаучным отражением тенденций развития научного познания. В проведенном исследовании научная картина мира рассмотрена как форма теоретического знания. Она содействует поиску мировоззренческих ориентиров, определяющих миссию образования, выявлению соразмерности новых ценностей и приоритетов, формирующихся в культуре.

В высшей школе научная картина мира играет роль глобальной исследовательской программы, обеспечивая постановку проблем междисциплинарного синтеза и обосновывая возможность трансляции знаний из одной науки в другую. Благодаря высокой степени обобщения научная картина мира наиболее тесно контактирует со смыслами универсалий культуры и обладает ярко выраженным мировоззренческим статусом.

Литература

- [1] *Иванищев Н.А.* Инновационные ориентиры междисциплинарных исследований в сфере географического образования // Инновационные процессы в области естественнонаучного и социально-гуманитарного образования: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. (Оренбург, 21 марта 2019 г.). – Оренбург: Тип. «Экспресс-печать», 2019. – С. 120-126.
- [2] *Котляков В.М.* Избранные сочинения. Кн. 3. География в меняющемся мире. М.: Наука, 2001. 342 с.
- [3] *Максаковский В.П.* Географическая культура. М.: ВЛАДОС, 1998. 416 с.
- [4] *Мересте У.И., Ныммик С.Я.* Современная география: Вопросы теории. М.: Мысль, 1984. 296 с.
- [5] *Моисеев Н.Н.* Восхождение к Разуму. Лекции по универсальному эволюционизму и его приложениям. М.: ИздАТ, 1993. 175 с.
- [6] Новая философская энциклопедия: в 4 т. / предс. науч.-ред. совета В.С. Степин. М.: Мысль, 2010. Т. 3. 692 с.
- [7] Педагогика: в 2 т. Т. 1. Общие основы педагогики. Теория обучения: учебник и практикум для академического бакалавриата / М.И. Рожков, Л.В. Байбородова, О.С. Гребенюк, Т.Б. Гребенюк; под ред. М.И. Рожкова. М.: Изд-во Юрайт, 2019. 402 с.
- [8] *Ситаров В.А.* Теория обучения. Теория и практика: учебник для бакалавров. М.: Изд-во Юрайт, 2019. 447 с.
- [9] *Степин В.С.* Философия науки. Общие проблемы: учебник. М.: Гардарики, 2006. 384 с.
- [10] Теория и методология географической науки: учебник для бакалавриата и магистратуры / под ред. С.П. Евдокимова, С.В. Макара, А.М. Носонова. М.: Изд-во Юрайт, 2018. 409 с.

S u m m a r y. The article is devoted to the disclosure of the mission of education in a changing sociocultural reality. The status of the scientific picture of the world that has developed to date as part of a worldview and general culture is revealed. A scientific picture of the world is emerging as a result of the synthesis of knowledge obtained in various sciences, and contains general ideas about the world developed at a particular stage in the development of science. It is formed among students of higher education in the process of cognition of disciplines in the form of an integral image of the world, integrating ideas about nature and society.

ПОТЕПЛЕНИЕ АНТАРКТИКИ КАК ПОСЛЕДСТВИЕ

ДЕГАЗАЦИИ НЕДР

А.Ю. Ретеюм

Факультет географии МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

WARMING OF ANTARCTIC AS A CONSEQUENCE OF DEGRASING OF SUBSOILS

A.Yu. Reteyum

Faculty of Geography, Moscow State University of M.V. Lomonosov, Moscow

Аннотация. Потепление Антарктики, наблюдаемое в последние годы, представляет собой одно из следствий глубинной дегазации, связанной с дрейфом ядра Земли на север. По тектоническим разломам литосферы движутся восходящие потоки водорода и других газов. При их попадании в окислительную обстановку происходит увеличение количества воды в океане и воздухе, которое сопровождается снижением концентраций кислорода и высвобождением гигантских количеств энергии. Положения предлагаемой теории прошли проверку с помощью метода мысленного критического эксперимента. Реальность атмосферных эффектов дегазации недр подтверждается фактами синхронного разрушения озона в стратосфере и повышения температуры приземного слоя воздуха. Эти события, как правило, совпадают по времени с выбросами из недр озонразрушающего и теплогенерирующего водорода.

Ключевые слова: Антарктика, потепление климата, водородная дегазация, дрейф ядра Земли.

Введение

9 февраля 2020 г. аргентинская станция Марамбио впервые за всю историю метеорологических наблюдений в Антарктике зафиксировала максимальную температуру воздуха выше 20°. Предыдущий рекорд, датируемый 24 марта 2015 г., составлял 17,5° (судя по данным станции Эсперанса, расположенной также у северной оконечности Антарктического полуострова). Очевидно, что на наших глазах разворачивается процесс ускоренного потепления южной полярной области земного шара. Для научного объяснения феномена требуется выяснить причины сильнейшего прогрева приземного слоя воздуха в конкретном месте и в конкретное время. Обобщение массы фактов дает исчерпывающий ответ: это следствие глубинной дегазации водорода, вызванной ускоренным дрейфом ядра Земли из Южного полушария в Северное.

Анализ погодных условий в районе Антарктического полуострова показывает, что термические аномалии 2020 и 2015 гг. характеризуются внезапным возникновением и быстрым исчезновением (рис. 1 и 2).

Как правило, резкие перепады температуры воздуха вызывают глубокие циклоны, но в рассматриваемых случаях они никак не связаны с прохождением атмосферных фронтов (рис. 3-4).

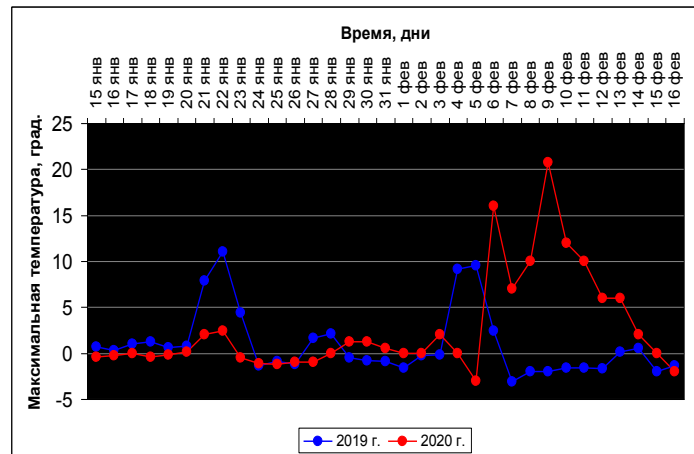


Рис. 1. Температура воздуха на острове Сеймур в январе-феврале 2019 и 2020 гг. (станция Марамбио). Источник: по данным TuTiempo.net (<https://www.tutiempo.net/clima/ws-889630.html>) и timeanddate.com (<https://www.timeanddate.com/weather/antarctica/marambio-base/historic>)

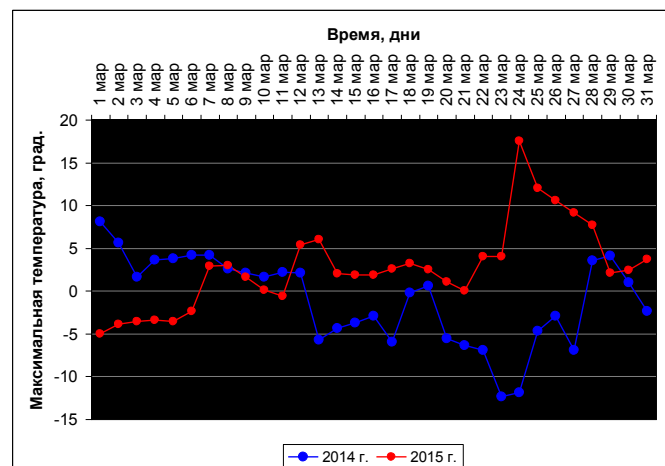


Рис. 2. Температура воздуха на севере Антарктического полуострова в марте 2014 и 2015 гг. (станция Эсперанса). Источник: по данным TuTiempo.net (<https://www.tutiempo.net/clima/ws-889630.html>)

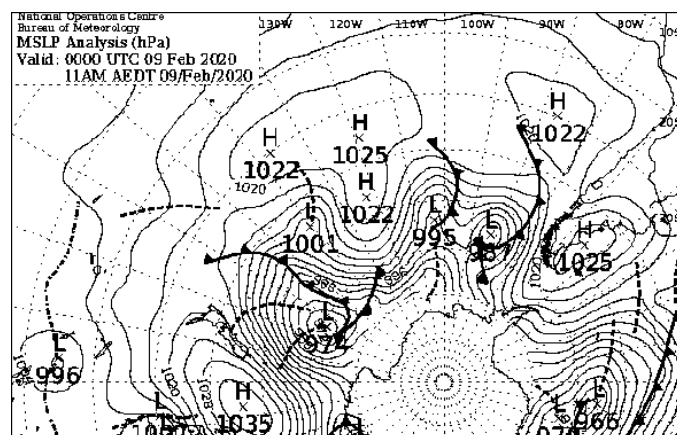


Рис. 3. Синоптическая карта южной части Тихого океана от 9 февраля 2020 г. Источник: MSLP Analysis, Pacific Ocean, Bureau of Meteorology, Australian Government (<http://www.bom.gov.au/cgi-bin/charts/charts.view>)

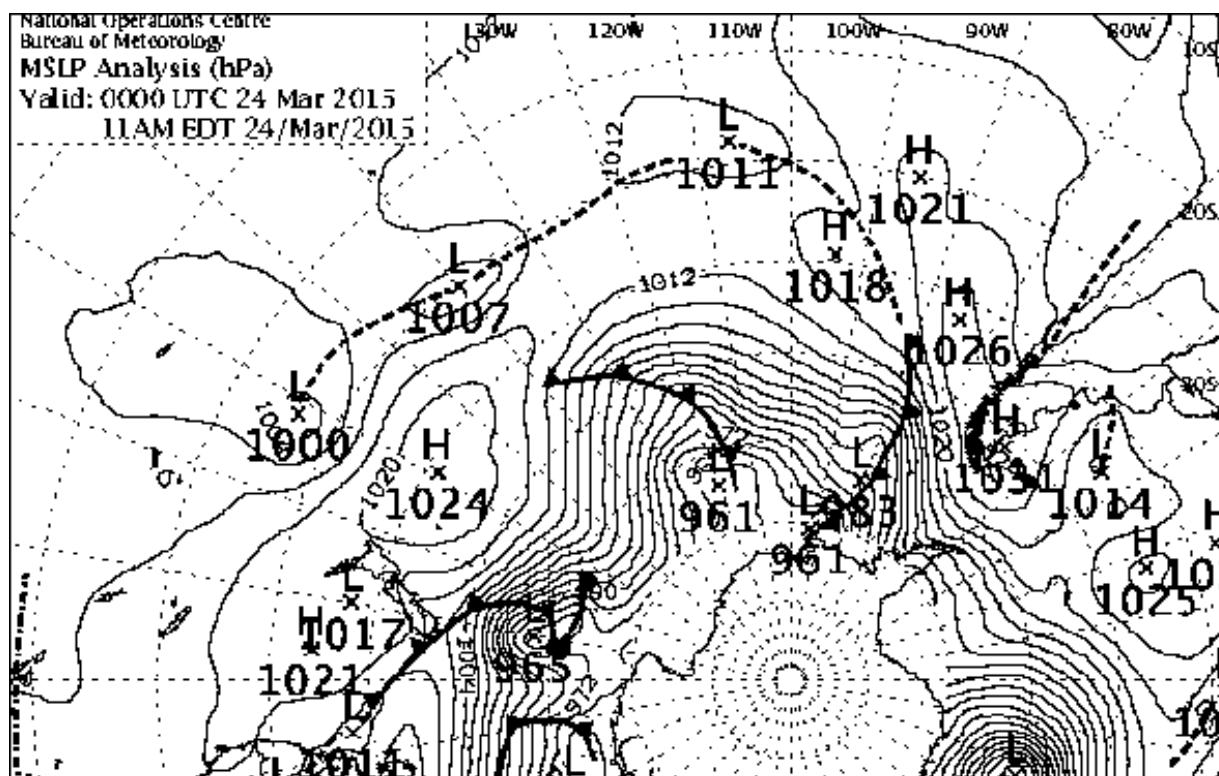


Рис. 4. Синоптическая карта южной части Тихого океана от 24 марта 2015 г.
Источник: Ibid.

Исследованиями последних лет под толщами льда обнаружено около сотни действующих вулканов [1-4], поэтому представляется реальным прогревание атмосферы благодаря поступлению тепла из недр. Геологические открытия переводят проблему поиска причины изменений климата в новую плоскость, но не решают ее. Необходимо знать источник и механизм передачи энергии. Перспективы выхода из ситуации неопределенности обещает теория глубинной дегазации, основанная на эмпирическом обобщении, которое выполнил В.Л. Сывороткин и позднее дополнили Ю.В. Баркин и автор настоящей публикации. Суть заключается в следующем. По тектоническим разломам и трещинам литосферы из мантии и ядра Земли движутся восходящие потоки водорода и других газов. При их попадании в окислительную обстановку происходит увеличение количества воды в океане и воздухе, которое сопровождается снижением концентраций кислорода и высвобождением гигантских количеств энергии.

По грандиозному Западному Антарктическому рифту (рис. 5) континент расколот на две части, которые на протяжении десятков миллионов лет с большой скоростью удаляются друг от друга. Эта структура, судя по максимальной концентрации вулканов, представляет собой ключевое звено глобальной системы линейных впадин, образовавшихся в результате растяжения земной коры. Шестой континент опоясывает густая сеть тектонических разломов.



Рис. 5. Рифт Антарктиды и главные тектонические разломы. Источник: R.I.Gibson (<http://historyoftheearthcalendar.blogspot.com/2014/12/december-13-antarctica-freezes.html>)

Разрывы твердой оболочки планеты проявляются в отрицательных аномалиях общего содержания озона в атмосфере, по форме совпадающих с зонами дислокаций (рис. 6, 7).

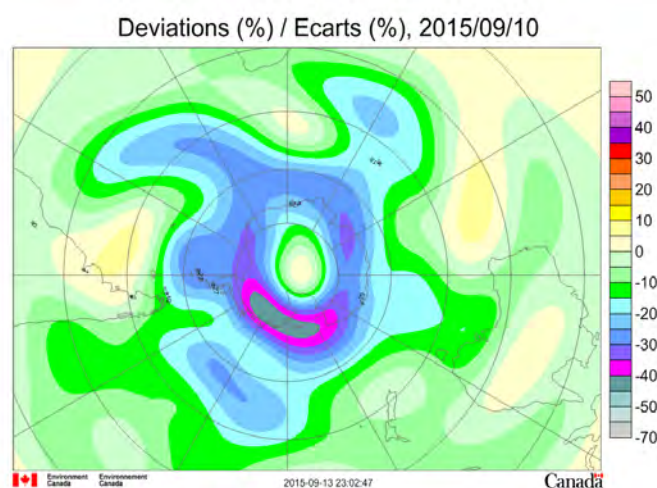


Рис. 6. Крупная отрицательная аномалия общего содержания озона в атмосфере над Западным Антарктическим рифтом и тектоническими разломами по границам континента (10 сентября 2015 г.). Источник: Environment Canada (<https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap>)

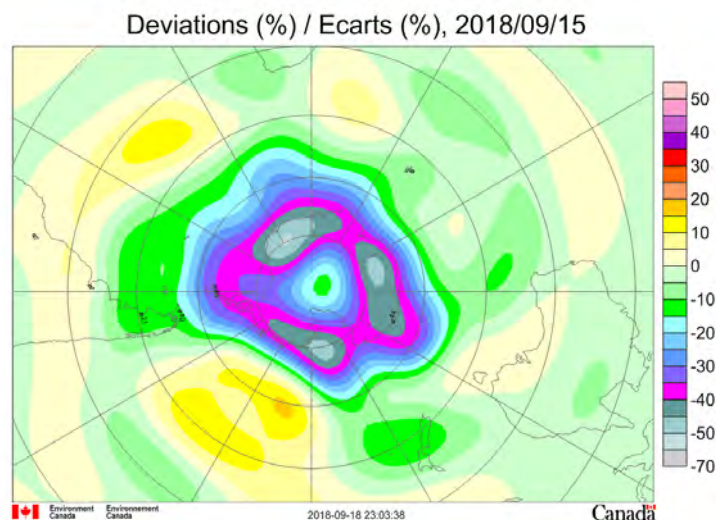


Рис. 7. Сложная отрицательная аномалия общего содержания озона в атмосфере над зонами дислокации земной коры в Антарктиде (15 сентября 2018 г.). Источник: Ibid.

Положения предлагаемой теории поддаются проверке с помощью метода мысленного критического эксперимента, т.е. опыта, результаты которого получают только однозначное толкование. Подтвердить реальность атмосферных эффектов дегазации недр должны, в первую очередь, факты синхронного разрушения озона в стратосфере и повышения температуры приземного слоя воздуха. Далее, требуется показать, что эти события, как правило, совпадают по времени с выбросами из недр озонразрушающего и теплогенерирующего водорода. Ниже представлены итоги целой серии критических экспериментов.

Волны тепла и отрицательные аномалии озона

Температурные рекорды 2020 и 2015 гг. закономерно наблюдались как раз в тот момент, когда в атмосфере в районе Антарктического полуострова образовались довольно крупные аномалии общего содержания озона (рис. 8, 9).

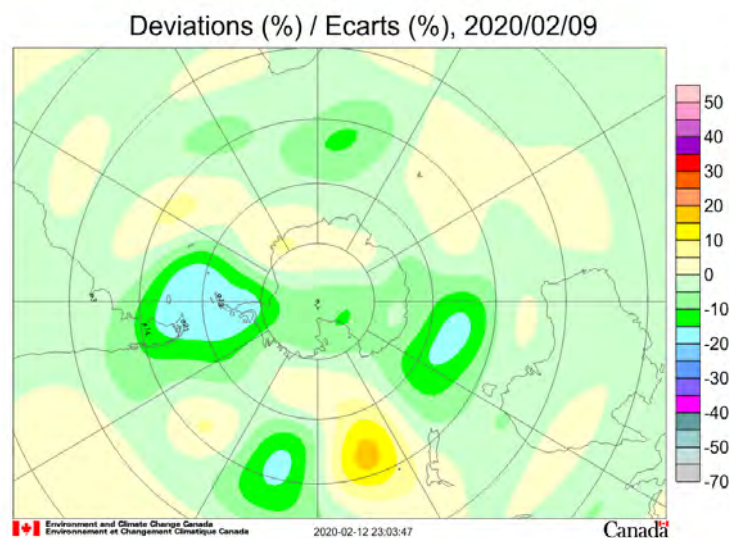


Рис. 8. Аномалия общего содержания озона в атмосфере над Антарктическим полуостровом 9 февраля 2020 г. Источник: Ibid.

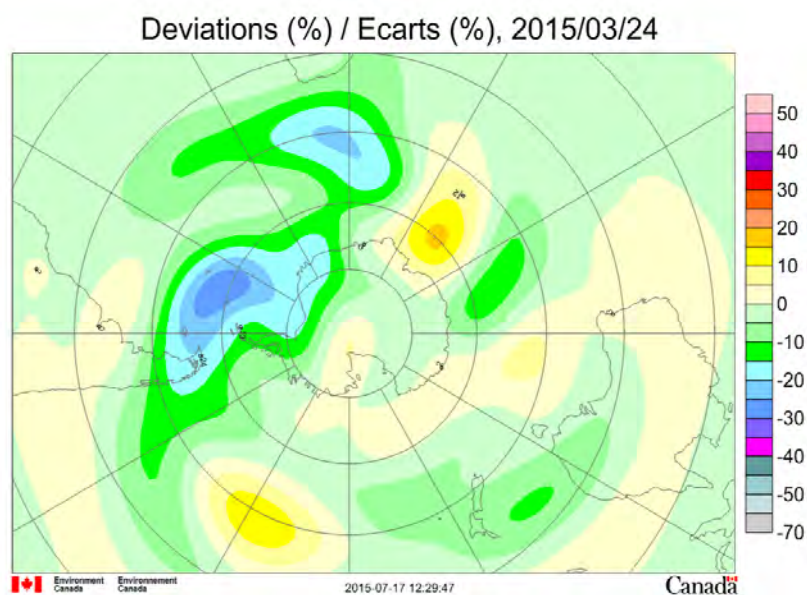


Рис. 9. Аномалия общего содержания озона в атмосфере над Антарктическим полуостровом 24 марта 2015 г. Источник: Ibid.

Общее содержание озона в атмосфере снижается при высокой сейсмической активности. В январе 2000-2020 гг. в рассматриваемом секторе Антарктики было зафиксировано 32 землетрясения с $M \geq 3$. При этом в 29 (или 91%) случаев наблюдалась отрицательная озоновая аномалия (рис. 10-12).

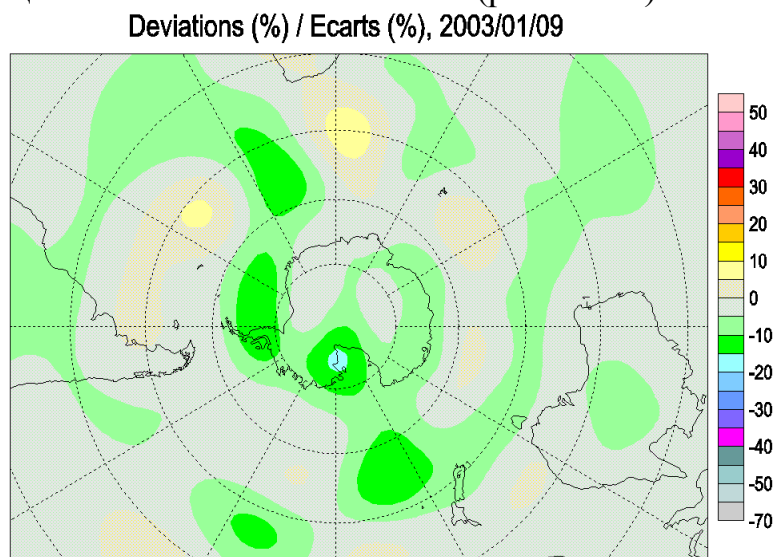


Рис. 10. Озоновые аномалии общего содержания озона в атмосфере над Антарктикой 9 января 2003 г., в день землетрясения с $M 5,1$ (эпицентр с координатами $60,03^\circ$ с.ш. и $57,98^\circ$ з.д. расположен у северной оконечности Антарктического полуострова) Источник: Ibid. и данные International Seismological Centre (<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/>)

Показательны контрасты состояния атмосферы в месяцы высокой и низкой сейсмической активности (рис.13, 14).

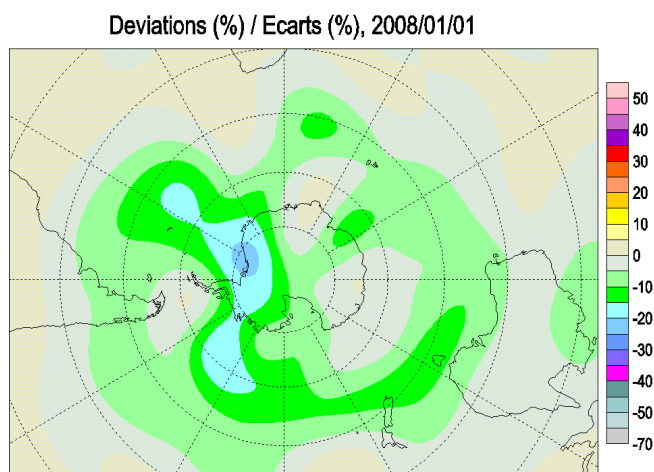


Рис. 11. Озоновые аномалии общего содержания озона в атмосфере над Антарктикой 1 января 2008 г. перед землетрясением с М 4,4 (эпицентр с координатами $61,24^{\circ}$ с.ш. и $58,52^{\circ}$ з.д. расположен у северной оконечности Антарктического полуострова). Источник: Ibid.

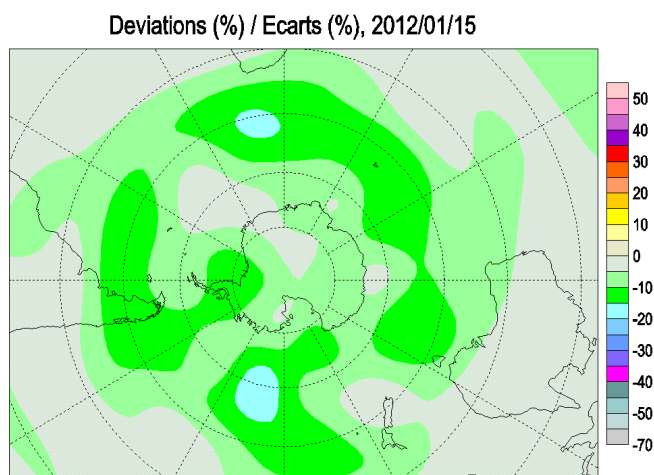


Рис. 12. Озоновые аномалии общего содержания озона в атмосфере над Антарктикой 15 января 2012 г. при серии землетрясений с М 4,1-6,4 (эпицентры с координатами: $60,7 - 61,3^{\circ}$ с.ш. и $53,8-56,6^{\circ}$ з.д. расположены у северной оконечности Антарктического полуострова).
Источник: Ibid.

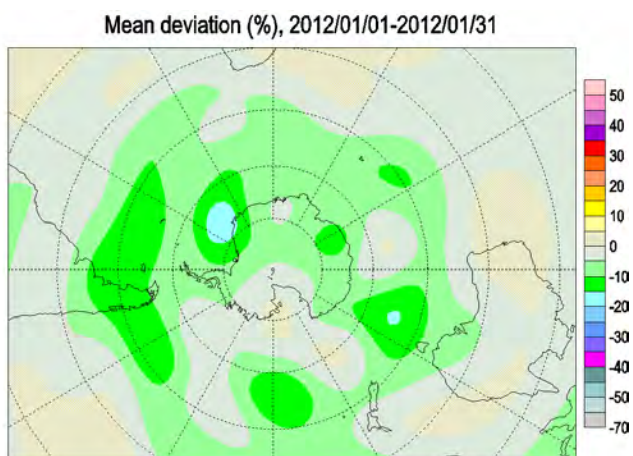


Рис.13. Аномалии общего содержания озона в атмосфере над Антарктикой в январе 2012 г., когда в районе Антарктического полуострова произошло 20 землетрясений с М 4,0-6,4 (координаты эпицентров: $60,4 - 62,5^{\circ}$ с.ш., $51,1-57,6^{\circ}$ з.д.). Источник: Ibid.

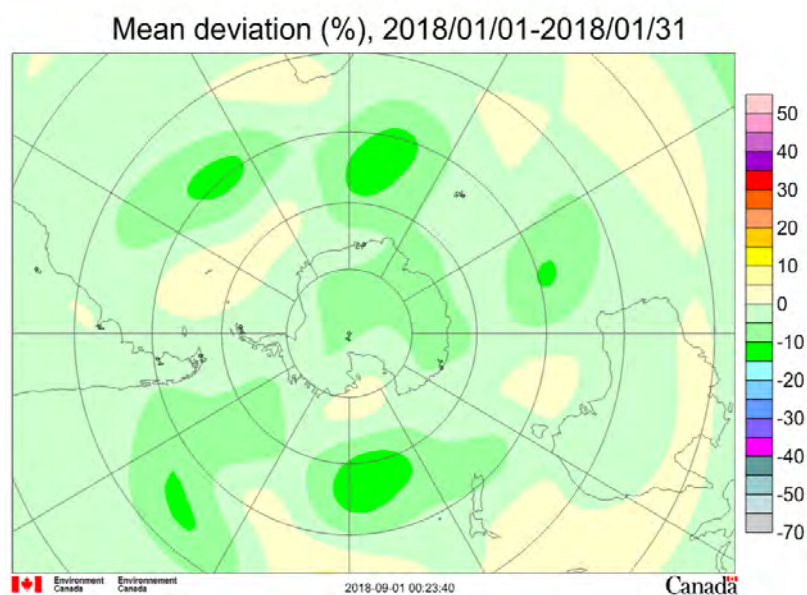


Рис. 14. Незначительные отклонения общего содержания озона от нормы в атмосфере над Антарктикой в январе 2018 г., когда в районе Антарктического полуострова не было зарегистрировано землетрясений с $M \geq 3$. Источник: Ibid.

Зависимость состояний атмосферы и литосферы очевидна. Вывод о сопряженности их изменений подкрепляется многочисленными фактами синхронизации падения общего содержания озона и роста максимальной температуры воздуха при землетрясениях (15-17).

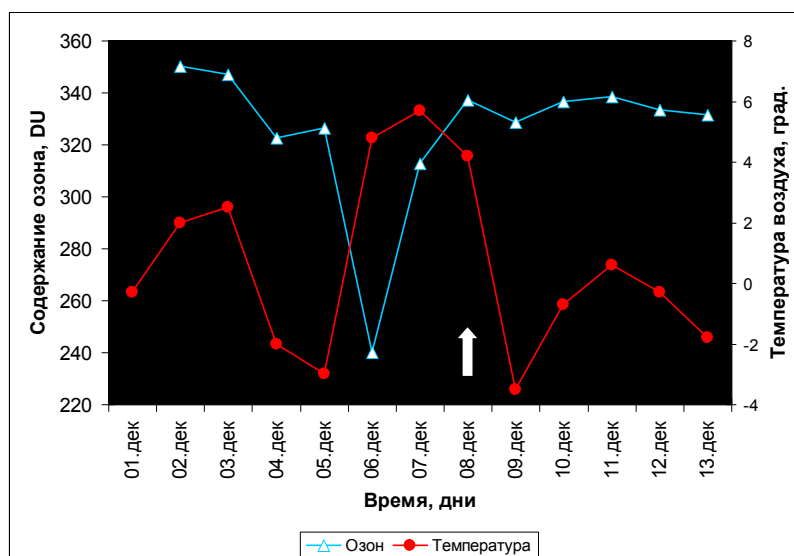


Рис. 15. Реакция приземного слоя воздуха и стратосферы по наблюдениям на станции Марамбио на три землетрясения 8 декабря 2007 г. в море Скоша (координаты эпицентров: $60,45^\circ$ ю.ш., $52,31^\circ$ з.д.; $60,43^\circ$ ю.ш., $51,74^\circ$ з.д.; $60,45^\circ$ ю.ш., $51,49^\circ$ з.д.). Время событий отмечено стрелкой. Источник: по данным International Seismological Centre, TuTiempo.net и Goddard Space Flight Center (<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/>; <http://www.nasa.gov/goddard>).

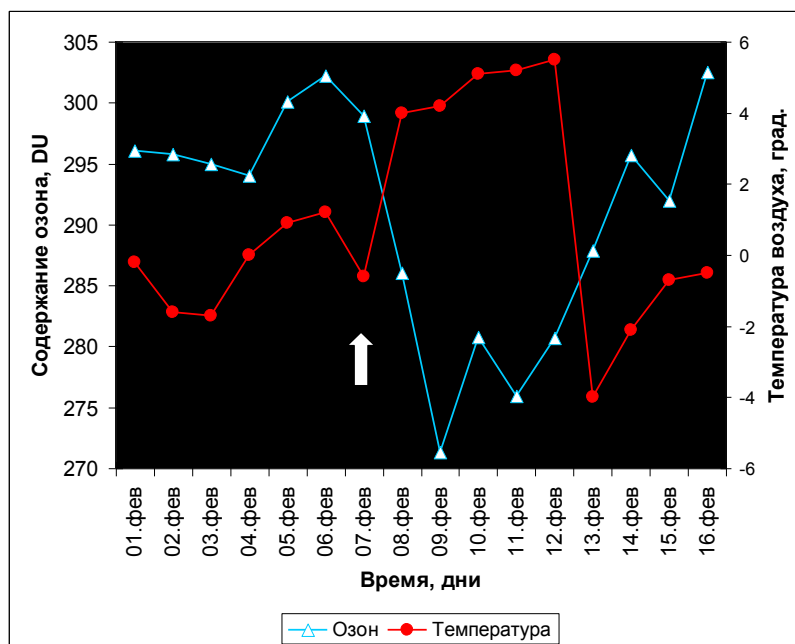


Рис. 16. Реакция приземного слоя воздуха и стратосферы по наблюдениям на станции Марамбио на землетрясение с М 2,6 в море Скоша, произошедшее 7 февраля 2013 г. (координаты эпицентра: 72,10° ю.ш., 50,41° з.д.). Время события отмечено стрелкой. Источник: Ibid.

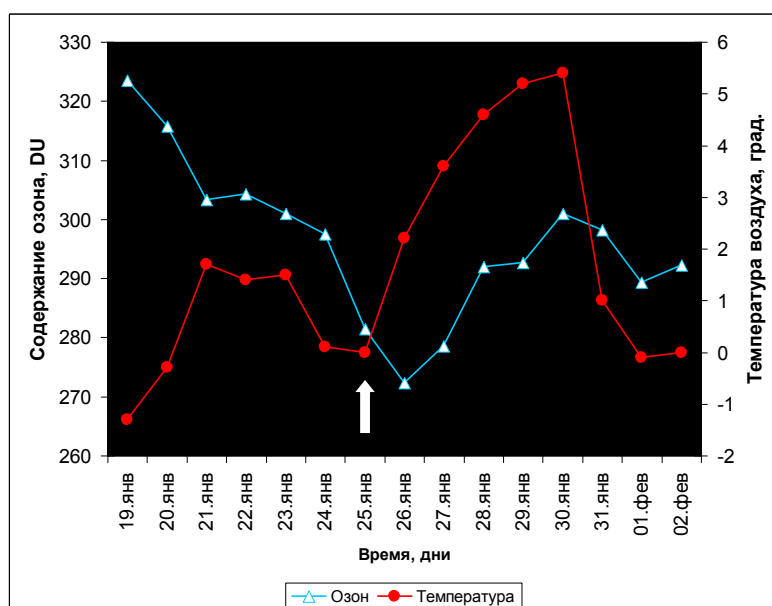


Рис. 17. Реакция приземного слоя воздуха и стратосферы по наблюдениям на станции Марамбио на землетрясение с М 4,0, произошедшее 25 января 2017 г. в море Скоша (координаты эпицентра: 60,41° ю.ш., 52,41° з.д.). Время события отмечено стрелкой. Источник: Ibid.

При землетрясении благодаря окислению водорода, кроме того, увеличивается влагосодержание атмосферы – относительная влажность повышается до 99-100% и выпадают осадки (рис. 18).

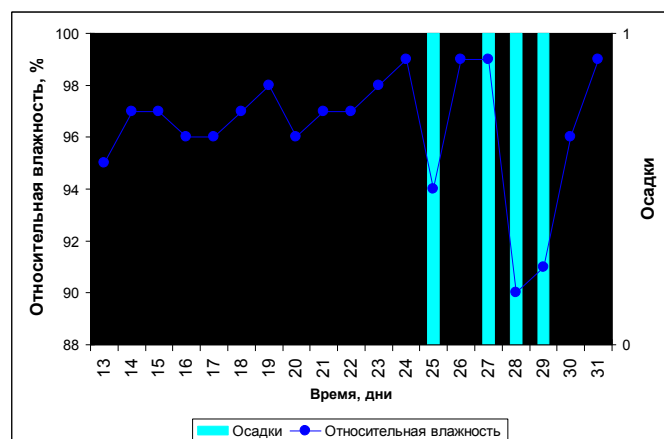


Рис. 18. Реакция приземного слоя воздуха и стратосферы по наблюдениям на станции Марамбио на землетрясение с М 4,0, произошедшее 25 января 2017 г. в море Скоша (координаты эпицентра: 60,41° ю.ш., 52,41° з.д.). Источник: Ibid.

Исходя из положений теории глобальных последствий дегазации, нужно ожидать, что при большом осреднении будет выявлена отрицательная связь между максимальной температурой приземного слоя воздуха и общим содержанием озона в атмосфере, которое определяется не только излучением Солнца, но и возмущениями литосферы.

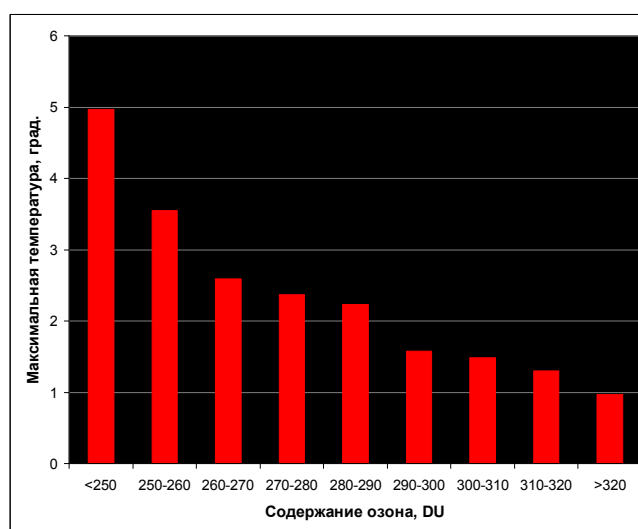


Рис. 19. Зависимость максимальной суточной температуры приземного слоя воздуха в декабре-феврале от общего содержания озона в атмосфере (Антарктика, станция Марамбио, 1999-2019 гг.)/ Источник: расчет по данным TuTiempo.net и Goddard Space Flight Center

Предсказанный эффект в самом деле существует (рис. 19).

Есть основания утверждать, что общее содержание озона в атмосфере – важный климатообразующий фактор.

Теплые льды

В годовом цикле площади морских льдов Антарктики минимум приходится на третью декаду февраля (рис. 20).

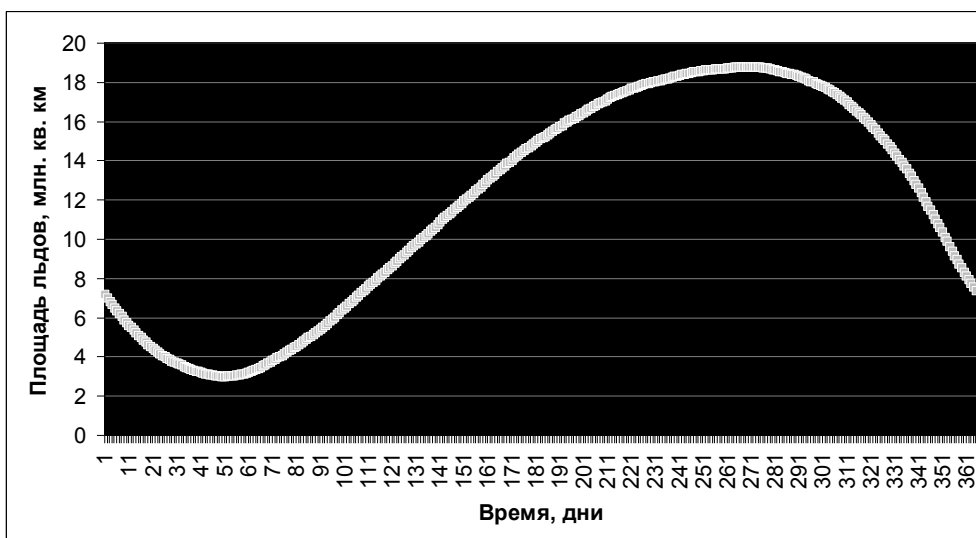


Рис. 20. Динамика суточных величин площади (extent) антарктических льдов в 1999-2019 гг. Источник: расчет по данным National Snow & Ice Data Center. (<https://nsidc.org/arcticseaicenews/antarctic-daily-image-update/>)

С 2016 г. намечается тенденция к сокращению льдов в осеннее время (рис. 21).

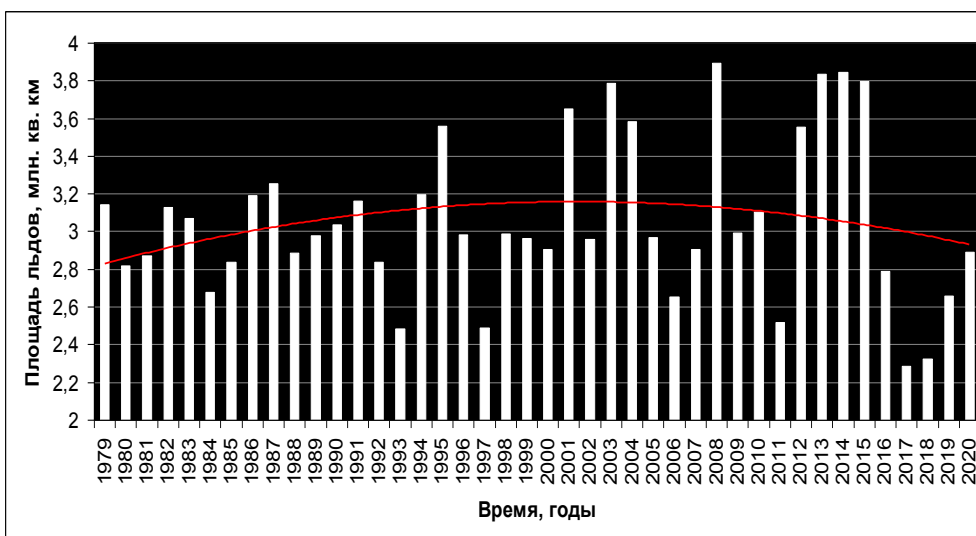


Рис. 21. Динамика месячных величин площади (extent) антарктических льдов в феврале 1979-2020 гг. и тренд/ Источник: Ibid.

Принимая во внимание определенное подобие в колебаниях общего содержания озона в атмосфере и температуры ее приземного слоя при водородной дегазации, можно считать, что аналогичным должно быть и поведение океана. Для проверки гипотезы воспользуемся информацией об экстремальных суточных изменениях площади морских льдов в 2017-2019 гг., при наиболее значительном потеплении.

Три эпизода самого быстрого таяния льда летом падают на моменты развития крупных отрицательных аномалий озона (рис. 22-24).

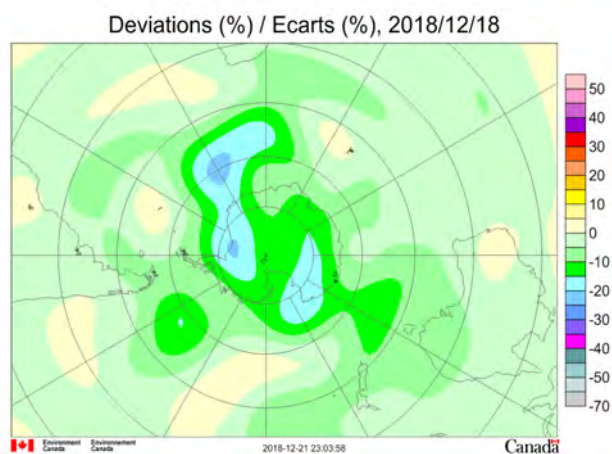


Рис. 22. Отрицательные аномалии общего содержания озона в атмосфере 18 декабря 2018 г.
 Источник: Environment Canada.

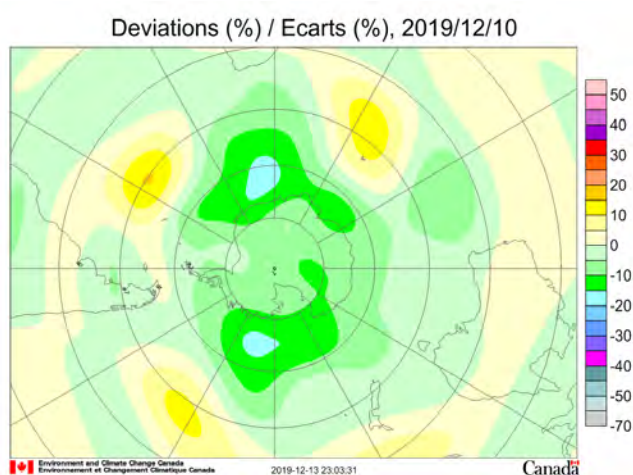


Рис. 23. Отрицательные аномалии общего содержания озона в атмосфере 10 декабря 2019 г.
 Источник: Ibid.

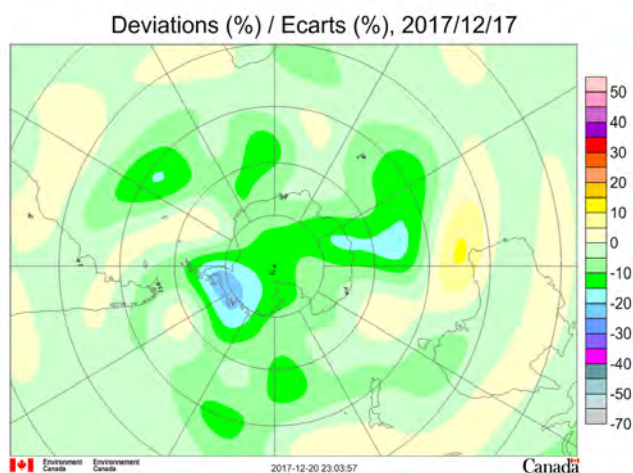


Рис. 24. Отрицательные аномалии общего содержания озона в атмосфере 17 декабря 2017 г.
 Источник: Ibid.

Напротив, в дни преобладания положительных аномалий общего содержания озона лед прирастает ускоренными темпами (рис. 25-27).

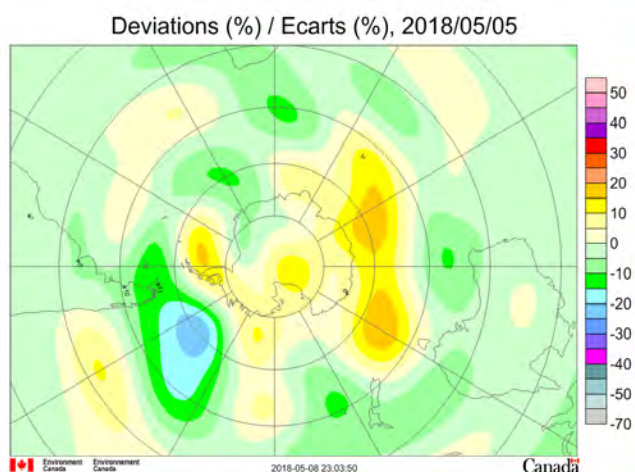


Рис. 25. Аномалии общего содержания озона в атмосфере 5 мая 2018 г. при суточном максимуме роста морских льдов/ Источник: Ibid.

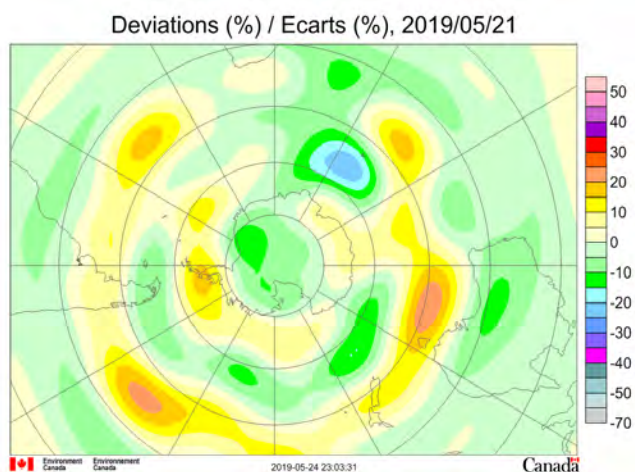


Рис. 26. Аномалии общего содержания озона в атмосфере 21 мая 2019 г. при суточном максимуме роста морских льдов/ Источник: Ibid.

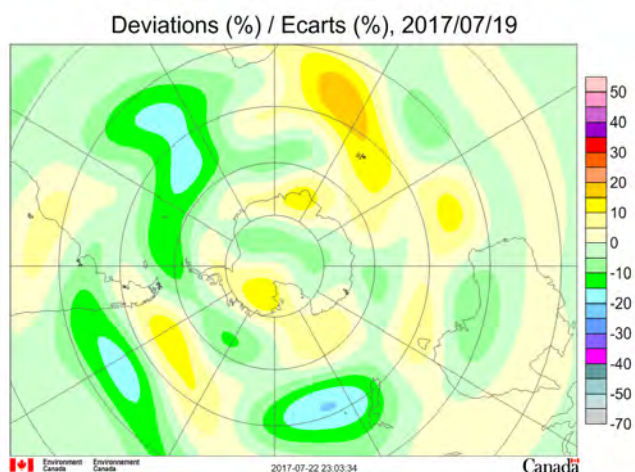


Рис. 27. Аномалии общего содержания озона в атмосфере 19 июля 2017 г. при суточном максимуме роста морских льдов/ Источник: Ibid.

Антарктика демонстрирует нам единство литосферы, гидросферы и атмосферы, которые функционируют как одно целое.

Роли вулкана Эребус

Эребус, расположенный в месте пересечения тектонических разломов с координатами $77,53^{\circ}$ ю.ш. и $167,17^{\circ}$ в.д., относится к числу самых активных вулканов на Земле: его извержение продолжается непрерывно с 1972 г. Зафиксированы выбросы аэрозолей, достигающих высоты 8 км, а также эмиссия водорода, которая способна разрушать озоновый слой в стратосфере. По количеству энергии, генерируемой вулканом, согласно данным современного дистанционного мониторинга, очень разными были обстановки 2009 и 2015 гг. Этот факт позволяет достоверно определить вклад глубинной дегазации в режим атмосферы. Наибольший контраст температур поверхности лавовых озер наблюдался в июле. Как и следовало ожидать, высокий уровень активности вулкана в июле 2009 г. способствовал формированию отрицательной озоновой аномалии, выделяющейся в пространстве и во времени (рис. 28 и 29).

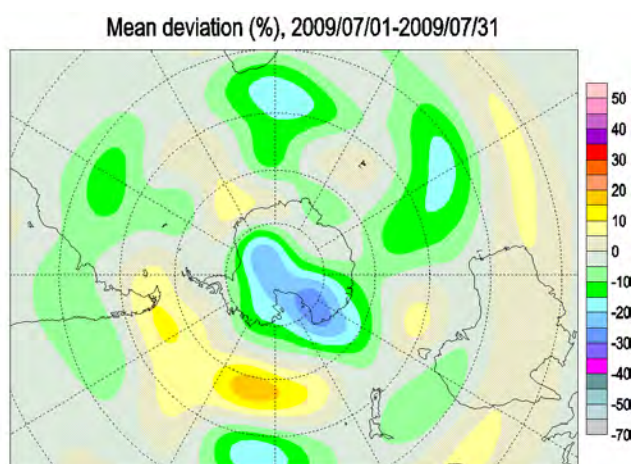


Рис. 28. Отрицательная аномалия общего содержания озона в атмосфере над районом Эребуса и в центре континента при высокой активности вулкана в июле 2009 г. Источник: Environment Canada.

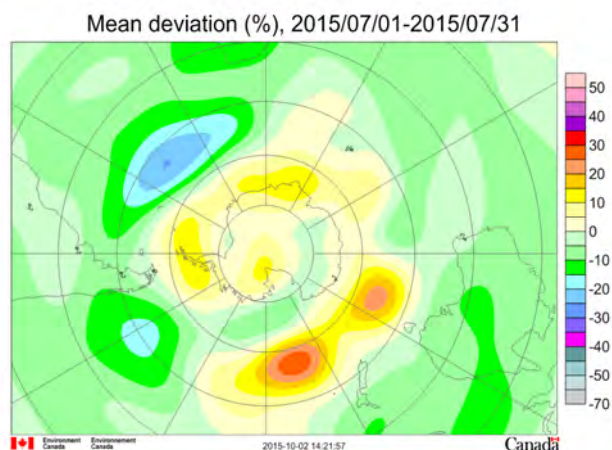


Рис. 29. Необычное развитие положительной аномалии общего содержания озона над континентом при слабой активности вулкана Эребус в июле 2015 г. Источник: Ibid.

Момент резкого усиления эруптивной деятельности вулкана за последние 40 лет датируется 13 сентября 1984 г. Однако количество поступающей к земной поверхности энергии начало увеличиваться раньше, еще 7 сентября, о чем сигнализирует потепление воздуха на 30° (!) в центре континента (рис. 30).

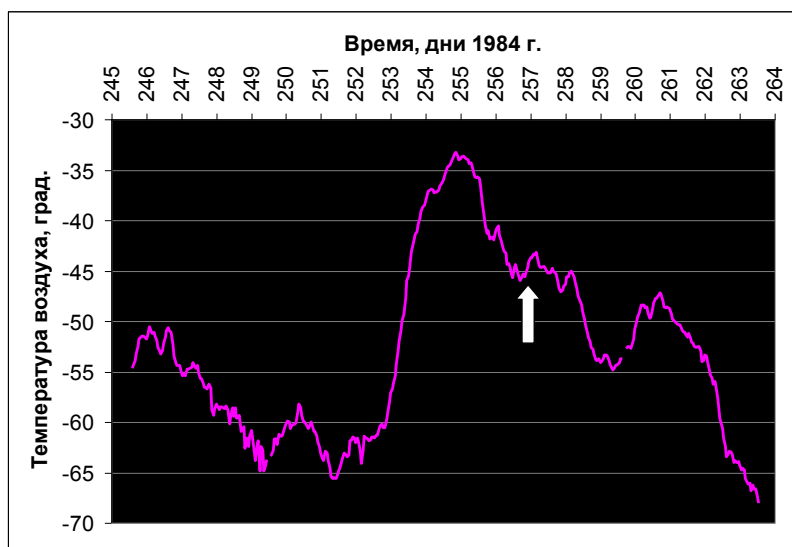


Рис. 30. Эпизод потепления приземного слоя воздуха в сентябре 1984 г. на Южном полюсе, в 1200 км от вулкана Эребус (станция South Pole). Время его активизации отмечено стрелкой/
 Источник: по данным Earth System Research Laboratory
 (<ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/data/meteorology/in-situ/spo/>)

Подготовка к извержению отразилась на состоянии стратосферы над континентом, где рядом возникли две крупные аномалии озона с противоположным знаком (рис. 31).

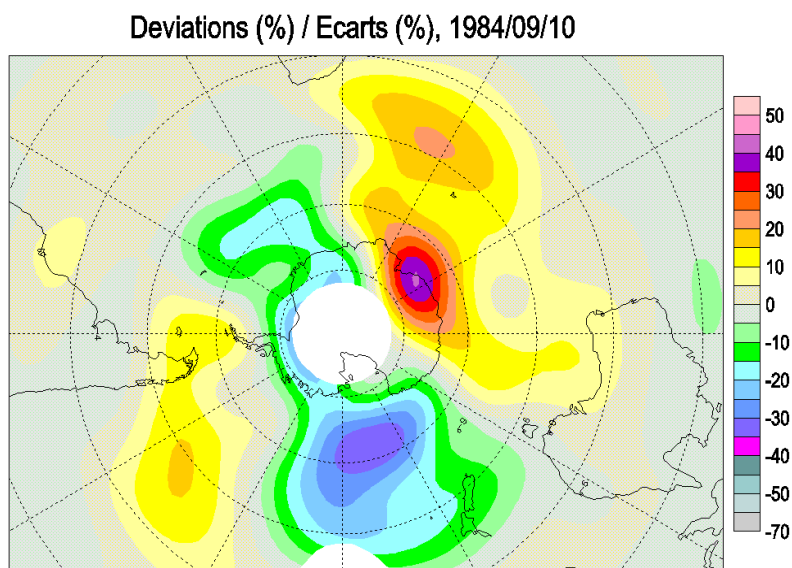


Рис. 31. Аномалии общего содержания озона в атмосфере 10 сентября 1984 г. перед активизацией вулкана Эребус/ Источник: Environment Canada.

Положительная аномалия начала сентября 1984 г. характеризовалась рекордно высоким содержанием озона и уникальным градиентом в пространстве (рис. 32).

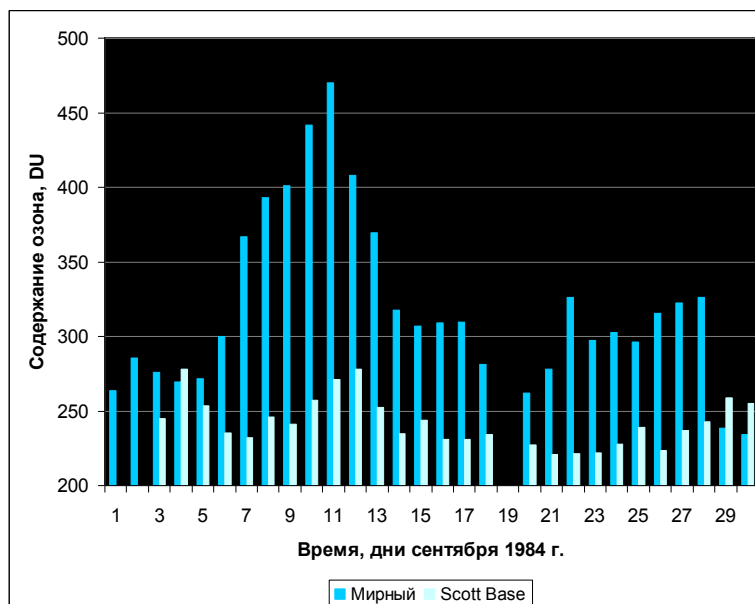


Рис. 32. Общее содержание озона в атмосфере в сентябре 1984 г. (антарктические станции Мирный и Scott Base, расположенные в 2500 км друг от друга)/ Источник: по данным Goddard Space Flight Center (SBUV Merged Ozone Data Set (MOD))

Этот феномен указывает на волнообразные деформации земной коры по оси, проходящей через вулкан Эребус.

Пик мощности извержения 1984 г пришелся на декабрь. Можно думать, что с ним была связана тепловая аномалия в атмосфере в масштабах континента. Предположение оправдывается (рис. 33).

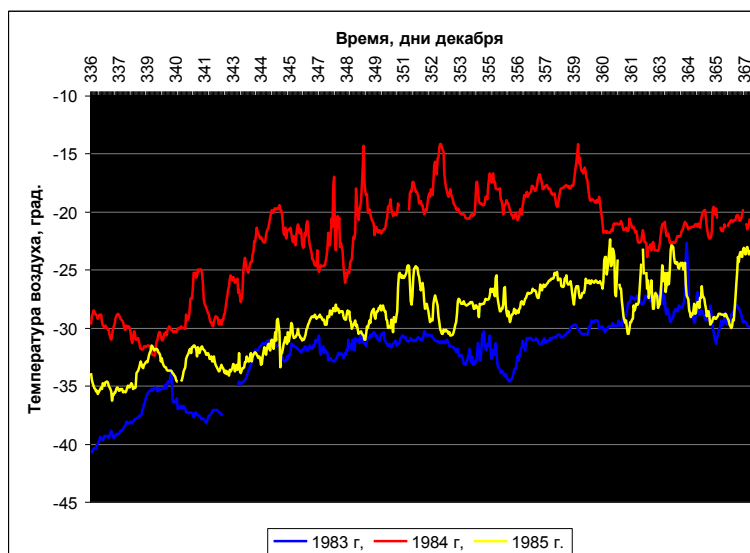


Рис. 33. Потепление приземного слоя воздуха в декабре 1984 г. на Южном полюсе, в 1200 км от вулкана Эребус (станция South Pole)/ Источник: по данным Earth System Research Laboratory (<ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/data/meteorology/in-situ/spo/>)

Термическая аномалия совпала с аномалий озона (рис. 34).

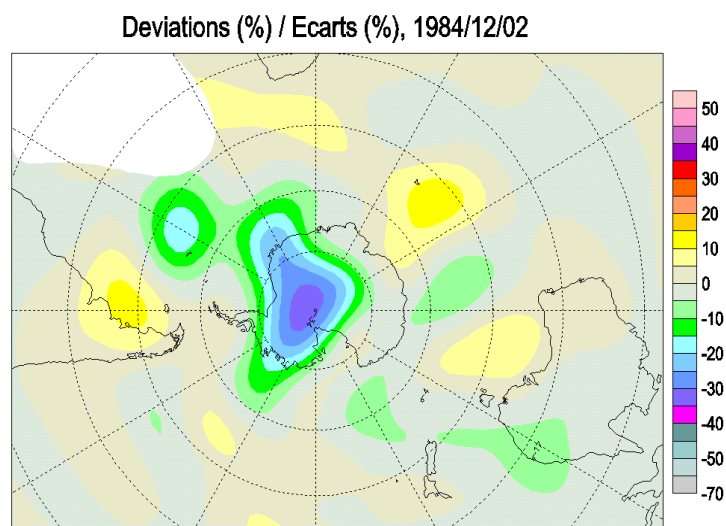


Рис. 34. Аномалия общего содержания озона в атмосфере 1 декабря 1984 г. при активизации вулкана Эребус/ Источник: Environment Canada.

Таким образом, вулкан Эребус играет роль системообразующего фактора в Антарктике и вместе с тем индикатора процессов, происходящих на земном шаре.

Ключевая роль ядра Земли

Водород, нагревающий тропосферу с гидросферой и разрушающей озон стратосферы, очевидно, поступает во внешние оболочки от пограничной зоны между внешним жидким ядром планеты и мантией, расположенной на глубинах порядка 3000 км, т.е. около половины радиуса земного шара (рис. 35). Если это утверждение соответствует реальности, на широтах около 60° обоих полушарий должны наблюдаться различные природные аномалии, вызванные поступлением повышенных количеств энергии из недр.

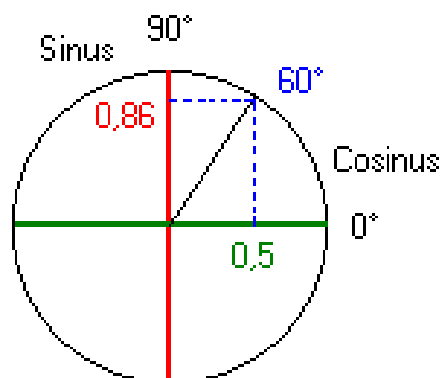


Рис. 35. Геометрическая схема проекции ядра планеты на земную поверхность около 60° .

Прежде всего, речь должна идти о масштабных деформациях литосферы. Они действительно сосредоточены на указанной широте и проявляются в сокращении площади континентальной коры у проекции зоны контакта ядра и мантии на земной поверхности (рис. 36).

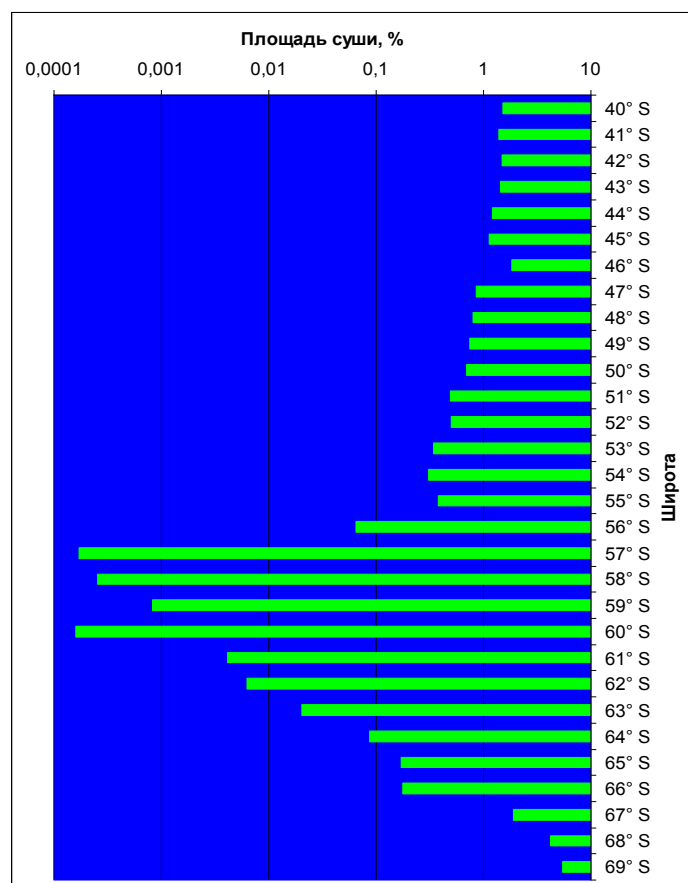


Рис. 36. Площадь суши по широтам Южного полушария, % с поправкой на длину параллелей (логарифмическая шкала)/ Источник: расчет по данным The Shuttle Radar Topography Mission (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>)

Изучение географии очагов землетрясений в умеренных широтах позволяет сделать заключение, что они также тяготеют к параллели 60°, поскольку их энергетической базой служит глубинный водород (рис. 37, 38).

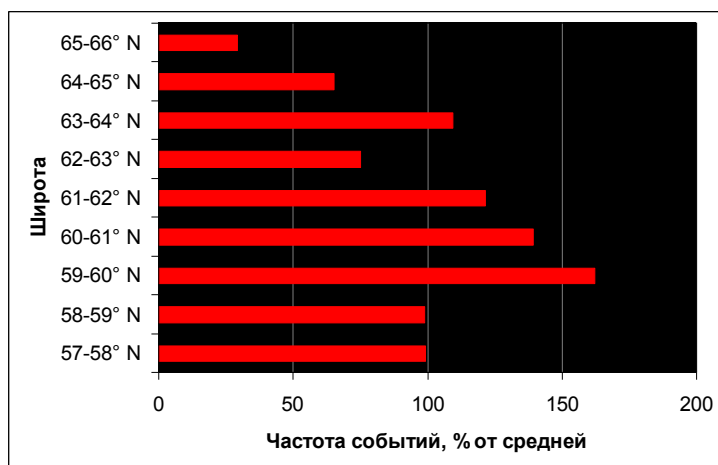


Рис. 37. Распределение очагов землетрясений с $M \geq 3$ в проекции ядра Земли в Северном полушарии (осреднение по 29700 событиям за период 1990-2019 гг.). Источник: расчет по данным International Seismological Centre.



Рис. 38. Распределение очагов землетрясений с $M \geq 3$ в проекции ядра Земли в Южном полушарии (осреднение по 7800 событиям за период 1990-2019 гг.). Источник: Ibid.

В атмосфере сосредоточенные выбросы водорода вдоль параллелей 60° создают круглую отрицательную аномалию или систему аномалий озоновой формы (рис. 39, 40).

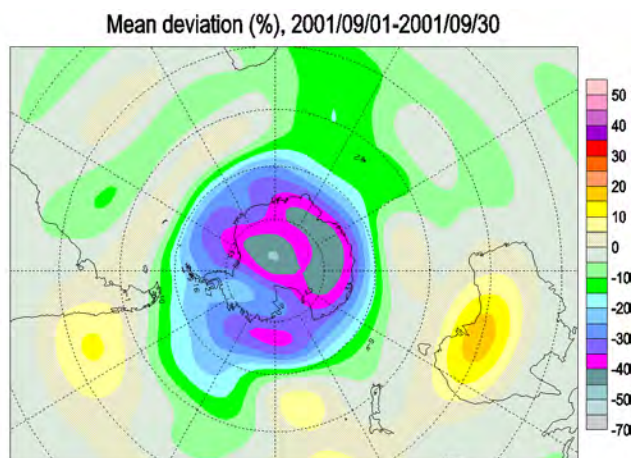


Рис. 39. Озоновая аномалия в сентябре 2001 г. Источник: Environment Canada.

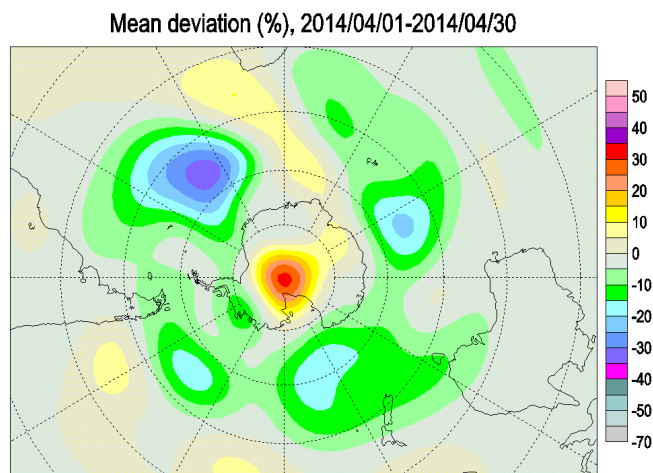


Рис. 40. Озоновая аномалия в апреле 2014 г. Источник: Ibid.

Есть прямые доказательства поступления водорода в литосферу и другие оболочки именно от ядра Земли. Речь идет о ситуациях ускорения или торможения, когда под действием сил инерции возникают внутренние напряжения тела планеты. По физической логике, в январе-июне при удалении Земли от Солнца эмиссия глубинного водорода должна увеличиваться, а в июле-декабре в условиях приближения Земли к Солнцу – уменьшаться, причем указанное соотношение сохраняется и в месяцы равноденствия. Эта закономерность действительно существует (рис. 41).

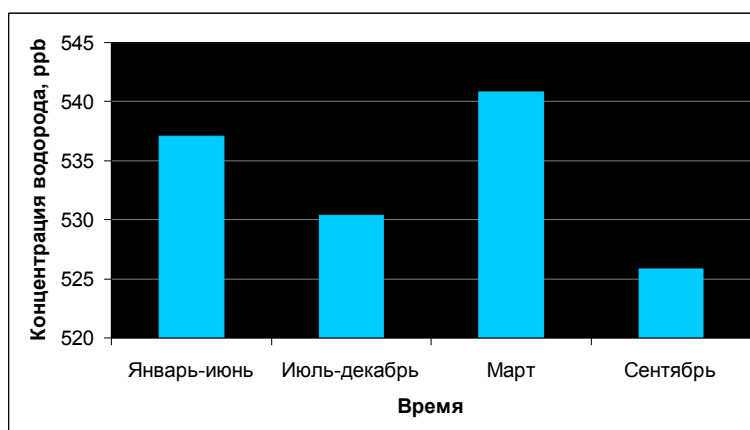


Рис. 41. Среднее содержание водорода в приземном слое воздуха у Южного полюса (станция South Pole)/ Источник: расчет по данным Earth Systems Research Laboratory. Global Monitoring Division (<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/data/>)

При движении планеты в ноябре и декабре к точке перигелия ядро оказывает давление на мантию Северного полушария, что видно по росту частоты землетрясений. Поэтому уровни эмиссии глубинного водорода к югу и северу от экватора в этот период различны (рис. 42).

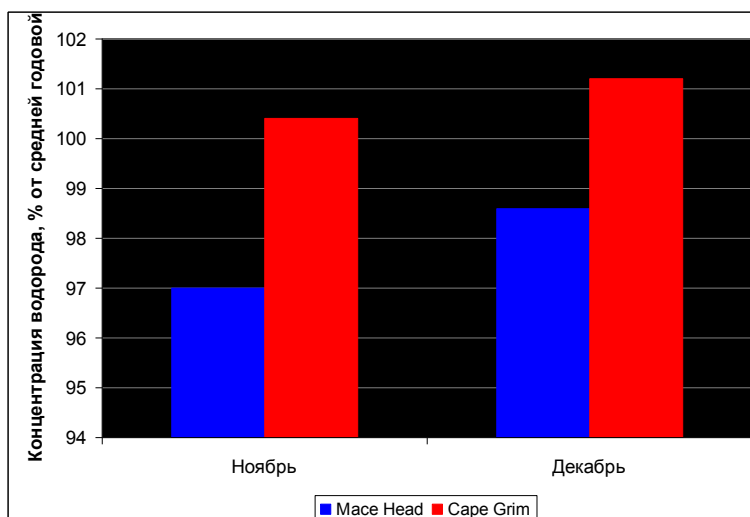


Рис. 42. Различие средних месячных концентраций водорода в приземном слое воздуха Северного и Южного полушарий в ноябре и декабре по данным станций Mace Head (Ирландия) и Cape Grim (Тасмания), 1994-2019 гг. Источник: The Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (<https://agage.mit.edu/data>)

При анализе сейсмической активности южных широт у проекции ядра Земли обращает на себя внимание следующие друг за другом минимум 1997 г. и максимум 1998 г., которые отличаются по количеству землетрясений с $M \geq 5$ в 3 раза. Это наводит на мысль о колебаниях скорости дегазации недр в Антарктике. И действительно, материалы станции South Pole запечатлели появление двух крупнейших разнознаковых аномалий содержания водорода в приземном слое воздуха в те годы (рис. 43).

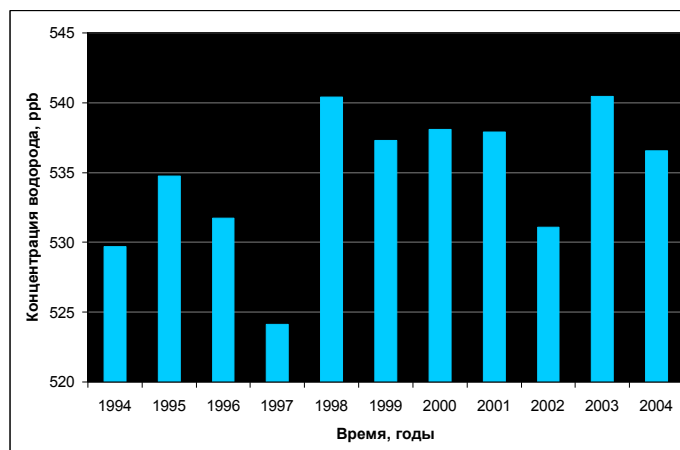


Рис. 43. Среднее годовое содержание водорода в приземном слое воздуха у Южного полюса (станция South Pole)/ Источник: Ibid.

Атмосфера реагировала на поступление глубинного водорода резким повышением температуры (рис. 44).

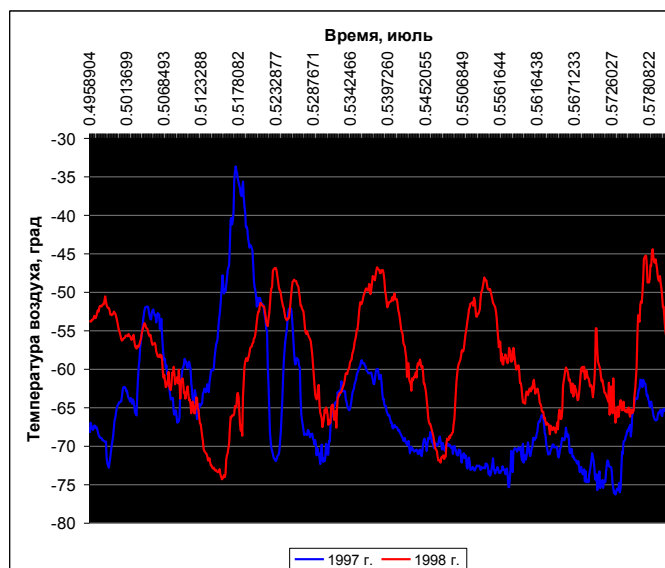


Рис. 44. Средняя часовая температура приземного слоя воздуха в районе Южного полюса в июле 1997 и 1998 гг. Источник: Ibid.

Влияние дегазации распространилось на всю тропосферу: повышение температуры воздуха и увеличение его влагосодержания прослеживается до уровня поверхности 300 гПа, т.е. около 9 км (рис. 45, 46).

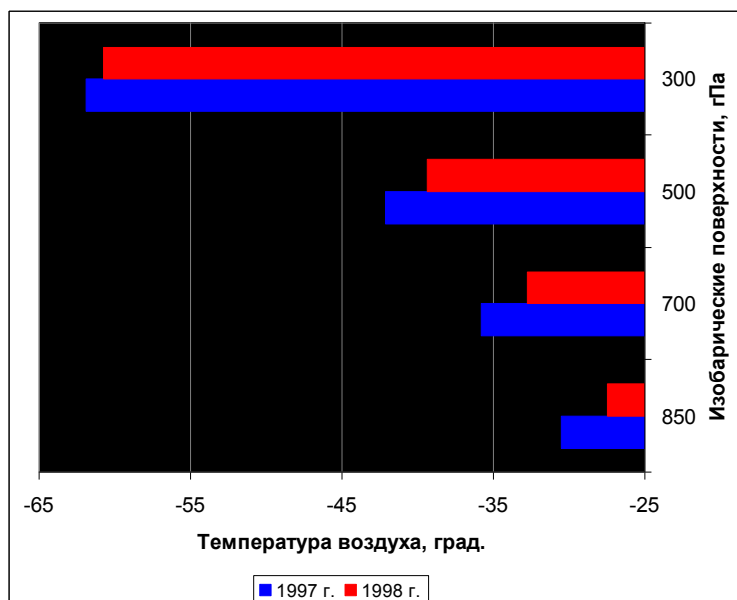


Рис. 45. Температура воздуха в июле над Антарктидой и шельфом (от широты 60°) при аномально слабой и сильной эмиссии водорода. Источник: Earth Systems Research Laboratory. Physical Science Division (<https://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/timeseries/timeseries1.pl>)

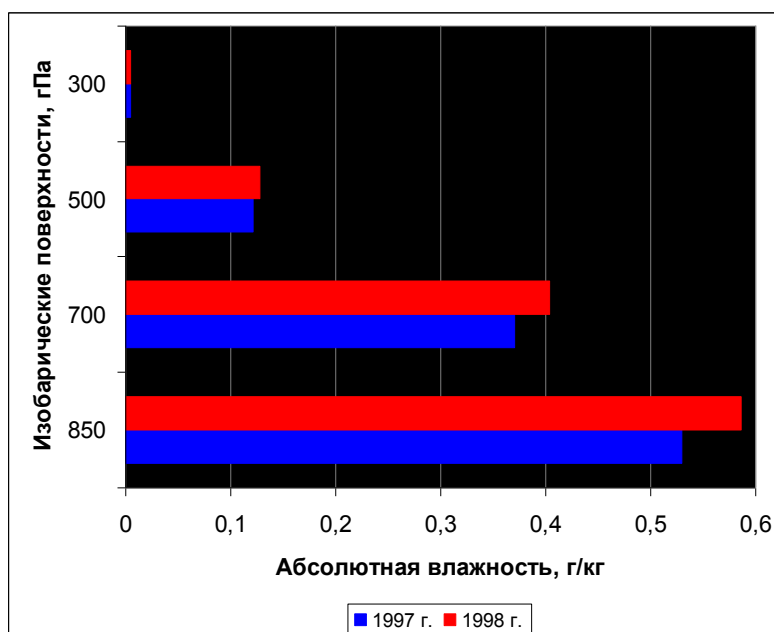


Рис. 46. Абсолютная влажность воздуха в июле над Антарктидой и шельфом (от широты 60°) при аномально слабой и сильной эмиссии водорода/ Источник: Ibid.

Нужно полагать, что случаи выбросов глубинного водорода будут встречены при рассмотрении деформаций земного шара, индикатором которых выступает изменение ориентации оси вращения. При этом географический Северный полюс начинает перемещаться неравномерно. Один из таких моментов мы находим в феврале 2008 г. (рис. 47).

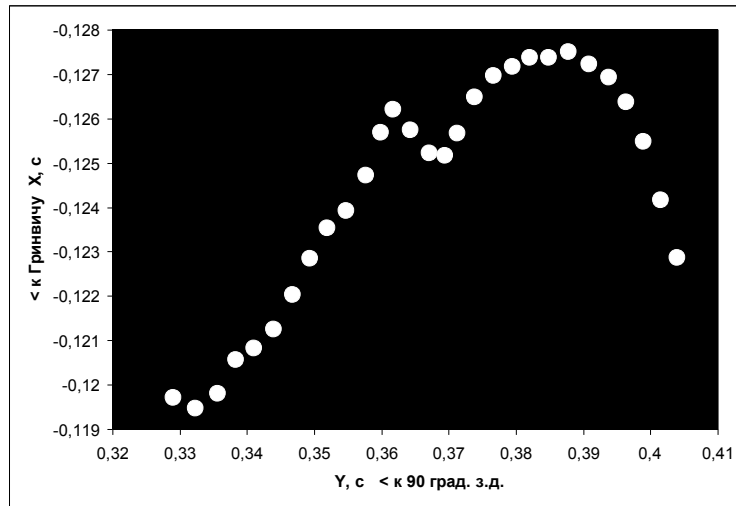


Рис. 47. Нарушение равномерного перемещения Северного полюса в феврале 2008 г.
 Источник: по данным International Earth Rotation and Reference Systems Service
 (<https://www.iers.org/IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>)

В феврале ядро Земли благодаря притяжению Солнца дрейфует к северу, и тогда его давление на мантию в Северном полушарии увеличивается, а в Южном – уменьшается. При этом эмиссия глубинного водорода в двух полушариях должна меняться в противоположных направлениях, что и наблюдается (рис. 48).

В Антарктиде февраль 2008 г. был отмечен образованием крупной озоновой аномалии (рис. 49).

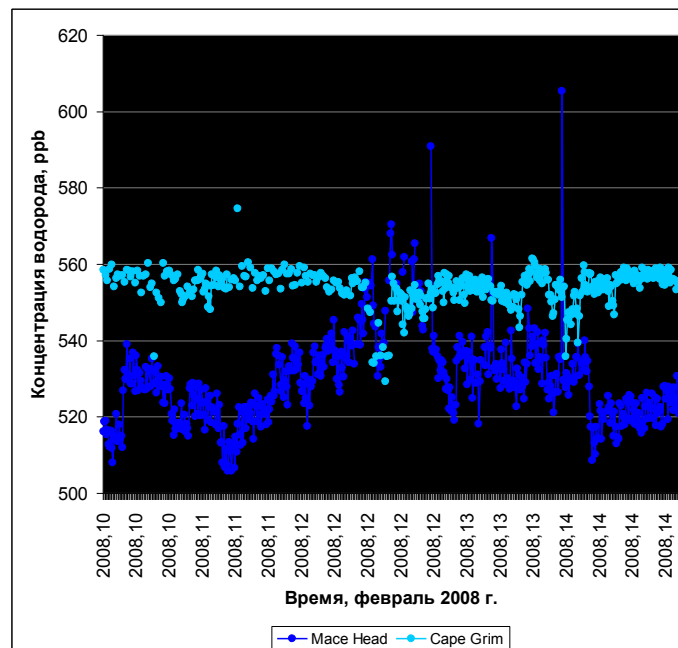


Рис. 48. Изменения минутных концентраций водорода в приземном слое воздуха 15 февраля 2008 г. – увеличение в Северном полушарии (станция Mace Head, Ирландия) и уменьшение в Южном полушарии (станция Cape Grim, Тасмания). Источник: по данным The Advanced Global Atmospheric Gases Experiment.

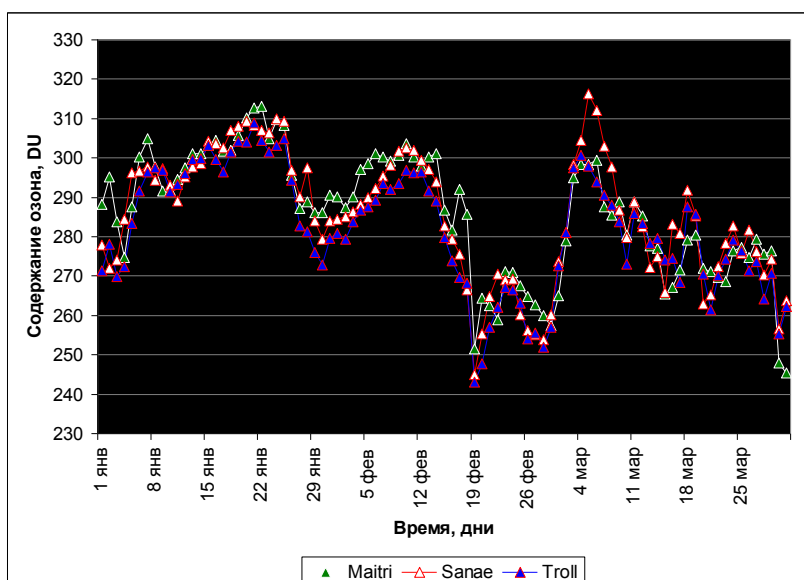


Рис. 49. Динамика общего содержания озона в атмосфере по наблюдениям антарктических станций в 2008 г. Источник: по данным по данным Goddard Space Flight Center (SBUV Merged Ozone Data Set (MOD)).

О глобальном характере события 2008 г. говорит также симметричное положение отрицательных аномалий озона на параллели 60° . Две из них локализованы в Европе и Море Короля Хокона VII, около меридиана, который проходит по центру континентального полушария через третью ось Земли на 12° в.д., и одна из аномалий Южного полушария расположена на том же срединном меридиане, в 180° от другой (рис. 50).

Факты позволяют констатировать дальное действие ядра Земли, которое наделено солнцеподобной материей.

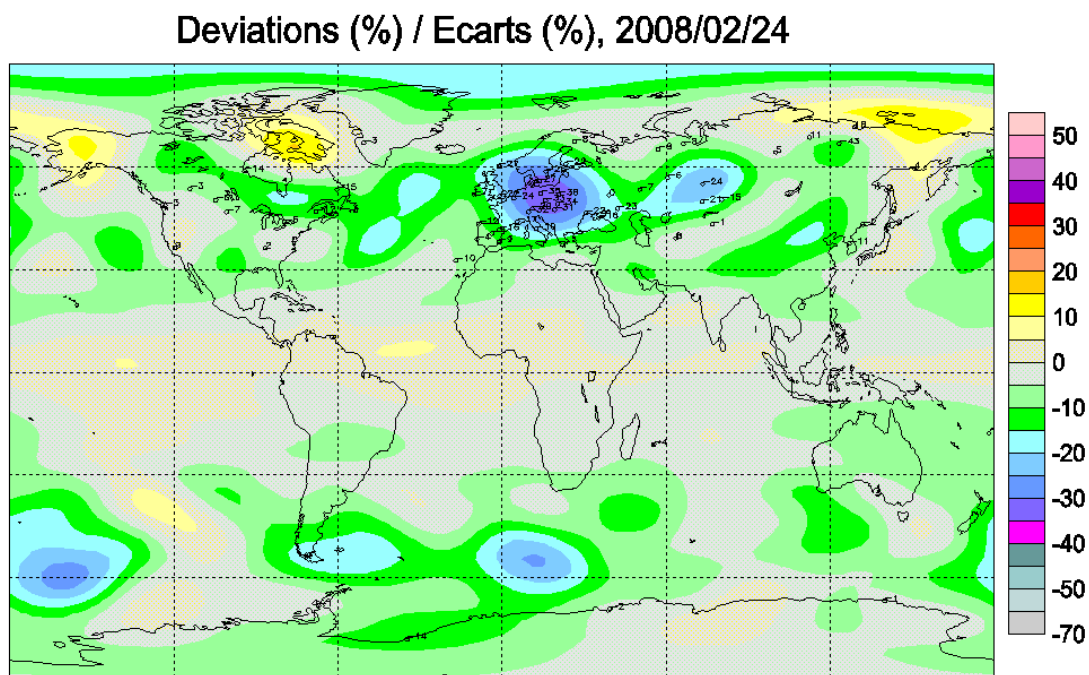


Рис. 50. Симметрия аномалий общего содержания озона в дни события 2008 г. Источник: Environment Canada.

Заключение

Антарктика, несмотря на свою удаленность от цивилизации, должна, без преувеличений, рассматриваться как глобальный очаг, где разворачиваются важнейшие события биосферы. Объяснение этому – сосредоточение энергии недр у Южного географического полюса, где с максимальной скоростью на наших глазах идет расширение Земли. На фоне направленных изменений всех геосфер периодически возникают кратковременные синхронные возмущения, природа которых требует выяснения. Не менее существенная задача состоит в изучении отклика живых организмов на события последних десятилетий.

Литература

- [1] *Iverson N.A.* et al. The first physical evidence of subglacial volcanism under the West Antarctic Ice Sheet // *Scientific Reports*, 2017, 7 (<https://www.nature.com/articles/s41598-017-11515-3>)
- [2] Scientists discover 91 volcanoes below Antarctic ice sheet // *The Observer* (<https://www.theguardian.com/world/2017/aug/12/scientists-discover-91-volcanos-antarctica>)
- [3] *Seroussi H., Ivins E.* Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions // *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017JB014423>)
- [4] *Loose B.* et al. Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier // *Nature communication*, 2018 (<https://www.nature.com/articles/s41467-018-04421-3>)

S u m m a r y. The warming of Antarctica observed in recent years is one of the consequences of deep degassing associated with the northward drift of the Earth's core. Ascending streams of hydrogen and other gases move along the tectonic faults of the lithosphere. When they get into an oxidizing environment, there is an increase in the amount of water in the ocean and air, which is accompanied by a decrease in oxygen concentrations and the release of huge amounts of energy. The provisions of the proposed theory were tested using the method of mental critical experiment. The reality of atmospheric effects of subsurface degassing is confirmed by the facts of synchronous destruction of ozone in the stratosphere and an increase in the temperature of the surface air layer. These events usually coincide with releases of ozone-depleting and heat-generating hydrogen from the subsurface.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И СМЕЖНЫЕ НАУКИ: НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

PHYSICAL GEOGRAPHY AND RELATED SCIENCES: DIRECTIONS AND
RESEARCH METHODS

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В 2019 ГОДУ

Анохин В.М. * ** ***, Дудакова Д.С. **

*РГПУ им. А.И. Герцена, **Институт озероведения РАН

***Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург, vladanokhin@yandex.ru

PRELIMINARY RESULTS OF THE STUDY OF SURFACE BOTTOM SEDIMENTS IN THE NORTHERN PART OF THE LADOGA LAKE IN 2019

Anokhin V.M. * ** ***, Dudakova D.S. **

* Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

** Institute of Lake Science RAS

*** St. Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Аннотация. В результате изучения донных отложений Ладожского озера, включавшего, в частности, донный пробоотбор и подводную фотовидеосъемку по субрегулярной сети станций в северной части озера, получены предварительные данные о распространении донных осадков. Составлена схема распределения донных отложений по точкам пробоотбора в северной части Ладожского озера. Выявлен ряд особенностей строения приповерхностных осадков. Сделан первый шаг к созданию карты донных отложений Ладожского озера нового поколения.

Ключевые слова: донные отложения, Ладожское озеро, пробоотбор, алевропелит, схема.

Введение

За длительное время изучения литологии дна Ладожского озера был накоплен значительный объем знаний. Здесь проводили исследования многие организации, среди них такие, как ВСЕГЕИ, Севзапгеология, ВНИИОкеангеология, ИНОЗ РАН, Институт водных проблем РАН и многие другие.

В числе наиболее значимых результирующих работ можно упомянуть работы Н.И. Семеновича [12], С.В. Калесника [7], А.В. Амантова и М.Г. Амантовой [1], сборник ВНИИОкеангеология «Геоэкология Ладожского озера» [4], монографии и атласы ИНОЗ РАН [6, 8, 9, 10, 11], и другие работы, в которых на уровне знаний своего времени освещалось распространение осадков на дне Ладожского озера. Эти работы дают необходимый фундамент знаний для дальнейшего изучения литологии дна и берегов Ладожского озера. Авторы также имеют несколько публикаций, относящихся к данной теме [2, 3, 13].

С течением времени совершенствуются методики изучения донных осадков, появляются новые инструменты исследования, такие, как подводная фотовидеосъемка, спутниковая привязка, дисперсионная лазерная гранулометрия и

другие, позволяющие в значительной степени актуализировать существующие литологические построения.

В течение нескольких последних лет сотрудники ИНОЗ РАН проводили изучение донных отложений Ладожского озера, в частности, в 2019 г. были осуществлены площадные работы в северной части озера. Предварительные результаты этих работ были положены в основу данной публикации.

Методика

Исследования проводились с борта научно-исследовательского судна «Посейдон» водоизмещением 100 т, специализированного для научных исследований на акваториях.

Отбор проб производился прямооточной трубкой конструкции Лаури-Ниёмисте (рис. 1) по субрегулярной сети станций, примерно через 4 км вдоль ряда субпараллельных профилей ВСВ простирания, расположенных примерно через 5-6 км. В районах с однородными осадками сеть разрежалась до 8-12 км.



Рис. 1. Общий вид трубки Лаури-Ниёмисте (слева) и полученного керна донных отложений (справа).

На 20-ти станциях производилось визуальное изучение дна с помощью подводного аппарата «Limnoscout-50», созданного в ИНОЗ РАН. Примеры донных фотографий приведены на рисунке 2.

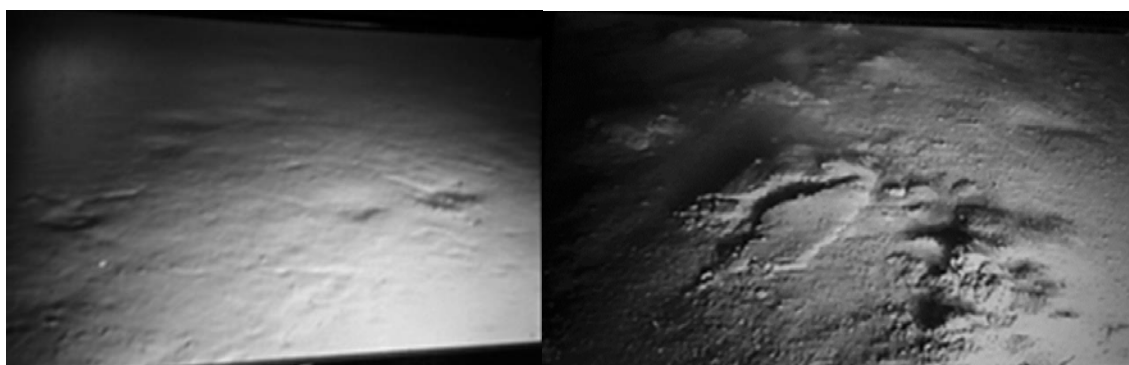


Рис. 2. Фотографии дна, сложенного алевропелитовыми осадками, в северной части Ладожского озера. Глубина 50 м.

Все станции и точки пробоотбора сопровождались эхолотным промером с помощью судового эхолота и привязкой с помощью GPS-навигатора GARMIN GPSmap78.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного пробоотбора были получены 84 пробы донных отложений. В основном это алевропелитовые осадки, с практически повсеместным распространением приповерхностного слоя алевритового наилка мощностью 1-3 см.

Результаты описания донных осадков сведены в предварительную схему распределения донных отложений по точкам пробоотбора в северной части Ладожского озера (рис. 3).

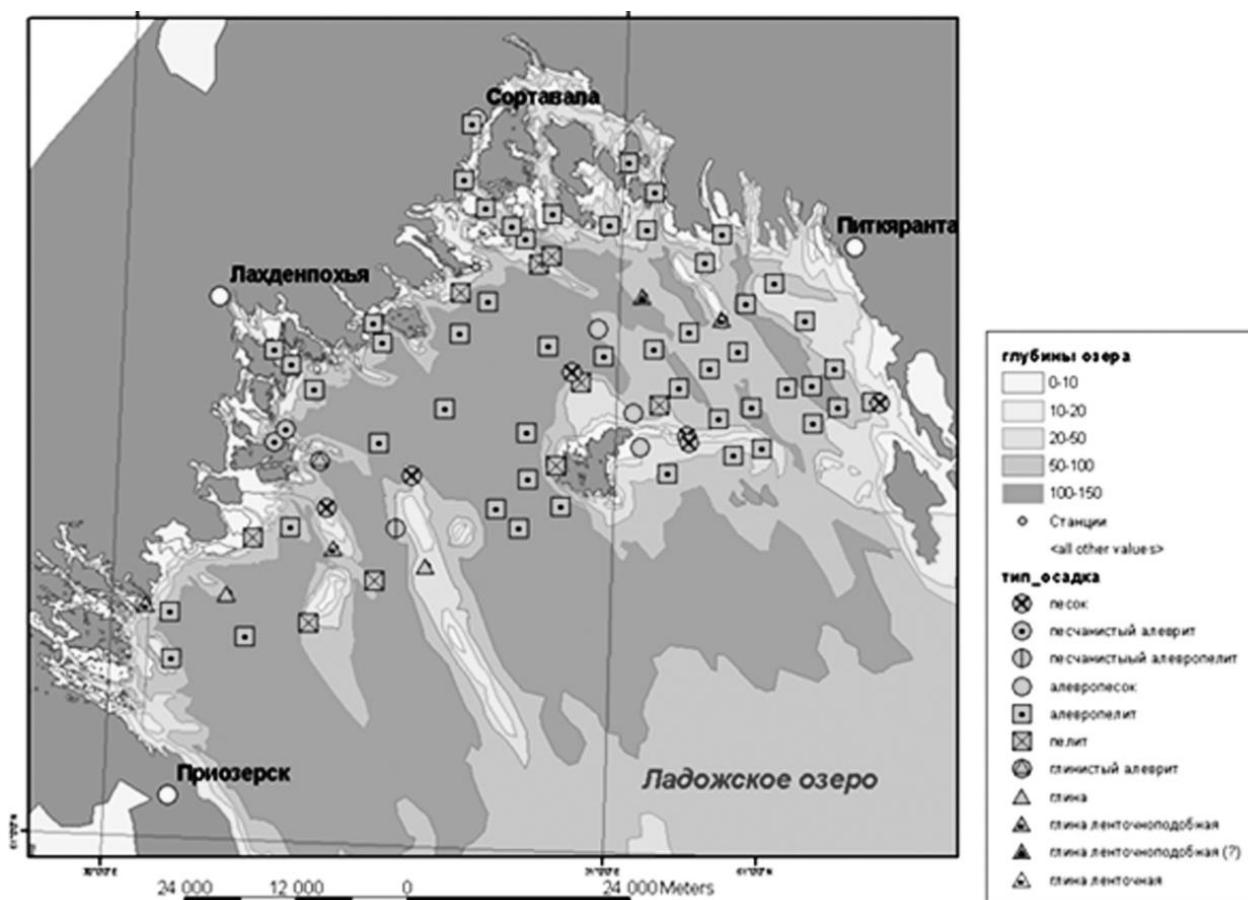


Рис. 3. Схема распределения донных отложений по точкам пробоотбора в северной части Ладожского озера.

На схеме отчетливо видно, что при общем сохранении обычной зональности распространения донных отложений в крупных водоемах с коренными берегами с увеличением глубины (коренные породы – крупнообломочные – среднеобломочные – мелкообломочные – тонкообломочные) имеется и ряд особенностей. В частности, заметно заполнение алевропелитовыми отложениями мелководных зон во фиардах северного побережья озера, где эти осадки подходят практически к самому берегу до глубин нескольких метров. Пелитовые осадки напротив, часто занимают более высокую позицию на бортах глу-

боководных котловин, чем алевропелиты, что может говорить об особенностях более глубинного строения осадочного чехла, при котором глубокие котловины заполнены современными алевропелитами, а борта этих котловин могут быть сложены более древними осадками (возможно, верхней частью отложений Балтийского ледникового озера).

Эту схему в дальнейшем планируется сопоставить с подробной батиметрической картой, с данными крупномасштабных подводных съемок, с материалами предыдущих исследований [4, 5, 11, 12]. При дальнейшем распространении донного пробоотбора на остальную акваторию озера станет возможным создание карты донных осадков всего Ладожского озера нового поколения.

Используемые в настоящее время карты и схемы донных осадков Ладожского озера в существенной степени устарели. В частности, построения Н.И. Семеновича [12], основанные в существенной части на визуальных определениях типов осадков, будучи достаточно полными для своего времени, по прошествии почти 60-ти лет нуждаются в пересмотре хотя бы по причине появления спутниковой навигации, дающей более точную привязку станций пробоотбора. Наиболее новой на настоящий момент является Литологическая карта поверхности дна акваторий из комплекта ГГК масштаба 1:1 000 000, листы Р-35, 36 2015 г. [5]. Но масштаб этой карты позволяет видеть лишь общую картину распространения осадков на дне Ладоги, новую же карту предполагается строить в масштабе, близком к 1:500 000, что позволит визуализировать распространение осадков более детально.

Архаичную традиционную методику гранулометрического анализа предполагается заменить более точным и современным лазерным дифракционным методом.

Выводы

В настоящее время в распоряжении ИНОЗ РАН имеются средства и возможности для изучения распространения донных отложений Ладожского озера на новом уровне, при использовании передовых методик.

Потребность в таком изучении вполне назрела, так как существующие построения либо не отвечают современным требованиям, либо не соответствуют уровню задач по ряду параметров. Проведенные ИНОЗ РАН исследования являются первым шагом на пути к созданию карты распространения донных отложений Ладожского озера нового поколения.

Уже на этом первом этапе выявлен ряд особенностей строения верхней части донных отложений Ладоги, таких, как заполнение алевропелитовыми отложениями мелководных зон во фиардах северного побережья озера, а также более высокое положение пелитовых осадков по сравнению с алевропелитами на бортах глубоководных котловин, и др.

Донный пробоотбор по предложенной методике предполагается продолжить до полного покрытия сетью станций всей акватории озера. После этого планируется создание карты донных осадков всего Ладожского озера нового поколения.

Благодарности

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

- [1] *Амантов А.В., Амантова М.Г.* Развитие котловины Ладожского озера с позиций ледниковой теории // Региональная геология и металлогения, №59, 2014. С. 5-14.
- [2] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О.* Геоморфология и типизация берегов Ладожского озера по данным съемки беспилотного летательного аппарата // Геоморфология. 2019. № 1. С. 25-38.
- [3] *Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н.* Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015-2019 гг. // Материалы Международной конференции (Школы) морской геологии. М., ИОРАН, 2019.
- [4] Геоэкология Ладожского озера / В.Л. Иванов, В.И. Гуревич. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1995. 209 с.
- [5] Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35,36. Литологическая карта поверхности дна акваторий. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2015.
- [6] История озер СССР. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки / Д.Д. Квасов, Г.Г. Мартинсон, А.В. Раукас. Л.: Наука, 1990. 280 с.
- [7] *Калесник С.В.* Ладожское Озеро. Гидрометеиздат. Л., 1968. Система Великих озер Европы. Бассейн Ладожского озера. 149 с.
- [8] Ладога / Ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев. СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.
- [9] Ладожское озеро. Атлас / В.А. Румянцев, А.И. Сорокин. СПб.: ИНОЗ РАН, 2002. 128 с.
- [10] Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / В.А. Румянцев, А.И. Сорокин, Н.А. Нестеров. СПб.: Нестор-История, 2015. 199 с.
- [11] *Поздняков Ш.Р.* Проблемы расчета и измерения характеристик наносов в водных объектах. С-Пб., ЛЕМА. 2012. 226 с.
- [12] *Семенович Н.И.* Донные отложения Ладожского озера. М-Л., Наука, 1966. 124 с.
- [13] *Vladimir Anokhin, Dina Dudakova, Mikhael Dudakov, Vladimir Rybakin, Mikhael Naumenko, and Vladimir Ulitchev.* The results of geological and geomorpho-

logical studies of the bottom and shores of Lake Ladoga 2015-18 years // Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU 2019-2198-1, 2019 EGU General Assembly 2019 © Author(s) 2018. CC Attribution 4.0 license.

S u m m a r y. We conducted a study of the bottom sediments of Lake Ladoga, including bottom sampling and underwater photo and video filming using a subregular network of stations in the northern part of the lake. We obtained preliminary data on the distribution of bottom sediments. We have compiled a distribution scheme of bottom sediments at sampling points in the northern part of Lake Ladoga. Some structural features of near-surface sediments are revealed. The first step to create a map of bottom sediments of Lake Ladoga of a new generation has been taken.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВЫХОДОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ДНЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

В.М. Анохин ^{*****}, В.Н. Рыбакин ^{**}, И.В. Токарев ^{****}, В.А. Румянцев ^{**}

**РГПУ им. А.И. Герцена*

***ИНОЗ РАН*

****Санкт-Петербургский научный центр РАН*

*****СПбГУ, г. Санкт-Петербург, vladanokhin@yandex.ru*

NEW DATA ON THE DISTRIBUTION OF UNDERGROUND WATER EXITS AT THE DAY OF THE NORTHERN PART OF THE LADOGA LAKE

V.M. Anokhin ^{***}, V.N. Rybakin ^{**}, I.V. Tokarev ^{****}, V.A. Rumyantsev ^{**}

** Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg*

*** INOZ RAS*

**** St. Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*

***** SPbSU, St. Petersburg*

Аннотация. В течение нескольких последних лет ИНОЗ РАН проводил исследования выходов подземных вод в глубоководной северной части Ладожского озера. В пробах придонной воды, отобранных в глубоких впадинах дна озера определялись содержания изотопов О и Н, аномально низкие содержания которых указывают на присутствие подземных вод. По результатам этих исследований построены схемы содержаний О и Н в придонной воде, на которых локализируются зоны аномалий, сопоставляющиеся с местами разгрузок подземных вод в Ладожском озере.

Ключевые слова: Ладожское озеро, водный пробоотбор, изотопы, подземные воды, аномальные содержания.

Введение

Гипотеза о существовании зон разгрузки подземных вод на дне Ладожского озера возникла несколько десятилетий назад, когда при анализе проб придонной воды в глубоких впадинах северной части озера были обнаружены некоторые химические и физические отличия воды из придонного слоя впадин от основной водной толщи. На дне и частично в бортах впадин геологическим картированием были зафиксированы рифейские осадочные породы [1, 5] – в том числе песчаники, с которыми можно было сопоставить водоносные горизонты, приуроченные к аналогичным песчаникам на прилегающей суше.

По некоторым предположениям разгрузка подземных вод может быть достаточно интенсивной, чтобы существенно влиять на водный баланс Ладожско-

го озера [4]. Вопрос этот далеко не только теоретический, если вспомнить, что Ладожское озеро является источником пресной воды для Санкт-Петербурга и прилегающих районов, от качества этой воды зависит жизнь миллионов людей.

В течение нескольких последних лет специалисты ИНОЗ РАН в сотрудничестве с учеными других организаций (в частности, ААНИИ и СПбГУ) проводили исследования изотопного состава воды в глубоководной части Ладожского озера. Некоторые предварительные результаты этих исследований приводятся в предлагаемой публикации.

Методика

Исследования включали отбор водных придонных проб батометром Нансена с различных плавсредств, в т.ч. НИС «Полярник» и НИС «Посейдон». Глубины отбора составляли 100-200 м. Сеть отбора проб наращивалась от сезона к сезону, исходя из задачи локализации выявленных выходов подземных вод. К концу последнего отработанного сезона 2019 г. общее количество станций составило 84.

Эти пробы были подвергнуты лазерному изотопному анализу в Ресурсном центре «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ.

Результаты и обсуждение

Подземная вода, не имея непосредственного контакта с атмосферным воздухом, обычно обеднена как кислородными, так и водородными изотопами, и их отрицательные аномалии в придонной воде Ладоги с высокой степенью вероятности связаны с выходами подземных вод.

По результатам лазерного изотопного анализа были построены схемы аномально низких содержаний изотопа кислорода $\delta^{18}\text{O}$ и дейтерия $\delta^2\text{H}$, показывающие положение выходов подземных вод в северной части Ладожского озера (рис. 1).

На обеих схемах заметна концентрация изолиний аномальных содержаний в нескольких определенных районах – в основном на склонах и седловинах рельефа. Это вполне логично указывает на выходы водоносных горизонтов именно в склонах впадин.

Распространение зон концентраций изотопов Н и О довольно хорошо пространственно совпадают между собой, что говорит об общности источника аномалий.

Следующим этапом будет сопоставление этих 2-х схем между собой, наложение их на качественную батиметрическую основу и картирование собственно площадей выходов подземных вод. Далее необходимо привлечение данных о положении тектонических разломов в этом районе, т.к. разломы, пересекая водоносные горизонты, скорее всего, существенно влияют на положение и состояние мест разгрузки подземных вод. Предполагается использовать информацию из источников [1, 2, 3, 5, 6] и др.

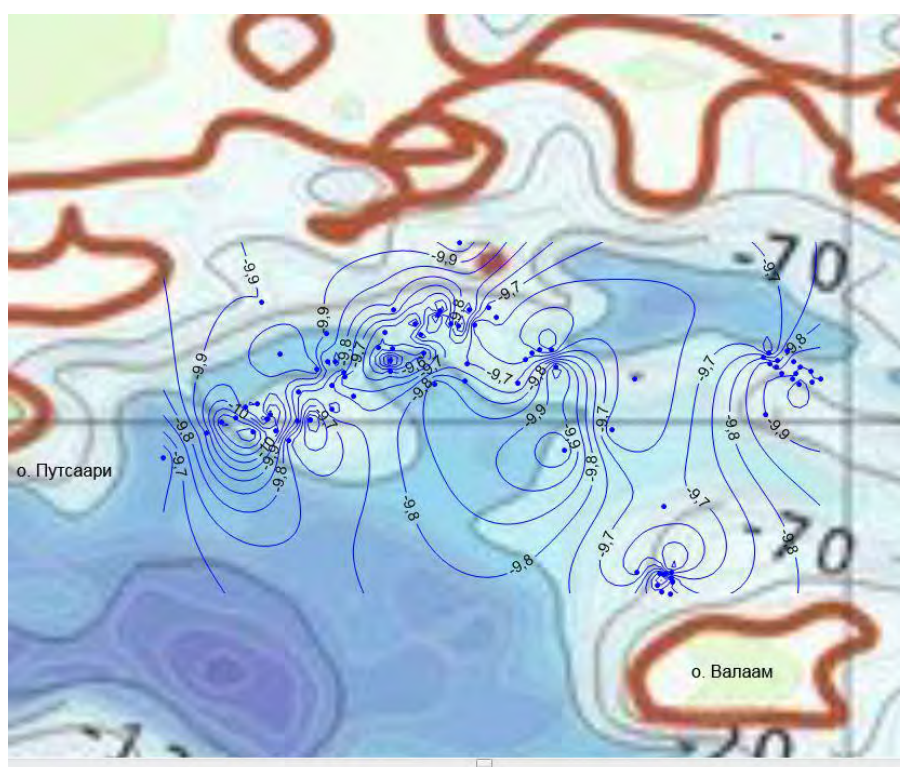
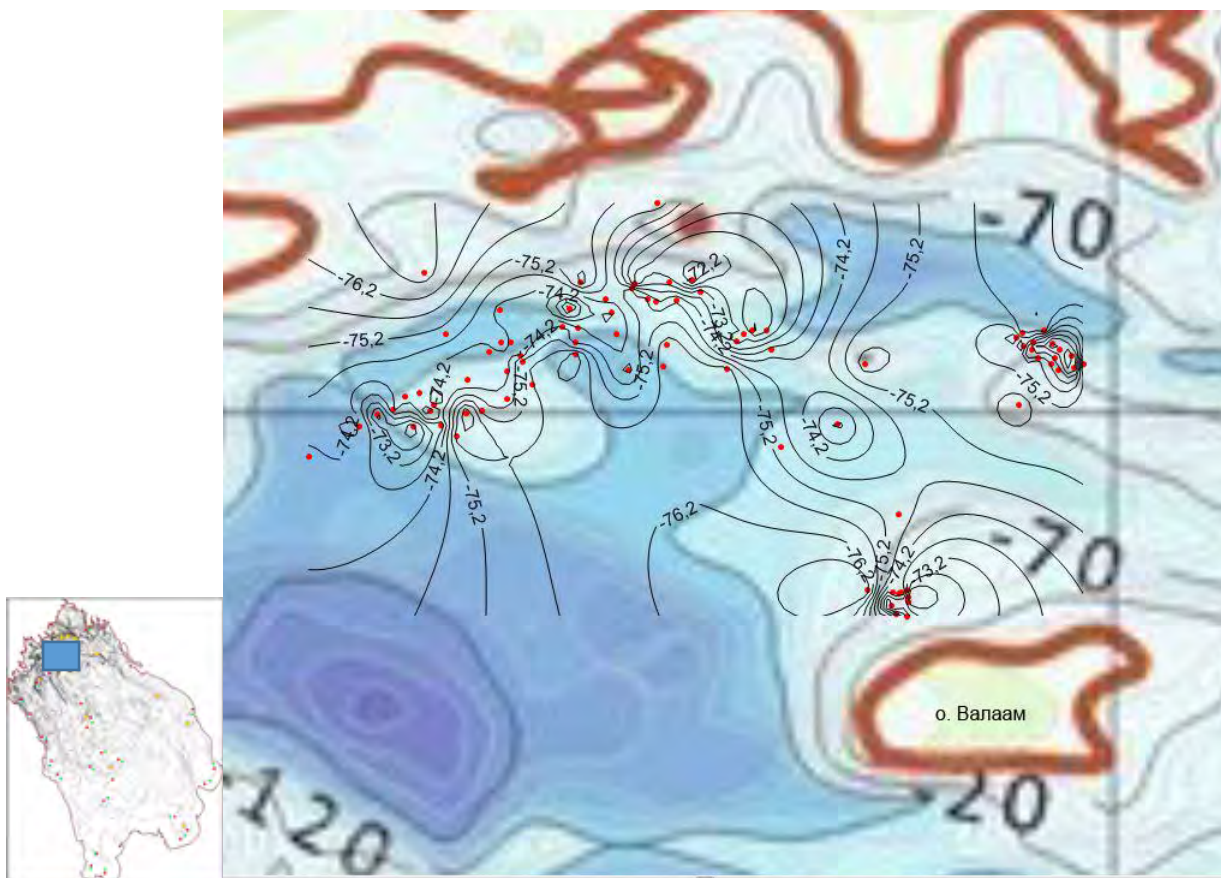


Рис. 1. Схемы распространения изотопов $\delta^{2}\text{H}$ (вверху) и $\delta^{18}\text{O}$ (внизу). Точки – станции отбора проб, тонкие линии с цифрами – изолинии содержаний изотопов. На врезке контуром обозначен район исследований.

При дальнейшем наращивании сети опробования и все более подробной локализации выходов подземных вод станет возможным крупномасштабное картирование этих выходов. В предстоящем сезоне предполагается обогатить методику исследования подводной фотовидеосъемкой с помощью подводного аппарата «Limnoscout-230», созданного в ИНОЗ РАН и успешно работающего в Ладожском озере [9].

Предполагается также подвергнуть придонную воду ряду дополнительных анализов, которые должны выявить увеличенную минерализацию, присущую подземным водам и, таким образом, увеличить достоверность исследований.

Выводы

Исследования подтвердили гипотезу о существовании зон разгрузки подземных вод на дне Ладожского озера. Показано, что аномальные концентрации изотопов трития и стабильных изотопов кислорода и водорода, приурочены к породам рифейского водоносного комплекса. Обнажения породы рифейского водоносного комплекса найдены на поверхности дна Ладожского озера и на его подводных склонах вдоль северного и восточного побережий, а также в двух глубоководных впадинах. Полученные данные позволяют в дальнейшем рассматривать рифейские отложения Ладожского озера как источник «сверхчистого» водоснабжения, поскольку они защищены от всех видов техногенного воздействия [7, 8].

Благодарности

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

- [1] *Амантов А.В.* Геология дочетвертичных образований и тектоника Ладожского озера // Региональная геология и металлогения, № 58, 2014. С. 22-32.
- [2] *Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А.* Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами // Изв. РГО. 2016. Т. 148. Вып. 2. С. 44-52.
- [3] *Ассиновская Б.А.* Сейсмические события на Ладоге в XX веке // Известия РГО. 2005. Т. 137. Вып. 4. С. 70-76.
- [4] *Большаинов Д. Ю.* Современные многолетние колебания уровня Ладожского озера и возможная причина ладожской трансгрессии позднего голоцена // Изв. РГО. 2018. Т. 150, вып. 4. С. 15-31.
- [5] Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35,36. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ. Картфабрика ВСЕГЕИ. 2015.

[6] Ладога / Ред. В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев. СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.

[7] Применение изотопных методов для изучения современных процессов водообмена Ладожского озера [Текст]: отчет о НИР (заключ.) : программа ОНЗ РАН № 10 «Оценка, прогноз и методы управления водными ресурсами с учетом их качества и экологического состояния» на 2009-2011 гг. / ИНОЗ РАН ; рук. В.А. Румянцев. – СПб., 2012. – 36 с. – № ГР. 01200958874 – Инв. № 02201361180.

[8] Румянцев В.А., Рыбакин В.Н., Токарев И.В. Распространение вод притоков и подземных вод в Ладожском озере по данным изотопных индикаторов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2017. № 48. - С 94-109.

[9] Dudakova D., Anokhin V., Dudakov M., Judin S. Mapping Rocky Coastal Landscapes in Northern Lake Ladoga around the islands of Raipatsaari and Lussikainluoto // GEOHAB 2019 Marine geological and biological habitat mapping. Saint-Petersburg Russia. May 13-17. 2019. P. 51-52.

S u m m a r y. Over the past few years, the Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences has been studying groundwater yields in the deep-water northern part of Lake Ladoga. In the samples of bottom water taken in the deep depressions of the bottom of the lake, the O and H isotopes were determined, the abnormally low contents of which indicate the presence of groundwater. Based on the results of these studies, schemes for the contents of O and H in bottom water were constructed, on which zones of anomalies are localized, which are compared with places of groundwater discharge in Lake Ladoga.

ПОЙМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Н.Б. Барышников, Д.И. Исаев, Н.В. Лагай
РГГМУ, г. Санкт-Петербург, kafedra_gm@rshu.ru

INUNDATED PROCESSES

N.B. Baryshnikov, D.I. Isaev, N.V. Lagay
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Аннотация. Приведены результаты анализа хозяйственной роли пойм, в частности, при их расположении в нижних бьефах ГЭС, при возведении мостовых переходов и в других случаях. Результаты оценки роли пойм в изменении транспортирующей способности руслового потока.

Ключевые слова: *пойма, русло, морфология, гидравлика, взаимодействие потоков, сельскохозяйственная продуктивность.*

Введение

Поймы, несмотря на малую долю площади, составляющую 1-3% от территории РФ, имеют большое практическое значение, в частности, для сельского хозяйства. Так, пойма р.Волги в районе г. Казани полностью обеспечивала этот город овощами. В тоже время пойма слабо изучена, особенно по сравнению с руслом из-за того, что она затапливается не ежегодно, да и часто на малую глубину. Более того, производить измерения параметров потоков на ней часто не-

возможно по условиям техники безопасности (ледоход и др.). При этом можно выделить для исследования три взаимосвязанные проблемы: морфологию, гидрологию и гидравлику пойм.

Морфология пойм

Морфология пойм определяется их типом, зависящим от типа руслового процесса. В частности, при наиболее часто встречающемся их типе свободном меандрировании, поймы имеют гривистый характер, приводящий к тому, что при малых уровнях их затопления формируются несколько межгривных потоков, которые сливаются в единый пойменный поток только при очень высоких уровнях.

На основе анализа морфологического строения участка, расположенного ниже расчетного морфоствора, в РГГМУ была разработана типизация процессов взаимодействия русловых и пойменных потоков. За ее основу было принято положение динамической оси взаимодействующих потоков. В результате было выделено пять их типов.

Учитывая сложность определения углов между динамическими осями взаимодействующих потоков, было принято решение об их примерном равенстве углам между геометрическими осями русел и пойм. Контрольные расчеты показали, что величины погрешностей при этом, как правило, не превышают 3-5%, что находится в зоне точности расчетов. Первый тип характеризуется параллельностью осей потоков. Он довольно редко встречается в природных условиях [1, 2]. Основными же расчетными являются второй и третий типы взаимодействия потоков. Второй тип соответствует условиям начальной стадии паводка, характеризуемой подъемом уровней и растеканием масс руслового потока по пойме. При этом происходит значительное увеличение уклонов водной поверхности и соответствующее увеличение средних скоростей русловых составляющих потоков. Процесс близкий к третьему типу, наблюдается при спаде уровней, т.е. в конце паводка, когда массы пойменного потока, вторгаясь в русловой поток, уменьшают его уклоны и скорости.

Для четвертого и пятого типов взаимодействия – пересечение осей потоков и разновысотная пойма характер взаимодействия чрезвычайно сложен.

Поймы существенно отличаются друг от друга, поэтому для вскрытия закономерностей их формирования были проведены их типизации, в основу которых были положены типы русловых процессов, в частности, по типизации ГГИ [1]. Предварительно все поймы были подразделены на две группы – современные и унаследованные и для каждой из них выполнена своя типизация.

Эта типизация была составлена на основе анализа морфологического строения участков пойм. В 1936 году Р.А. Еленевский [3] опубликовал разработанную им типизацию пойм, основанную на результатах ботанических исследований. Когда совместили эти две типизации, оказалось, что они почти полностью совпадают. Это полностью подтверждает единство природных процессов.

Гидрология пойм

Гидрология пойм определяет частоту и главное продолжительность их затопления и, тем самым их сельскохозяйственную продуктивность. Учитывая, что последняя не является целью нашего исследования, перейдем к рассмотрению регулирующей роли стока поймами. Осуществляя регулирование паводочного стока, поймы уменьшают максимальные расходы воды и растягивают процесс пропуска паводочного стока за счет его аккумуляции поймами в периоды подъема уровней, отдавая его в периоды их спада. Таким образом, поймы являются фактором саморегулирования паводочного стока.

Влияние пойм на транспортирующую способность руслового потока

Отметим, что роль пойм в процессе транспорта наносов велика. Действительно, процесс их интенсивного поступления в русла рек в основном происходит в начальные фазы подъема уровней, когда скорости руслового потока значительно увеличиваются. При спаде уровней в русла рек поступает малое количество взвешенных наносов, так называемая "осветленная" вода и система поток – русло приводит к уменьшению транспортирующей способности руслового потока. Следует отметить роль поймы в этом процессе, которая заключается в торможении руслового потока за счет поступления в него пойменных вод, а следовательно, и снижению его транспортирующей способности.

При избыточном поступлении наносов в речные русла они откладываются на перекатах, вызывая рост их гребней и наоборот, при недостаточном поступлении наносов, недостающее их количество поток получает, размывая перекаты, снижая отметки их гребней.

Хозяйственное использование пойм

Рассмотрим несколько случаев хозяйственного использования пойм. Первый из них связан с экспедицией ГГИ, под руководством И.В. Попова [4]. Основной целью экспедиции было исследование процесса затопления и разгрузки пойменного массива на участке р. Оки, а дополнительное – изучение возможности использования этого массива для сельскохозяйственных целей. Исследования выполнялись как наземными средствами, так и с помощью аэрометодов (рис. 1). Как видно на рисунке, затопление массива начиналось с низовых прорыв, т.е. с понижений в прирусловых валах. Более того, воды пойменного потока поворачиваются таким образом, что их течение будет направлено в противоположную сторону течения руслового потока.

Второй случай связан с использованием пойм верхнего Иртыша. В начале шестидесятых годов прошлого столетия была введена в строй Бухтарминская ГЭС и было решено выяснить как она влияет на сельскохозяйственную продуктивность пойм. С этой целью была разработана программа попуска. К сожалению, в ней не были учтены паводки на крупных притоках. Поэтому попуск не затопил поймы. На следующий год в программу были внесены уточнения, заключавшиеся в необходимости совпадения максимума попуска с максимумами основных притоков Убы и Ульбы. Следующий попуск резко повысил продуктивность пойм, примерно на 20% за счет того, что волна попуска вымыла из понижений рельефа пойм гумусные частицы и равномерно распределила их по

акватории пойм. Последующие попуски поставляли на поймы песок из нижнего бьефа ГЭС, что привело к снижению продуктивности пойм.

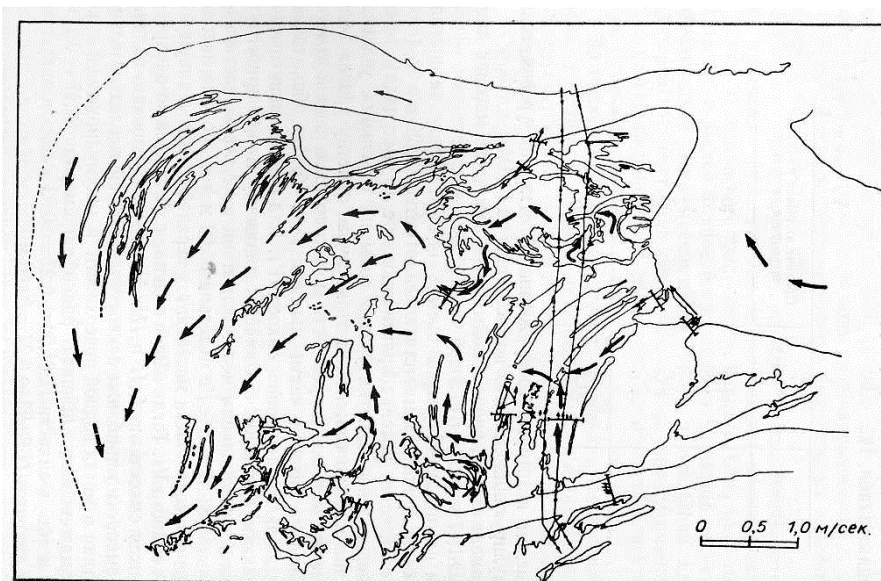


Рис. 1. Затопление пойменного массива.

Третий случай связан со строительством автомобильной дороги Казань – Нижний Новгород, пересекающей р. Волгу в 20 километрах выше г. Казань. Как видно на рисунке, русло р. Волги на этом участке резко поворачивает на юг под углом близким к 90°. Строители построили дамбу, длиной 4,5 км и на ее окончании соорудили струнаправляющее сооружение. К сожалению, при пропуске первого же паводка, обеспеченностью около 50%, русловой поток не пошел по руслу, а избрал прямолинейный путь по протокам многорукавного пойменного массива и ударил в струнаправляющее сооружение разрушив его.

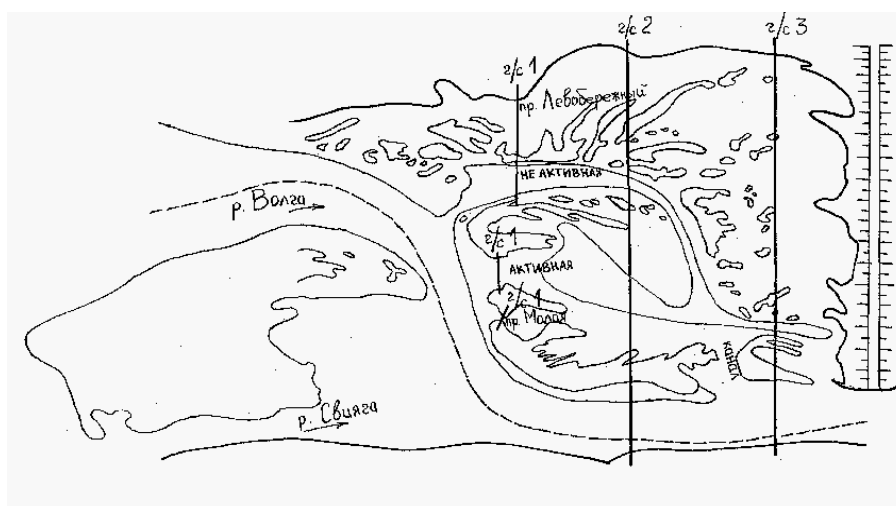


Рис. 2. Предмостовой участок р. Волги выше мостового перехода Казань – Нижний Новгород.

Строители пригнали земснаряд, которым в срочном порядке выкопали на пойме канал (рис. 2) и тем самым плавно ввели этот поток в русло реки. Размеры канала – глубина 20-25 метров, длина около 250 метров, таким образом

строители извлекли из поймы несколько десятков тысяч кубометров аллювия. Это нестандартный случай, так как обычно русловой поток следует по своему руслу.

Четвертый пример связан со строительством жилищ на пойме реки Самарки, имеющей ширину в несколько километров. При этом они применили более дорогой способ строительства, а именно, подсыпку территории, вместо строительства дамбы. Это обусловлено тем, что строительство дамбы должно производиться в короткие сроки между двумя паводками иначе дамба может быть размыта.

Можно привести и другие примеры как положительных, так и отрицательных решений, но наша главная задача выявить хозяйственное значение пойм. С развитием современного геодезического оборудования процесс сбора информации по данному вопросу видоизменился. Так, появление беспилотных летательных аппаратов (дронов), позволяет многократно проводить аэрофото съемку поймы, не затрачивая больших ресурсов, а также не зависимо от физической доступности. Развитие программного обеспечения дает возможность быстрой обработки большого количества снимков и предварительную статистическую обработку. Сопоставление временных рядов снимков одного и того же участка поймы, может дать интересные сведения. Так, например, снимки одного и того же сезона, через промежуток времени, позволит говорить об изменчивости рельефа поймы, а также о направлении этой изменчивости. Наблюдение в разные сезоны позволяет выявить причинно-следственную связь этих изменений, судить о перспективах развития. Создание единого комплекса гидро-геолого-геодезических измерений на изучаемых объектах позволит сформировать базу числовых характеристик, для построения пространственной модели поймы. Данная модель даст представление о геодинамических процессах на данном участке реки. Полученные факторы позволят оценить степень влияния как их совокупности, так и каждого фактора в отдельности на русловые процессы и формирование русловых потоков.

Выводы

Таким образом, подтверждена важная хозяйственная и особенно сельскохозяйственная роль пойм, можно сделать и другие выводы:

- пойменные процессы недостаточно изучены из-за их сложности, быстрого прохождения паводков и половодий и других причин;
- особенно острой является проблема формирования пойменных потоков, основанная на особенностях морфологии пойм;
- на наиболее часто встречающихся поймах свободного меандрирования процесс их затопления, как правило, осуществляется через низовые прорвы;
- транспортирующая способность русловых потоков находится в полной зависимости от особенностей морфологического строения расчетного участка;

Литература

- [1] Барышников Н.Б., Исаев Д.И. Русловые процессы. СПб. РГГМУ, 2014.–503с.
- [2] Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. СПб. РГГМУ, 2016.–342с.

[3] *Еленевский Р.А.* Вопросы изучения и освоения пойм. – М.: ВАСХНИЛ, 1936.–100 с.

[4] *Попов И.В. , Гаврин Ю С.* Применение аэрофотосъемки к оценке процессов затопления и разгрузки речных пойм и развития пойменных течений.// Труды ГГИ, 1970, вып. 183, С. 4-25.

S u m m a r y. The results of the analysis of the economic role of floodplains are given, in particular, when they are located in the lower taps of the HPP, during the construction of bridge crossings and in other cases. Results of the assessment of the role of floodplains in changing the transport capacity of the channel flow.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО, СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО В БАСЕЙНОВОЙ КОНЦЕПЦИИ

В.П. Бондарев* **

** МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, valery_bondarev@mail.ru*

*** МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва*

INTERRELATION OF GEO-ECOLOGICAL, SOCIAL-ECOLOGICAL AND ENGINEERING-ECOLOGICAL ANALYSIS IN THE BASIN CONCEPT

V.P. Bondarev* **

** Lomonosov Moscow State University, Moscow*

*** Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

Аннотация. В работе рассматриваются основные элементы бассейновой концепции. Проводится типология методологических подходов. Выделяется три основных методологических модуля: геоэкологический, социально-экологический и инженерно-экологический. На следующем уровне типологии также выделяются собственные модули. Предложенная типология может способствовать созданию более целостной междисциплинарной методологической системы бассейновой концепции анализа взаимодействия общества с окружающей средой.

Ключевые слова: *бассейновая концепция, геоэкология, социальная экология, инженерная экология, междисциплинарный подход*

Введение

В настоящее время проблемы взаимодействия общества и окружающей среды имеют неотложный и острый характер. Нерациональные формы природопользования неизбежно ведут к истощению природных ресурсов и ухудшению качества окружающей среды, возникают дополнительные проблемы со здоровьем населения, существенно лимитируется экономическое развитие, происходят неблагоприятные деформации социальных общностей. В этой ситуации все отчетливее становится ясно, что проблемы взаимодействия общества и окружающей среды целесообразнее всего решать при помощи междисциплинарных подходов, требующих комплексного подхода.

Одним из перспективных подходов, позволяющих с различных сторон рассматривать взаимодействие общества и окружающей среды, может быть бассейновая концепция. Привлекательность этой концепции определяется тем, что она опирается на выявление закономерностей функционирования бассейна

как сложной природной системы, что позволяет объяснять и прогнозировать обоснованные пространственно-временные формы взаимодействия между объектами и субъектами природопользования и охраны окружающей среды. Это дает возможность эффективно управлять взаимодействием общества с окружающей средой на территориальных единицах различного уровня.

Объект, предмет и методология исследования

Объектом исследования можно принять сложный комплекс взаимодействий в сложной системе «общество – окружающая среда», функционирующей в пределах водосборных бассейнов – важных территориальных единиц, которые покрывают подавляющую часть суши, имеют четкие границы и высоко скоординированный баланс воды и веществ в своих пределах. Предметом представляемого исследования является бассейновая концепция и ее элементы в сложном их сочетании, который может быть подвержен исследованию с позиций большого количества научных дисциплин. Это обстоятельство требует выявления характера сочетания дисциплинарных и междисциплинарных приемов исследования в этой области.

Методологической базой является общетеоретический концептуальный анализ с использованием типологии. Под типологией понимается метод научного познания, в основе которого лежит разделение групп объектов и их группировка с помощью выделения определенных типов, т.е. обобщенных, идеализированных моделей [5]. Принято считать, что типология наилучшим способом подходит для целей сравнительного анализа существенных связей, функций, отношений, уровней организации объектов и т.д.

Результаты типологического анализа и их обсуждение

Разные элементы водосборного бассейна находятся в поле зрения исследователей давно. В то же время, бассейновая концепция активно развивается только с середины XX столетия. В настоящее время выдвинуто определенное количество идей в этом направлении. Однако, как любое комплексное направление исследований с междисциплинарной направленностью, оно имеет проблемы в области разработки целостной теоретико-методологической базы.

Увидеть бассейн как единую систему удалось после работ таких крупных исследователей, как Р. Хортон (1947), показавшего единство законов сочетания элементов бассейна, Н.И. Маккавеев (1955), сформулировав учение о едином эрозионно-аккумулятивном процессе, Г. Уайта (1957) выдвинувшего идею подготовки программы целостного развития речного бассейна. С конца 70-х гг. XX в. в трудах отечественных исследователей начинает регулярно обсуждаться эта тема (Симонов, 1976, Хрисанов, Камбуров, 1980; Милькова, 1981; Чепурко, 1981; Сергин, 1981, Зотов, 1985, 1992, Швевс, 1987; Зайцев, 1988; Симонов Симонова, 2004 и т.д.). В работах этих многих других исследователей показаны примеры успешного применения этого подхода к решению конкретных балансовых и модельных методов.

Однако, в научной и хозяйственной практике, обычно, требуется проанализировать либо отдельный элемент бассейна, либо их определенное сочетание.

На примере изучения деятельности Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Макквасеева, оказалось возможным обнаружить сложное междисциплинарное переплетение тем, которые рассматривают различные проблемы в пределах водосборного бассейна [1]. Еще более четкую картину в этой области удалось выявить в результате исследования деятельности Межвузовского научно-координационного совета по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ (МНКС) [2]. Наиболее изученными являются основные тематики МНКС: 1) русловые процессы; 2) процессы в овражно-балочных системах; 3) эрозионные процессы; 4) устьевые процессы; 5) общетеоретические и комплексные исследования эрозионно-русловых систем.

Также, выделяется около 30 тем, которые периодически обсуждаются на пленарных заседаниях МНКС. Из них несколько тем обсуждаются регулярно. Важнейшая тема – наносы, которая тесно связана с географическим подходом и анализом вещественно-энергетического баланса в географической оболочке. Вторая тема – экологическая, связывающая бассейновый анализ с общемировыми тенденциями изучения проблем взаимодействия природы и общества. Третья тема – это гидравлика, связывающая бассейновый анализ со исследованиями в области физики изучаемых явлений, а с другой – с практиками в области гидротехники. Далее следуют еще три темы: антропогенные процессы, методы исследований, малые реки. Тема антропогенных процессов и малых рек, усиливает экологическую тематику и выводит ее на первое место. В рамках пленарных заседаний МНКС также затрагиваются темы факториального анализа функционирования эрозионно-аккумулятивных процессов; их менеджмента, управления и мониторинга, проблемы водохранилищ и прудов; палеогеографические и археологические аспекты эрозионно-аккумулятивных процессов; связь этих процессов с процессами урбанизации; а также вопросы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Следовательно, изучая бассейн, приходится затрагивать широчайший спектр проблем, используя большое число подходов и методов.

В настоящее время свои варианты бассейнового анализа развивают коллективы различных научных коллективов страны. Один из наиболее комплексных и разработанный вариант бассейновой концепции предложен Л.М. Корытным [3, 4], который дает широкий обзор проблем природопользования, которые целесообразно решать на основе анализа водосборного бассейна, как комплексной геосистемы. Он приводит следующие основные составляющей интегральной природно-хозяйственной основы бассейновой концепции: гидрологическая, геоморфологическая, геологическая, эколого-биосферная, геосистемная, историко-этническая, социально-экономическая, водохозяйственная и геополитическая.

Из вышесказанного заключаем, что водосборный бассейн представляет собой сложную природную систему, в которой осуществляется деятельность человека. Наиболее важными аспектами этой деятельности являются управление водными и земельными ресурсами. Важным свойством этой системы является наличие законов строения, функционирования и перераспределения ве-

ществ внутри нее, в том числе в твердой форме. Основой функционирования водосборного бассейна является морфолитодинамика, которая определяется как процесс совместного формирования рельефа водосборного бассейна и внутри него литопотока. Этот процесс, в конечном итоге, определяет все геоэкологические и социально-экологические процессы, а, следовательно, и характер инженерной деятельности на территории.

Используя логико-типологический подход к анализу вышерассмотренных подходов и сочетания рассмотренных тем, можно выстроить иерархически организованную типологию (рис. 1). На первом уровне которой можно выделить три основных аспекта морфолитодинамики водосборов: 1) геоэкологический; 2) социально-экологическая; 3) экологическая инженерия.



Рис. 1. Типология методологических подходов в бассейновой концепции.

Геоэкологический аспект морфолитодинамического анализа водосборного бассейна состоит из нескольких основных этапов. Первый этап – морфометрический анализ дренажного бассейна на основе Хортон-анализа в модификации А.Н. Стралера. Определяются порядки потоков, структура каналов и уклонов, соотношение площадей и т.д. Это обеспечивает основу для предварительной оценки потенциальных мест скопления и эрозии. Далее проводится гидролого-климатический анализ, который включает определение расхода воды, что может позволить определить характер перераспределения твердых частиц в бассейне, а также особенности водопользования на территории. Почвенно-литологический анализ позволяет определить существующие параметры эрозии и накопления на территории. Наконец, ландшафтно-биотический анализ может позволить проанализировать природу всего ландшафтного комплекса, охват территории природной и культурной растительностью и уровень антропогенных

изменений на территории. В комплексе это может дать представление о том, как функционирует весь геоэкологический комплекс водосборного бассейна.

Комплексный анализ геоэкологического аспекта водосборного бассейна позволяет нам перейти к изучению социально-экологического аспекта. Последовательное изучение историко-этнографической, экономической, правовой ситуации, сложившейся на территории, может позволить провести социологическое исследование местных сообществ и их связи с экономической деятельностью на территории водосборного бассейна.

Сочетание геоэкологического и социально-экологического подходов, в свою очередь, может способствовать более обоснованному и обоснованному принятию решений в области экологического инжиниринга. В данном случае речь идет о гидротехнических, мелиоративных, жилых и логистических мероприятиях в водосборном бассейне.

В настоящее время имеется обширный материал по различным частям алгоритма, описанного выше, который требует дополнительного обобщения. Все эти этапы можно проиллюстрировать конкретными примерами, которые проводились в разные годы с участием автора представленной работы.

Выводы

Таким образом, водосборный бассейн является одним из наиболее удачных объектов, в рамках которого можно рассматривать большой круг проблем взаимодействия природы и общества. В настоящее время сложилось несколько подходов рассмотрения таких проблем с точки зрения бассейновой концепции. При этом, требуется дальнейшая разработка комплексной методологии этой концепции. Приведенная типология методологических подходов может способствовать решению этой проблемы.

Литература

- [1] *Бондарев В.П., Бойченко О.В.* Структура и динамика коллектива научной лаборатории // Социологические исследования. 2010. № 11 С. 52-63
- [2] *Бондарев В.П., Рулева С.Н.* Структура и динамика надорганизационных научных сообществ // Социологические исследования. № 5, 2018. С. 132-144.
- [3] *Корытный Л.М.* Бассейновая концепция в природопользовании. - Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. 163 с.
- [4] *Корытный Л.М.* Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. 2017 № 2 С. 5-16
- [5] *Огурцов А.П.* Типология // Новая философская энциклопедия. Институт философии Российской академии наук. - <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH012ba3def986377b05e1772b> (дата обращения 25.02.2020).

S u m m a r y. The paper considers the main elements of the basin concept. The typology of methodological approaches is carried out. There are three main methodological modules: geo-ecological, socio-ecological, and engineering-ecological. The next level of the typology also highlights its own modules. The typology can contribute to the creation of a more complete interdisciplinary methodological system of the basin concept for analyzing the interaction of society with the environment.

ГОДОВАЯ ДИНАМИКА АОТ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА MERRA-2 ЗА ПЕРИОД 1980-2018 ГГ.

М.С. Васильев^{*,**}, Л.А. Пестрякова^{**}

^{*}*ИКФИА им. Ю.Г. Шафера СО РАН – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «ЯНЦ СО РАН», г. Якутск, m.s.vasiliev@ikfia.ysn.ru*

^{**}*ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова», г. Якутск, lapest@mail.ru*

ANNUAL AOD DYNAMICS IN CENTRAL YAKUTIA ACCORDING TO MERRA-2 REANALYSIS DATA FOR THE PERIOD 1980-2018

M.S. Vasiliev^{*,**}, L.A. Pestryakova^{**}

^{*}*Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk*

^{**}*M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk*

Аннотация. В работе рассматривается динамика аэрозольной оптической толщи (АОТ) в Центральной Якутии по данным реанализа MERRA-2 за период 1980-2018 гг. За рассматриваемый период в годовом ходе АОТ над центральной частью Якутии выявлен ряд положительных экстремумов, соответствующих экстремумам общей лесопожарной активности (ЛА) в Якутии.

Ключевые слова: MERRA-2, солнечный фотометр, аэрозоль, лесные пожары, Якутия.

Введение

Известно, что крупномасштабные задымления от лесных пожаров ухудшают экосистему [3, 6], меняют аэрозольный и газовый состав атмосферного воздуха [10, 13]. Территория земель лесного фонда Якутии занимает 254,7 млн. га [2]. Большая часть 219,8 млн. га относится к «зонам контроля лесных пожаров», где по действующему федеральному законодательству пожары при определенных условиях (в частности, если нет угрозы населенным пунктам и линиям электропередач) не подлежат обязательному тушению. Несвоевременное тушение лесных пожаров может привести к вероятным погодным и климатическим изменениям, а также к неправильной интерпретации причинно-следственных связей возмущения АОТ по причине дымового пирогенного аэрозоля.

В данной работе рассматривается динамика годового хода АОТ над центральной частью Якутии за период 1980-2018 гг. по данным реанализа MERRA-2.

Исходные данные

В Центральной Якутии мониторинг АОТ проводится солнечным фотометром CIMEL CE-318 (ст. Якутск – координаты прибора: 61,662N; 129,367E) [4, 5, 7, 17, 18]. Были использованы данные АОТ уровня 2 версии 3 (данная версия учитывает ряд затрудняющих факторов для обработки измерений, включая: солнечные затмения, перистые облака, атмосферные температурные аномалии и слабую спектральную зависимость АОТ) на длине волны $\lambda = 500$ нм (<https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>).

Среднемесячные значения АОТ ($\lambda = 550$ нм) реанализа MERRA-2 (<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>) [8, 16] получены с помощью численной модели атмосферы на основе ассимилированных данных разнообразных спутниковых и наземных измерений [9, 11, 12, 14, 15].

Информация по ЛА в Якутии (общая выгоревшая площадь S , Га) представлена Государственным бюджетным учреждением Республики Саха (Якутия) «Якутская база авиационной охраны лесов».

Пространственный и временной анализ траектории распространения воздушных масс от очагов горения лесного массива осуществлен с помощью модели HYSPLIT (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>).

В качестве индекса солнечной активности (СА) использовались среднегодовые значения чисел Вольфа – данные Научно-исследовательского отдела солнечной физики Королевской обсерватории Бельгии (Royal Observatory of Belgium, <http://www.astro.oma.be/en/>).

Результаты и обсуждение

За период 2004-2017 гг. проведен сравнительный анализ годового хода АОТ между данными MERRA-2 & CIMEL CE-318. Сравнивали абсолютные значения АОТ (MERRA-2) с пространственным разрешением $0,5^{\circ} \times 0,625^{\circ}$ вокруг точки наземного наблюдения. Коэффициент корреляции Пирсона R между данными MERRA-2 & CIMEL CE-318 за рассматриваемый период равен 0,85 с уровнем значимости $P=99\%$ при критическом значении $r_{\text{крит.}}=0,48$ [5].

На рис. 1 представлен годовой ход АОТ, чисел Вольфа и ЛА. За период 1980-2016 гг. корреляция между АОТ и лесными пожарами практически отсутствует – R находится на уровне 0,1. Однако наблюдаются положительные экстремумы между АОТ (центральная часть Якутии) и общей выгоревшей площадью лесного (и не лесного) массива в Якутии в 1992, 1996, 1998, 2002, 2008 и 2014 гг.

В работе [18] показано, что при наличии максимального значения АОТ=0,526 (19.04.2009 г.) на территории Якутии не наблюдались очаги горения лесного массива. В соседних регионах наблюдалась ЛА, а по данным HYSPLIT было установлено, что дымы от очага горения, обнаруженного 17 апреля в Амурской области спутниковым мониторингом, охватили месторасположение солнечного фотометра 19.04.2009 г. В случаях, когда значения параметра Ангстрема (A)>1 велика доля высокодисперсных частиц (наличие дыма) [1]. По данным CIMEL CE-318 за период 2004-2017 гг. диапазон среднемесячных значений параметра A (500/800 нм) находились в пределах 0,78-1,99. Максимальное среднегодовое значение АОТ=0,48 в 2002 г. связано с наличием дымового аэрозоля от очагов горения лесного массива, основная масса которых была сосредоточена в центральной части Якутии.

Заключение

Таким образом, всесторонняя информация и комплекс данных по метеорологическим элементам могут позволить выявлять причину возмущения АОТ над локальными пунктами наблюдения на обширных территориях. На протяжении 21-24-го циклов СА (рис. 1) в периоды фаз роста, спада и минимума в годовом ходе АОТ наблюдаются максимальные значения. Данный факт требует проведения дальнейших исследований.

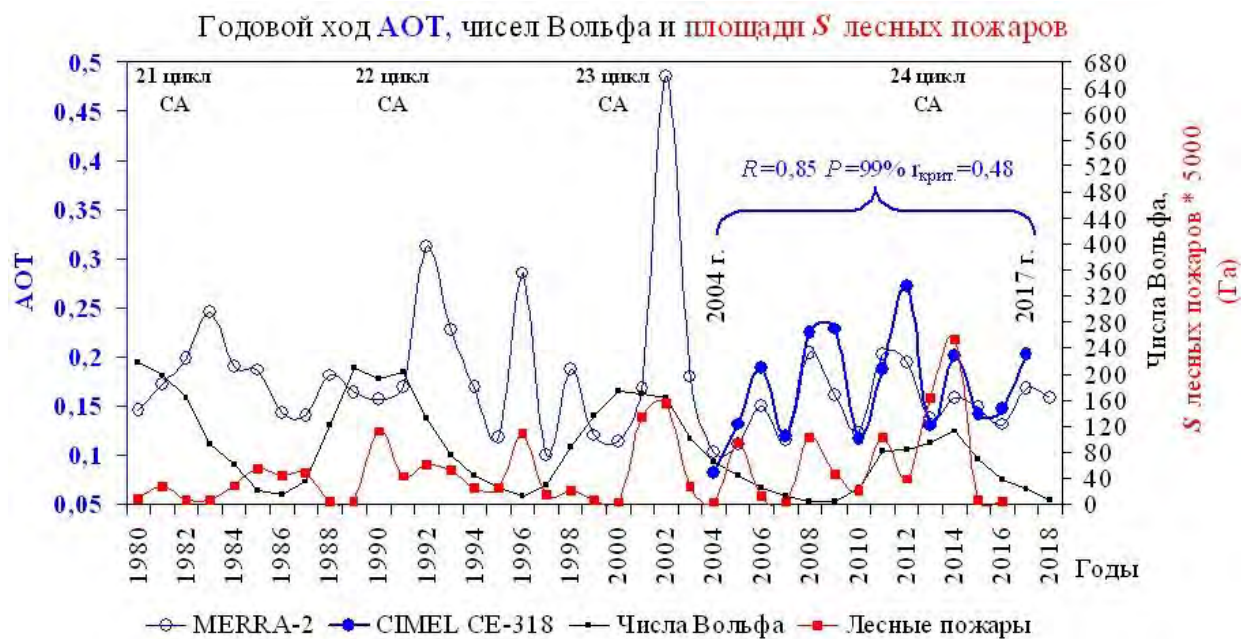


Рис. 1. Годовой ход АОТ (центральная часть Якутии – данные MERRA-2 (1980-2018 гг.), CIMEL CE-318 (2004-2017 гг.)), чисел Вольфа и общей площади S лесных пожаров в Якутии (1980-2016 гг.).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации бюджетной темы П.16.1.7. 0375-2018-0004 (номер государственной регистрации № АААА-А17-117021450054-8).

Литература

- [1] Абдуллаев С.Ф., Махмудов А.Н., Маслов В.А., Назаров Б.И., Ходжахон М.И. Сезонные изменения влагосодержания и параметра Ангстрема в Душанбе по данным АЭРОНЕТ // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2015. Т. 58. № 1. С. 49-56
- [2] Анисимов С.С., Дедюкин Р.Н., Борисов А.И., Андреев Д.В., Бродникова И.М., Ноговицын М.В., Скрыбыкина Д.Г. Анализ лесных пожаров в Якутии // Молодой ученый. 2017. № 48. С. 8-11.
- [3] Бондур В.Г. Космический мониторинг эмиссий малых газовых компонент и аэрозолей при природных пожарах в России // Исследование Земли из космоса. 2015. № 6. С. 21-25.
- [4] Васильев М.С., Николашкин С.В. Температурный эффект дымового аэрозоля в летний сезон над центральной частью Якутии за период 2004-2014 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 12. С. 1106-1111.
- [5] Васильев М.С., Николашкин С.В., Титов С.В. Многолетняя динамика аэрозольной оптической толщи в Центральной Якутии по данным дистанционного зондирования Земли / Сборник трудов Всероссийской конференции «Оптические исследования высокоширотной верхней атмосферы», посвященной 40-летию оптических измерений на полигоне «Маймага», 20-23 августа 2019 г. Якутск-Маймага. – Якутск: Сфера. С. 57-63.

- [6] Горчаков Г.И., Горчаков Г.И., Аникин П.П., Волох А.А., Емиленко А.С., Исаков А.А., Копейкин В.М., Пономарева Т.Я., Семутникова Е.Г., Свириденков М.А., Шукуров К.А. Исследование состава задымленной атмосферы Москвы во время пожаров торфяников летом-осенью 2002 г. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2004. Т. 40. № 3. С. 370-384.
- [7] Dubovik O., Smirnov A., Holben B.N., et al. Accuracy assessments of aerosol optical properties retrieved from Aerosol Robotic Network (AERONET) Sun and sky-radiance measurements // J. Geophys. Res. 2000. V. 105(D8). № 4. P. 9791-9806.
- [8] Gelaro R., McCarty W., Suarez Max J., et al. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) // J. Clim. 2017. V. 30. № 14. P. 5419-5454.
- [9] Heidinger A.K., Cao C., Sullivan J.T. Using Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) to calibrate Advanced Very High Resolution Radiometer reflectance channels // J. Geophys. Res. 2002. V. 107. № D23, 4702. Doi: 10.1029/2001JD002035.
- [10] Hobbs P.V., Sinha P., Yokelson R.E., Christian T.J., Blake D.R., Gao S., Kirchstetter T.W., Novakov T., Pilewskie P. Evolution of gases and particles from a savanna fire in South Africa // J. Geophys. Res. 2003. V. 108. № D13. SAF 21. P. 1-20.
- [11] Holben B., Eck T.F., Slutsker I., et al. AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characterization // Remote Sens. Environ. 1998. V. 66. № 1. P. 1-16. Doi: 10.1016/S0034-4257(98)00031-5.
- [12] Kahn R.A., Gaitley B.J., Martonchik J.V., Diner D.J., Crean K.A., Holben B. Multiangle Imaging Spectroradiometer (MISR) global aerosol optical depth validation based on 2 years of coincident Aerosol Robotic Network (AERONET) observations // J. Geophys. Res. 2005. V. 110. № D10S04. Doi: 10.1029/2004JD004706.
- [13] Konovalov I.B., Beekmann M., Berezin E.V., Petetin H., Mielonen T., Kuznetsova I.N., Andreae M.A. The role of semi-volatile organic compounds in the mesoscale evolution of biomass burning aerosol: a modeling case study of the 2010 mega-fire event in Russia // Atmos. Chem. Phys. 2015. V. 15. P. 13269-13297.
- [14] Levy R.C., Remer L.A., Mattoo S., Vermote E.F., Kaufman Y.J. Second-generation operational algorithm: Retrieval of aerosol properties over land from inversion of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer spectral reflectance // J. Geophys. Res. 2007. V. 112. № D13211. Doi: 10.1029/2006JD007811.
- [15] Remer L.A., Kaufman Y.J., Tanre D., et al. The MODIS aerosol algorithm, product, and validation // J. Atmos. Sci. 2005. V. 62. P. 947-973. Doi: 10.1175/JAS3385.1.
- [16] Rienecker M.M., Suarez M.J., Gelaro R., et al. MERRA-NASA's modern-era retrospective analysis for research and applications // J. Clim. 2011. V. 24. № 14. P. 3624-3648.
- [17] Vasiliev M.S., Nikolashkin S.V., Boroyev R.N. Atmospheric Transparency over Central Yakutia from the Sun Photometer Data in 2004-2014 // Russian Meteorology and Hydrology. 2017. V. 42. № 11. P. 700-704. Doi: 10.3103/S1068373917110024.

[18] *Vasiliev M.S., Nikolashkin S.V., Titov S.V., Boroyev R.N.* Atmospheric transparency over Central Yakutia from the sun-sky photometer data in 2004-2017 // Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 112086G (18 December 2019). Doi: 10.1117/12.2536405.

S u m m a r y: The paper considers the dynamics of the aerosol optical depth (AOD) over the central part of Yakutia according to the MERRA-2 reanalysis data for the period 1980-2018. For the period under review, in the annual AOD course over the central part of Yakutia, a number of positive extrema were identified corresponding to the extremes of the total forest fire activity (FFA) in Yakutia.

ГЕОИНДИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОСМОСТРУКТУРНЫХ КРИТЕРИЕВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В.Н. Губин, Т.В. Архипенко

*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь
vngubin@mail.ru, arkhipminsk@rambler.ru*

GEOINDICATOR ANALYSIS COMSTRUCTURE CRITERIA OF PETROLEUM POTENTIAL OF THE PRIPYAT TROUGH

V.N. Gubin, T.V. Arkhipenko

Byelorussian State University, Minsk, Belarus

Аннотация. В статье рассмотрены основные космоструктурные критерии нефтегазоносности Припятского прогиба, основанные на геоиндикационном дешифрировании космоснимков
Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, космоструктурные критерии, геоиндикаторы, нефтеперспективные объекты.

Введение

При прогнозировании зональных и локальных объектов нефтегазонакопления на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геолого-геофизической информации осуществляется геоиндикационное дешифрирование космоструктурных критериев нефтегазоносности: систем линейных, кольцевых и блоковых структур осадочного чехла. Для Припятского прогиба, расположенного на западе Русской плиты, типичен платформенный режим развития земной коры и формирования ее поверхности. Главнейшие геодинамические черты новейшего этапа нашли выражение в современном рельефе в виде различного вида деформаций, вызванных тектоническими напряжениями, а также гляциодинамическими процессами, обусловленными плейстоценовыми оледенениями. В рассматриваемом регионе особое внимание уделено разработке методики геоиндикационного дешифрирования космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности, прежде всего, новейшей активизации и степени проявления на земной поверхности и космических снимках (КС) структурных форм осадочного чехла, контролирующих размещение нефтеперспективных объектов.

Объекты и методы

При геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев нефтегазоносности Припятского прогиба использовались КС с пространственным разрешением от 30 до нескольких метров, полученные в различные периоды времени со спутников Landsat, ALOS и IKONOS, а также с Белорусского космического аппарата (БКА). Инновации в геоиндикационном дешифрировании связаны с БКА, оптико-электронная съемочная система которого позволяет в панхроматическом режиме получать КС с разрешением объектов на земной поверхности 2,1 м, а в мультиспектральном – с пространственным разрешением 10,5 м.

Геоиндикационное дешифрирование космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности базируется на выявлении и идентификации ландшафтных индикаторов (геоиндикаторов) проявлений новейшей активизации разломной тектоники, блоковых, блоково-пликативных и пликативных форм осадочного чехла, фиксируемых на КС в виде линейных и кольцевых структур [1-5]. При этом устанавливаются корреляционные связи между ландшафтными особенностями земной поверхности, прежде всего, современным рельефом, и новейшей активизацией структурных элементов осадочного чехла. В основе метода лежит теоретическое положение о взаимосвязи природных компонентов земной поверхности с тектоно-геодинамическим режимом эволюции Земли в позднеолигоцен-четвертичное время. Чем выше степень унаследованности структур осадочного чехла нефтегазоносных бассейнов к неотектоническому структурному плану, тем более информативен геоиндикационный метод дешифрирования космоструктурных критериев прогноза нефтеперспективных объектов.

Комплексный подход к изучению механизма проявления структурных элементов осадочного чехла учитывает многофакторность рассматриваемой проблемы. Погребенные структуры отразились в природных компонентах земной поверхности благодаря их унаследованному развитию и новейшей активизации. На механизм проявления структур оказали влияние дифференцированные позднеолигоцен-четвертичные напряжения и деформации земной коры (эндогенные и ротационные), неоднородности геофизического поля, активизация геохимических процессов, а также гляциодинамические явления. Анализ космоструктурных критериев нефтегазоносности на основе данных ДЗЗ из космоса предполагает использование всей совокупности общих и частных приемов камерального и полевого геоиндикационного дешифрирования КС. Технологическая схема дешифрирования космоструктурных критериев построена по принципу сетевого планирования, что позволяет определить последовательность отдельных операций и оптимизировать весь дешифровочный процесс. В технологии геоиндикационного дешифрирования КС выделяются три этапа: предварительный камеральный (предполевой), полевой и окончательный камеральный. Этапы в свою очередь делятся на отдельные стадии, которые различаются по времени, характеру технологических операций и приемов выполнения работ.

Обсуждение результатов

В пределах Припятского прогиба ведущую роль в отражении на земной поверхности и КС тектонических структур, контролирующих распределение объектов нефтегазоаккумуляции, играют эндогенные геодинамические процессы, связанные с деформациями глубинных горизонтов осадочного чехла на неотектоническом этапе. Дифференцированные движения блоковых, блоково-пликативных и пликтивных структур в верхнедевонской толще являются унаследованными и сопровождаются образованием в покровных четвертичных отложениях зон повышенной трещиноватости, геохимической и гидрогеологической активности. Последние оказывают влияние на характер проявления экзогенных процессов, воздействуя тем самым на морфолитогенную основу приповерхностной части осадочного чехла. При этом на земной поверхности возникают аномальные формы рельефа и других природных компонентов, а также отмечается их прямолинейная либо изометричная ориентировка в плане. Определяющим фактором отражения в геоиндикационных признаках и на КС элементов тектоники, контролирующих распределение объектов нефтегазоаккумуляции в Припятском прогибе, является активизация дифференцированных тектонических движений в позднеолигоцен-четвертичное время. На характер отражения структурных элементов в геоиндикаторах повлияли геохимические процессы, вызванные непрерывной вертикальной миграцией газовой-жидкой флюидов с различных глубин земной коры и мантии [4]. Физико-химическое преобразование вещества происходит непрерывно на различных структурных уровнях. Глубинные флюиды, достигая земной поверхности, взаимодействуют с геохимическим полем ландшафта. Неодинаковая проницаемость земной коры, обусловленная структурными особенностями, способствует появлению различий в геохимической обстановке. Особенно интенсивны газовые, водные и тепловые потоки в зонах разломов, где формируются определенные гидрогеохимические и гидродинамические условия, отличающиеся от смежных участков. Так, по результатам профильной геохимической съемки в пределах Припятского прогиба аномальное распределение газовых, биохимических и литохимических показателей согласуется с зонами Речицко-Вишанского, Червонослободско-Малодушинского и других разломов, активных на неотектоническом этапе. Подобные аномалии сопряжены также с участками повышенной мезотрещиноватости осадочной толщи, выявленными по КС над некоторыми локальными поднятиями прогиба.

Определяющую роль в геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев нефтегазоносности играют геоморфологические индикаторы, объединяющие различные категории рельефа земной поверхности, формирующие основной рисунок изображения линейных и кольцевых структур, а также гляциотектонических объектов на КС. В геоморфологической группе индикаторов космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности ведущую роль играют особенности морфологии речных долин и озерных котловин. На территории Припятского прогиба, например, по характеру пойменной террасы Березины голоценового возраста возможна индикация проявлений блоково-пликативных и пликтивных локальных структур в верхнедевонской толще

осадочного чехла, в том числе криптодиапировой природы. В пределах Искровского поднятия пойма реки высокая, волнистая, шириной 1,5-2,0 км. Над Северо-Первомайской синклиналию в условиях нисходящих движений ширина поймы увеличивается до 4-5 км, а ее поверхность отличается мелкогребистым либо плоским, значительно заболоченным рельефом. В позднечетвертичное время локальные структуры испытывали разнонаправленные деформации, контролируя тем самым формирование долины Березины.

Системы рек и озер являются индикаторами, прежде всего, разломной тектоники, поскольку гидрографическая сеть закладывалась и формировалась в ослабленных тектонических зонах осадочного чехла. В Припятском прогибе дизъюнктивные структуры дешифрируются по прямолинейной ориентировке отрезков гидросети, резким изменениям направления и коленообразным изгибом русел рек, а также по линейно вытянутым системам прирусловых валов и старичных понижений.

При прогнозе нефтеперспективных объектов на основе геоиндикационного дешифрирования КС важное значение приобретают гляцигенные индикаторы. Они представляют собой ледниковые деформации горных пород плейстоценового возраста: гляциодислокации, ложбины ледникового выпахивания и размыва, большей частью выраженные в рельефе земной поверхности и на КС.

Геоиндикационное дешифрирование на основе геоботанических индикаторов заключается в изучении по КС структуры растительного покрова. Растительность является косвенным геоиндикатором, так как влияние на нее эндогенных процессов опосредовано путем перестройки рельефа, почв и изменения залегания уровня грунтовых вод. Линейная конфигурация контуров растительных сообществ во многих случаях тяготеет к зонам Северо-Припятского, Речицко-Вишанского, Чернослободско-Малодушинского и других разломов, кольцевая и эллипсоидная – к сводам локальных положительных структур: Ново-Дубровской, Дроздовской, Петриковской и др.

Геоботанические индикаторы структурных элементов в гумидных регионах, к которым относится территория Припятского прогиба, к настоящему времени изучены слабо, так как большинство исследований проведено применительно к аридным областям. Следует отметить, что растительный покров является только косвенным индикатором, поскольку влияние на него неотектонических движений опосредовано в результате перестройки рельефа и изменения уровня режима грунтовых вод. Возможности анализа растительного покрова при геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности ограничены в пределах техногенно измененных территорий в результате осушительной мелиорации и сельскохозяйственного освоения земель.

При анализе геоботанических геоиндикаторов следует обратить внимание на сочетание растительных сообществ, почвенного покрова и морфологии рельефа земной поверхности. Данный методический подход повышает геоиндикационную информативность процесса дешифрирования КС.

На КС рассматриваемые геоиндикаторы опознаются по линейным и кольцевым ландшафтным аномалиям, выраженным ступенчатым изменением рисунка и тона космоизображения. Значительная протяженность дешифрируемых структур, их выраженность в различных сочетаниях геоиндикаторов и принадлежность к протяженным системам с закономерной ориентировкой позволяют судить о достоверности выделенных линеаментов и кольцевых структур, являющихся космоструктурными критериями выделения нефтеперспективных объектов.

При геоиндикационном дешифрировании космоструктурных критериев прогноза нефтегазоносности следует обратить внимание на блоковые структуры, являющиеся показателями новейшей активизации блоковых и блоково-пликативных форм в нефтеперспективной толще осадочного чехла.



Рис. 1. Космический снимок новейшей активизации Каменского криптодиapiroвого поднятия (I) в пределах Центрального нефтегазоносного района Припятского прогиба.

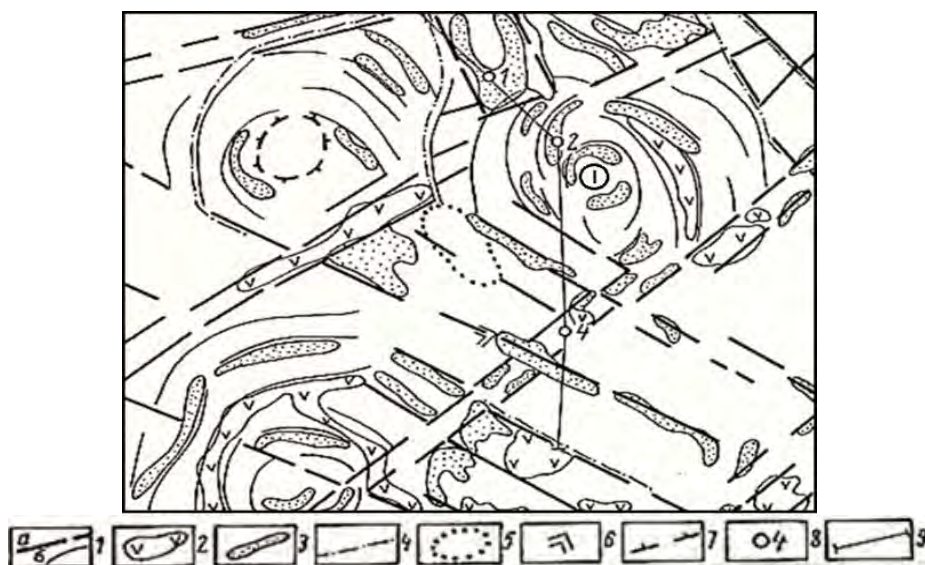


Рис. 2. Схема геоиндикационного дешифрирования космического снимка новейшей активизации Каменского криптодиapiroвого поднятия в пределах Центрального нефтегазоносного района Припятского прогиба:

1 – линейные и дугообразные формы рельефа земной поверхности, отражающие системы линейных (а) и кольцевые структуры (б); 1 – Каменская кольцевая структура; 2-7 – геоморфологические геоиндикаторы: 2 – заболоченные низины и котловины, 3 – песчаные гряды, 4 – фрагменты водотоков, 5 – расширения речных долин, 6 – коленообразные изгибы русел рек, 7 – эрозионные останцы; 8 – скважины и их номера; 9 – линия геологического разреза.

К блокам, характеризующимся относительной стабилизацией неотектонических движений (амплитуда 10-40 м), тяготеют в основном озерно-аллювиальные низины, осложненные массивами болот и участками эолового рельефа. Они дешифрируются на КС по плотному тонкозернистому рисунку темно-серого фототона. На локальных поднятиях однородная поверхность озерно-аллювиальных низин нарушается системой линейно ориентированных речных долин. В пределах положительно активных блоков с амплитудами неотектонических деформаций 80-120 м преобладают моренно-эрозионный рельеф, значительно расчлененный долинами ручьев и глубоко врезанными эрозионными ложбинами. На КС положительным блокам свойствен светло-серый тон и полосчато-пятнистый рисунок фотоизображения. Широко развитые среди моренных и водно-ледниковых равнин денудационные ложбины и водотоки, направленные к центру структуры, указывают на наличие неотектонических депрессий; над положительными участками происходит их "растекание". Такие особенности подчеркиваются на КС радиальным полосчатым рисунком. Важным показателем неотектонических поднятий служит параллельно-полосчатое распределение элементов рельефа земной поверхности, связанное с проявлением систем гляциодислокаций в приповерхностной части осадочного чехла. На КС они распознаются в виде тонкополосчатого рисунка, ориентированного по простиранию зон палеоледниковых деформаций в условиях восходящих движений блоковых структур в позднеолигоцен-четвертичное время.

Выводы

Геоиндикационное дешифрирование космоструктурных критериев нефтегазоносности Припятского прогиба базируется на анализе ландшафтных индикаторов совместно с геолого-геофизической информацией. Ведущими индикаторами активных в позднеолигоцен-четвертичное время линейных, кольцевых и блоковых структур осадочного чехла являются закономерно ориентированные участки речных долин, озерно-болотных низин и котловин, системы песчаных гряд, пространственное расположение гляциодислокаций, интенсивность проявления экзогенных процессов и т.п.

Рассмотренный комплекс ландшафтных индикаторов космоструктурных критериев следует использовать при прогнозировании зональных и локальных объектов нефтегазонакопления на основе данных ДЗЗ из космоса и геолого-геофизических материалов.

Литература

[1] Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса // Под ред. В.Г. Бондура. – М.: Научный мир, 2012. 558 с.

- [2] *Гридин В.И., Дмитриевский А.Н.* Системно-аэрокосмическое изучение нефтегазоносных территорий. М.: Наука, 1994. 288 с.
- [3] *Губин В.Н.* Оценка перспектив нефтегазоносности Припятского палеорифта на основе структурно-тектонического анализа космической информации// Геоматика. 2018. – Режим доступа: <http://geomatika.ru/clauses/kosmo-monitoring>
- [4] *Тимурзиев А.И., Шумейкин С.А., Шумейкин А.С.* Методы и технологии оценки перспектив нефтегазоносности территорий на основе комплексного анализа потенциальных полей, данных сейсморазведки, топогеодезической и космической съемки. Электронный журнал «Глубинная нефть». 2014. Т.2. №3. С. 307-340. URL:http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-3-2014_Timurziev-Shumeikin-Shumeikin_2-3-2014.pdf
- [5] *Трофимов Д.М.* Дистанционные методы в нефтегазовой геологии. М.: Инфра-Инженерия, 2018. 388 с.

S u m m a r y. When forecasting zonal and local objects of oil and gas accumulation based on remote sensing data from space and geological and geophysical information, geoindication decoding of cosmostructural criteria of oil and gas content is performed: systems of lineaments and ring structures.

ДИНАМИКА ЛЕСНОЙ (ДРЕВЕСНОЙ) РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ШУШЕНКСКИЙ БОР»

А.В. Ершова*, Н.В. Лебедева**

*Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, *Nasta-er@mail.ru,*

***fidelica@bk.ru*

DYNAMICS OF FOREST (WOOD) VEGETATION ON THE «SHUSHENSKIY BOR» NATIONAL PARK

A.V. Ershova, N.V. Lebedeva

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Аннотация. В статье представлен анализ состояния древесной растительности и ее динамика на территории национального парка «Шушенский бор» (Красноярский край) в период с 2007 г. по 2019 г., основанный на данных мониторинга состояния древостоев на постоянных пробных площадях.

Ключевые слова: национальный парк, «Шушенский бор», динамика, растительность.

Введение

Важной составной частью мониторинга природной среды является изучение естественной динамики древесной (лесной) растительности. С этой точки зрения значительный интерес представляет национальный парк «Шушенский бор», являющийся особо охраняемой природной территорией, где в целях охраны окружающей среды ограничена деятельность человека.

Регион исследований, объекты и методы

Национальный парк «Шушенский бор» расположен в Шушенском районе, в южной части Красноярского края, практически в центре Азиатской ча-

сти материка и представляет собой два кластерных участковых лесничества – Перовский участок и Горный участок [1].

Перовский участок примыкает непосредственно к административному центру района – п. Шушенское и представляет собой лесостепную зону в Минусинской котловине.

Горный участок находится на северном макросклоне горной системы Западного Саяна, на расстоянии 70 км. от п. Шушенское, и занимает собой часть хребта Борус (рис. 1).



Рис. 1. Карта национального парка «Шушенский бор».

Вся территория парка относится к категории лесов с одним целевым назначением – защитные леса.

В национальном парке «Шушенский бор» с момента его образования (1995 год) проводятся полевые исследования и камеральные обработки данных, которые помогают объективно оценить изменения и дать экспертную оценку процессов, происходящих в биогеоценозах и природных комплексах национального парка. Кроме того, полученные данные представляют собой базу данных по учету биоразнообразия флоры и фауны предгорий Западного Саяна и Минусинской котловины.

На основе данных по динамике природных явлений и процессов составляется летопись природы национального парка «Шушенский бор». Летопись выполняется в соответствии с техническим заданием и на основе методических указаний «Летопись природы в заповедниках СССР» [4].

«Шушенский бор» известен своими горными кедровыми лесами, ленточными сосновыми борами, озерно-болотным комплексом. Территория парка включает в себя комплексы и объекты, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность и предназначена для использования в природоохранных, научных и рекреационных целях [5].

Среди насаждений национального парка «Шушенский бор» преобладают хвойные породы 23652 га или 72,8% покрытой лесом площади. Основными лесобразующими породами являются: кедр – 24,4%, пихта – 23,5% и сосна – 27,2%. Мягколиственные древостои составляют 8838 га или 27,2% покрытой лесом площади. Всего по национальному парку покрыто лесом 32490 га площади.

Еловые насаждения приурочены к долинам рек и ручьев, мягколиственные древостои занимают площади старых гарей и вырубок.

Общий запас насаждений парка представлен в таблице 1 и составляет на 2019 год 7647,7 тыс. м³. [1].

Таблица 1

Общий запас насаждений парка

Породы	общий запас, тыс. м ³	
	2018	2019
Сосна	1921,3	1921,1
Лиственница	131,9	131,9
Пихта	1849,1	1849,1
Кедр	2000,7	2000,7
Ель	38,5	38,5
Итого хвойных	5941,5	5941,3
Береза	1338,4	1338,3
Осина	367,2	367,2
Тополь	0,9	0,9
Итого мягколиственных	1706,5	1706,4
Итого по национальному парку	7648,0	7647,7

Площадь Горного лесничества составляет 34817 га. В Горном участке представлен весь спектр высотно-поясных лесорастительных комплексов среднегорья и высокогорья.

В горных условиях национального парка преобладают темнохвойные насаждения, в их составе доминируют пихта и кедр. Сосновые насаждения приурочены к нижним частям склонов южной экспозиции и крутым южным склонам. Доля участия лиственницы невелика.

Наибольшие площади заняты кедровыми лесами – 12144 га, под пихтовыми – 4217 га, под сосновыми – 4081 га, под березовыми – 7479 га, под осиновыми – 1137 га лесопокрытой площади. Наиболее распространены зеленомошная (с кедром – 10672 га, с пихтой – 1661 га) и крупнотравная (с кедром – 827 га, с пихтой – 2556 га) группы типов леса.

Разнообразие растительного покрова горной части парка и его пространственная структура определяются двумя географическими факторами:

- высотной зональностью, обусловленной большим диапазоном абсолютных высот горного хребта Борус.

- особенностями секторно-географического расположения национального парка на границе Минусинской межгорной котловины и горной системы Западный Саян. Такое секторное географическое расположение определило высокую концентрацию на сравнительно небольшой территории экологически разнообразных сообществ от лесостепи до ультрагумидных горнотаетных экосистем.

Площадь Перовского лесничества составляет 4383 га. Перовское лесничество национального парка «Шушенский бор» представлено в основном сосняками, смешанными сосново-березовыми и березово-болотными лесами. Сосняки парка - древние экстразональные боры, имеющие большую историческую и природную ценность.

Систематическое слежение за присутствием или отсутствием вида на постоянной пробной площади, его обилие, высота и фенологическое состояние позволяют проследить динамику процессов, происходящих во флористическом составе растительного покрова той или иной ландшафтной структуры [2]. Для этого в момент образования национального парка были заложены пробные площади для полноценного отслеживания вышеуказанных параметров.

В ходе проведения мониторинга по выявлению динамики древесной растительности национального парка по видам были систематизированы данные, представленные на рисунке 2. Эти данные показывают площади покрытых лесом земель по видам лесной растительности.

Согласно наблюдениям, на пробных площадях национального парка, лесная растительность развивается стабильно. Площади произрастания лесов не изменяются на протяжении всего периода наблюдения. Изменения в видовом составе всех пробных площадей отсутствуют, наблюдаются незначительные колебания в фенологическом состоянии некоторых видов, что связано с природными и климатическими условиями. Жизненное состояние лес-

ной растительности на пробных площадях снижается незначительно, в рамках естественных процессов смены биоценозов. Эта тенденция ежегодная и связана с перестойным возрастом отдельных деревьев.

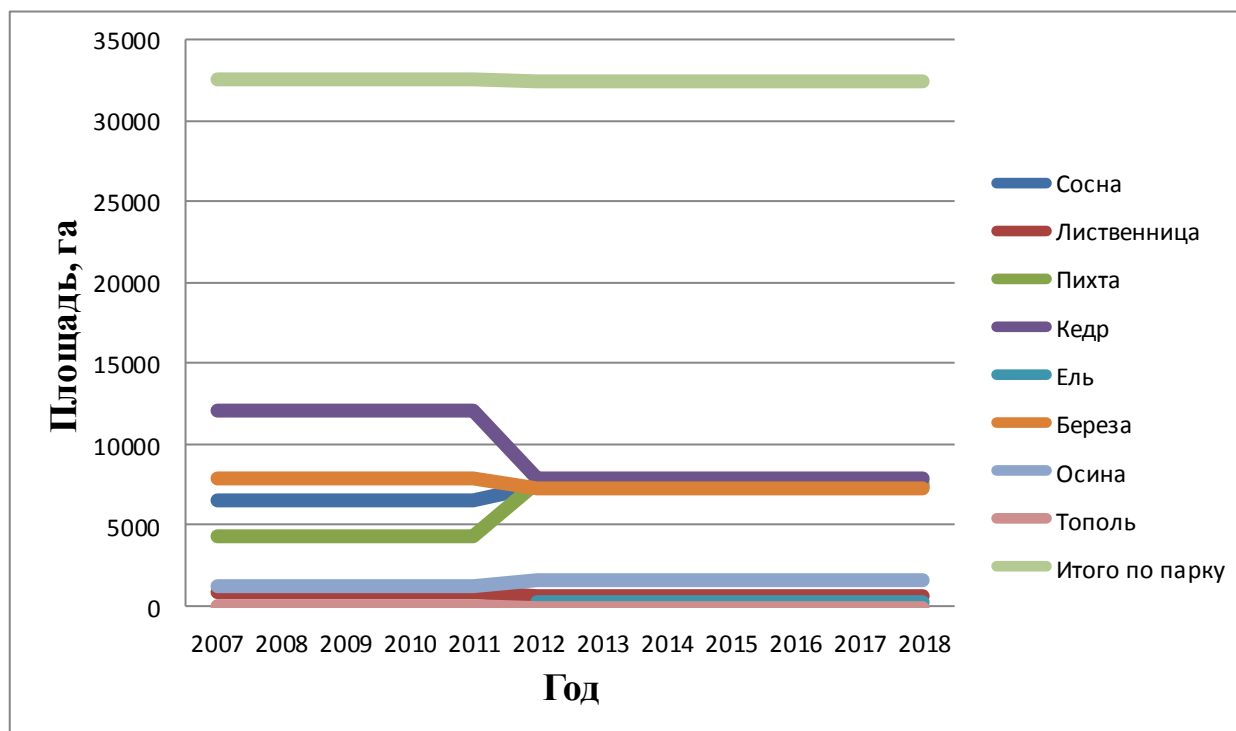


Рис. 2. Покрытые лесом земли, га.

Литература

- [1] Грибов А.И. Методические подходы при проведении экологических исследований в рекреационных лесах Сибири. 10 Международная школа - конференция студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий», Абакан, 2006 / А.И. Грибов, В.В. Анюшин // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – 2006. № 10. – С.63-64.
- [2] Лесотаксационный справочник / Б.И. Грошев, С.Г. Синицын, П.И. Мороз, И.П. Сеперович. - 2-е изд., перераб. - М.: Лесн.пром-ть, 1980. - 288 с.ил.
- [3] Летописи природы национального парка «Шушенский бор», 2008 – 2018 гг. (рукопись, архив НП «Шушенский бор»). п. Шушенское.
- [4] Кузнецова Т.С. Фитоценотическая структура кедровников Западного Саяна. Автореферат дис.... кандидата биологических наук / Т.С. Кузнецова. – Красноярск: Институт леса и древесины СО АН, 1966. – 24 с.
- [5] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный парк "Шушенский бор"». Официальный сайт [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.old.shushbor.ru/index.php?id=11>.

S u m m a r y. Analysis of the state and dynamics of woody vegetation on the territory of the «Shushenskiy bor» natural park (Krasnoyarsk region) are presented by the article and it is based on data from monitoring the state of stands on permanent test areas from 2007 to 2019.

ПРОБЛЕМАТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ БЕЛОГО МОРЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ В ГОЛОЦЕНЕ

А.А. Заднеева*, М.А. Анисимов**

* Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,
a.boykol@mail.ru

** ФГБУ "ААНИИ" (Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт),
г. Санкт-Петербург, ama_geo@mail.ru

ISSUE OF DETERMINING OF FLUCTUATIONS IN THE WHITE SEA LEVEL ON THE KOLA PENINSULA IN THE HOLOCENE

A.A. Zadnieceva*, M.A. Anisimov**

* Saint Petersburg State University, Saint-Petersburg

** FSBI Arctic and Antarctic research Institute, Saint-Petersburg

Аннотация. Рассматривается специфика определения изменения уровня Белого моря, также отмечены некоторые сложности, которые возникают при палеогеографических реконструкциях.

Ключевые слов: Кольский полуостров, голоцен, Белое море, тектоника, уровень моря.

Введение

Береговая зона морей и океанов является одним из динамично развивающихся природных образований, на ее формирование оказывают влияние не только климатические факторы, но и гидродинамические условия моря, геолого-геоморфологические условия побережья, техногенные факторы и т.д. При изменении уровня Мирового океана в условиях глобального потепления климата проблематика изучения динамики береговых границ морей становится все более и более популярной как в России, так и за рубежом.

Регион исследований, объекты и методы

Четвертичная история Северной Фенноскандии вызывает особый интерес, поскольку реконструкция ландшафтно-климатических вариаций в течение этого, достаточно близкого к настоящему времени геологического периода, создает базу для оценки современных и будущих изменений условий природной среды полярного региона. Территория включает в себя Швецию, Финляндию, Норвегию, Карелию и западную оконечность Архангельской области. Кольский полуостров является ключевым районом в изучении послеледникового развития не только Европейского Севера, но и всей Фенноскандии. Сочетая в себе активную тектоническую область с мощными нарушениями и древний центр оледенения, он представляет собой интереснейший объект для многочисленных исследований в различных областях полуострова. Береговая линия полуострова, омываемого Белым и Баренцевым морями, не раз видоизменялась в ходе геологической истории. Говоря о колебаниях уровня моря, следует учесть такой фактор, как активное тектоническое движение. Исследуемая территория сочетает в себе области со следами воздействия позднеплейстоценового оледенения и новейшими тектоническими движениями. Проблема реконструкции изменения уровня морей, омывающих Кольский полуостров, стала на сегодняшний день одной из характерных и трудноразрешимых проблем палеогеографии дан-

ного региона. Основным путем выявления динамики и перемещения береговой линии – это анализ высотного положения и взаимосвязей разновозрастных береговых образований, которые последовательно сформировались на разных этапах эволюции морских бассейнов в поздне- и послеледниковое время.

На рубеже позднего плейстоцена и голоцена (10300-9300 л.н. или 11500-9500 кал. л.н.) произошла перестройка природной среды, изменение которой отразилось на современной территории всей Северной Европы, в том числе и на Кольском полуострове и Карелии. Четвертичная геология данных регионов хорошо изучена. Так, например, один из основоположников отечественной геоморфологии, Эдельштейн Я.С. в 1935 году писал о четвертичном рельефе [7]: «Повсюду мы видим яркий отпечаток, наложенный на морфологию великим ледниковым покровом четвертичного времени. Он значительно выровнял междуречные пространства, придал им черты волнистого плато, заполнил впадины и долины нагромождением валунного материала, придал многим существовавшим тогда долинам корытообразную форму. После исчезновения ледникового щита вступили в свои права речная эрозия и работа морозного выветривания в полярных условиях. Составляя единое целое с архейским массивом Фенноскандии, Кольский полуостров участвовал вместе с последним в тех колебаниях земной коры, которыми отмечены ледниковая и послеледниковая история этих стран. Следы этих колебаний остались абразионные поверхности и волноприбойные линии, наблюдаемые как по периферии полуострова, так и далеко во внутренних его частях. Но, к сожалению, состояние изученности этих форм еще далеко от того, в каком находятся соответственные образования в Финляндии, Швеции и Норвегии [4] Увязать полностью наши данные с результатами работ финляндских и скандинавских ученых представляется затруднительным, тем более, что сообщаемые различными исследователями Кольского полуострова сведения весьма неполны и частью противоречивы» нет открывающихся кавычек [7]. Однако, интерес к этой теме со временем несколько не угас, появляются новые работы, расширяющие наше представление о данной проблеме.

Отступление покровного ледника на Кольском полуострове началось с его северо-западной части, вероятнее всего под влиянием Нордкапской ветви теплого Атлантического течения. Благодаря непостоянным климатическим условиям оно происходило с многочисленными остановками и колебаниями его края. За краем льда отступавшего ледникового покрова по фьордам, древним долинам и депрессиям наступало море. Еще Нансен (в 1922 г.), а позднее Рамзай (в 1924 г.) указали, что колебание береговой линии Фенноскандии происходит от взаимодействия двух одновременных движений, а именно: вертикального движения земной коры и вертикального колебания уровня океана. По мнению Рамзая, в течение всего поздне- и послеледниковое время Фенноскандия непрерывно, но неравномерно испытывала изостатическое поднятие. В это же время уровень моря почти непрерывно поднимался. Эти движения совершались не параллельно. Как известно, амплитуда изостатического поднятия Кольского полуострова была неодинакова. Так, например, скорость поднятия северной части Кольского полуострова составляла ~ 5-6 мм/год [1], а южной части ~

8-9 мм/год [6]. Неоднородность таких показателей объясняется тем, что южная часть Кольского полуострова испытывала более значительную и продолжительную ледниковую нагрузку, в отличие от северной части полуострова [4].

Основными факторами, которые оказывали влияние на развитие природной среды в поздне- и послеледниковое время, являлись рельеф побережий, палеогеографическая обстановка и характер тектонических движений (гляциоизостазия). В результате освобождения от ледникового покрова происходило поднятие суши и постепенное перемещение береговой линии. На севере и юге Кольского полуострова изучены серии береговых линий с максимальными отметками верхнего уровня позднеледникового бассейна, составляющими 125-130 м, понижающимися до 55 м к востоку от Кольского залива. На южном побережье Белого моря отметки верхней границы уровня моря еще меньше – до 35-40 м [2].

Несмотря на продолжительную историю исследований Белого моря, к настоящему времени не существует единого принятого мнения относительно важнейших моментов его послеледниковой истории, например, таких как время разрушения и объем последнего ледникового покрова, соотношение гляциоизостатической и тектонической составляющих движения берегов, климатических и гидрологических событий, характера колебаний уровня моря. Но, несмотря на сложности интерпретации, постепенно происходит накопление необходимых данных, которые позволяют «расшифровать» не только региональный фон, но и особенности локальных участков, и каждый новый участок дополняет общую картину [5].

Так, развитие беломорского бассейна под ледниковым щитом, постоянное неравномерное давление ледника на разные участки, его разновременное отступление в направлении с юго-востока на северо-запад привело к формированию ландшафтов, существенно отличающихся друг от друга в зависимости от их местонахождения в той или иной части побережья Белого моря. По некоторым данным, мощность голоценового ледникового покрова на Кольском и Карельском берегах примерно 15 тысяч лет назад колебалась от 2 до 2,5 км [8]. Под его весом земная кора испытала прогибание, а затем, после разгрузки, начался обратный процесс гляциоизостатического поднятия. В ходе всех этих процессов активизировались древние разломы и ослабленные зоны и закладывались новые, менялся рельеф и система напряжений [1].

Считается, что ледник залегал непосредственно на ложе дна Белого моря [8], и во время дегляциации воды будущего Белого моря хлынули в освободившуюся котловину. Таким образом, общее гляциоизостатическое поднятие после схода ледника компенсировалось гидроизостатическим погружением за счет прогибания литосферы под весом морской воды. Соотношение этих двух процессов также исследовано недостаточно [1]. В это время в Белом море происходила постепенная смена ледниково-морского седиментогенеза на морской седиментогенез. В то же время вклад в формирование облика рельефа Беломорья вносят тектонические движения, которые сопровождают территорию с момента начала отступления ледника, по сей день.

Выводы

На данный момент существуют некоторые сложности в определении размеров и площадей влияния гляциоизостатического фактора на территорию беломорского побережья. При нынешнем количестве достоверных определений возраста морских террас четко разграничить гляциоизостатический и неотектонический факторы, которые имели влияние и продолжающие влиять на динамику перемещений и конфигурацию береговой линии Белого моря, возможно только для структур регионального ранга, таких как Кандалакшский залив [3]. Лишь на единичных детально изученных участках побережья стало возможным установить различия в скорости движений отдельных блоков, тем самым вычленив тектоническую составляющую.

Литература

- [1] Баранская А.В., Мазнев С.В., Романенко Ф.А., Шилова О.С. Новейшие движения земной коры Карельского берега Белого моря // Арктика и Антарктика. 2019. С. 16-33.
- [2] Гурина Н.Н., Кошечкин Б.И., Стрелков С.А. Первобытные культуры и эволюция экологической обстановки в верхнем плейстоцене и голоцене на побережьях Европейской Арктики // Первобытное общество, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене / Под ред. И.П. Герасимова, А.А. Величко. М.: Ин-т географии АН СССР, 1974. С. 215-234.
- [3] Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б., Арсланов Х.А. Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на карельском берегу (район поселка Энгозеро, северная Карелия) / ДАН. – Т. 449, №5, 2013. С. 587-592.
- [4] Лаврова М.А. Основные этапы четвертичной истории Кольского полуострова Известия Всесоюзного Географического общества, Т.79, № 1, 1947. С. 21-38.
- [5] Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Потахин М.С., Кунгаа М.Ч., Новикова А.В., Леонтьев П.А. Морфодинамика берегов северо-запада Онежского полуострова Белого моря в голоцене. Губа Конюхова. Труды Карельского научного центра РАН, 2017. С. 1-18.
- [6] Романенко Ф.А., Гаранкина Е.В., Шилова О.С. Роль тектонических движений в формировании рельефа и рыхлых отложений юго-западного побережья п-ова Ямал. Геология полярных областей Земли. Материалы XLII Тектонического совещания. Том 2, 2009. С. 160-164.
- [7] Эдельштейн Я.С. Устройство поверхности и основные геоморфологические особенности северных районов СССР. Геология и полезные ископаемые севера СССР, т. I. Геология. Изд. Главн. упр. Сев. морск. пути, 1935. С. 93-94.
- [8] Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Funder S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M. Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia. Quaternary Science reviews 23, 2004. P. 1229-1271.

S u m m a r y. The article discusses the specifics of determining the level of the White Sea and also considers some of the difficulties that arise during paleogeographic reconstructions.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНЫХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕГО РАНГА

Ю.Р. Иванова, Н.В. Скок

УрГПУ, г. Екатеринбург, miss.nocentra@list.ru

APPLICATION OF THE METHOD OF COMPLEX PHENOLOGICAL INDICATORS FOR THE STUDY OF LANDSCAPES OF MIDDLE RANK

U.R. Ivanova, N.V. Skok

Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения метода комплексных фенологических показателей, хорошо зарекомендовавшего себя при изучении сезонной динамики ландшафтов низшего ранга – фаций, на уровне геокомплексов среднего ранга – ландшафтных районов. Предложены необходимые условия для правильного применения методики. Обсуждаются основные факторы, оказывающие влияние на результат.

Ключевые слова: методика фенологических исследований, комплексные фенологические показатели, ландшафтный район, Средний Урал.

Введение

В последние десятилетия широко обсуждается вопрос изменения глобального климата. Для наиболее полной характеристики геокомплексов ландшафтоведы часто используют фенологические методы. С.В. Калесник и А.Г. Исаченко считали, что характеристика сезонной динамики ландшафтов является обязательной частью физико-географической характеристики ландшафтных геокомплексов всех рангов [8]. Эти взгляды получили достаточно широкое признание среди российских ландшафтоведов. В основном условия погоды определяют сроки наступления фенологических событий для многих видов растений и животных. Это значит, что при изменении климата сроки наступления фенологических событий сместятся в сторону более ранних или более поздних дат. В настоящее время учеными со всего мира признано, что фенология может быть использована в качестве интегрального показателя не только в локальных и региональных исследованиях изменений климата, но и на глобальном уровне [1-4, 6, 8, 10]. Таким образом, тесная связь, которая существует между сдвигами сезонных фенологических явлений и климатическими условиями, делает феномониторинг крайне эффективным способом для раннего выявления изменений в геосистемах и важным инструментом в рамках исследований в области изменений климата.

Объекты, методы и район исследования

Фенологический мониторинг, как правило, проводится классическим методом. Суть его заключается в фиксации даты наступления какого-либо события на изучаемой территории. В XX веке на Урале активно развивались методы фенологических исследований, опирающиеся на математическую статистику [5]. В.А. Батманов – создатель этого направления в фенологии, считал, что только математически обосновав факт изменения сроков наступления сезонных процессов или различий в сроках их наступления между геокомплексами, можно приступить к выяснению причин таких изменений.

На территории горной полосы Среднего Урала сезонная динамика изучалась, в основном, интегральным описательным методом. Суть метода заключается в подсчете отдельных представителей какого-либо вида растений – например, березы повислой или черемухи обыкновенной, достигших в своем сезонном развитии заданного состояния, и последующей математической обработке полученных эмпирических данных [7]. Преимуществом интегрального описательного метода является то, что он позволяет смоделировать ход какого-либо процесса в геокомплексе на основании нескольких наблюдений за сезон [11]. К недостаткам его можно отнести то, что он становится значительно менее точным при недостаточно широком распространении изучаемого вида по территории.

В географических исследованиях важна не только оценка состояния отдельного геокомплекса, но и возможность сравнения сезонного развития различных по видовому составу природных комплексов. К таким методам относится метод комплексных фенологических показателей (КФП). Его разработка и апробация была проведена Е.Ю. Терентьевой в 1997-2000 гг. на уровне низших ландшафтных единиц – фаций – в восточных предгорьях Среднего Урала [9, 13, 14]. Начиная с 2011 г. проводится апробация метода на уровне ландшафтных районов в горной полосе Среднего Урала [12, 14].

Фенологические наблюдения методом КФП проводились по маршруту протяженностью 75 км, пересекающем в широтном направлении 6 ландшафтных районов горной полосы и восточные предгорья [7]. В каждом из ландшафтных районов были выделены постоянные фенологические площади (ФП). Их размер и форма зависят от рельефа местности, характера растительного сообщества, комплексности растительного покрова и других условий. В основном, все ФП имеют площадь не менее 100 м². Необходимыми условиями ФП в исследованиях являются размещение ее в пределах одной фации и представленность всех видов сообщества. Видовой состав изучаемой территории представлен темнохвойными и светлохвойными видами с примесью мелколиственных, особенно на месте сведенных коренных лесов. Встречаются разнотравные луга и болота, преимущественно низинные, но площадь под ними невелика. Полный список изучаемых видов насчитывает 96 наименований. В каждом ландшафтном районе закладывалось по 1 ФП, наиболее полно отражающей физико-географические условия этого района. На положительных формах рельефа закладывались по 2 ФП – на западном и восточном склоне.

Обсуждение результатов

С 2011 по 2014 год учитывалось сезонное состояние растительности на девяти ФП. Однако, различия в сезонном развитии растительности большинства ландшафтных районов находились в пределах случайных отклонений. Метод, хорошо показавший себя на уровне низших ландшафтных единиц, в геокомплексах среднего ранга не дал никакого результата. Для уточнения возможностей метода на уровне ландшафтных районов, были заложены еще семь дополнительных ФП – в долинах рек, а также на вершине и в верхних частях горы в центральной части маршрута. Также были проведены дополнительные исследования: анализировались некоторые метеорологические и агроклиматические

показатели, измерялись температуры воздуха и почвы непосредственно на ФП, а также освещенность в различных частях ФП. Сами же ФП условно разделялись по ряду признаков: под пологом леса или на опушке леса – для выявления влияния освещенности; виды, представленные на ФП, были разделены на группы по времени зацветания (первоцветы, цветущие летом и цветущие осенью) и по увлажнению (на суховатых, мезофитных и переувлажненных местоположениях).

После проведения дополнительных исследований были определены характеристики, по которым должен проводиться отбор ФП для изучения фитокомпонента ландшафтов среднего ранга методом КФП. Помимо площади ФП не менее 100 м², размещения ее в пределах одной фации и представленности всех видов сообщества, необходимо нивелировать также влияние абсолютной высоты местности на склонах различной экспозиции и выбирать площадки в условиях идентичной освещенности. На данный момент открытым остается вопрос о необходимости учета в мониторинговых исследованиях видов, которые представлены на ФП единично.

Выводы

Изучение фитокомпонента ландшафтных районов горной полосы Среднего Урала методом КФП позволило выявить некоторые ограничения применения метода и устойчивые тенденции:

- при выборе постоянной фенологической площадки для мониторинговых исследований необходимо учитывать размер ФП, абсолютную высоту местности, освещенность и представленность всех видов сообщества;
- генеративное развитие сообщества лучше отражает различия в видовом составе растительности;
- вегетативное развитие отражает различия физико-географических характеристик изучаемых ландшафтных районов.
- вегетативное развитие растительности в большей степени зависит от мощности снежного покрова предшествующего холодного периода, даты его полного разрушения, сумм активных температур выше +5 и +10°C.
- на генеративный процесс наибольшее влияние оказывает изменение сроков разрушения снежного покрова, температурный фон в предшествующий зимний период, сумма активных температур, превышающих значение +5°C и количество атмосферных осадков.

Литература

- [1] *Cleland E.E. et al.* Shifting plant phenology in response to global change // *Trends in Ecology and Evolution*. 2007. V. 22. № 7. P. 357-365. DOI: 10.1016/j.tree.2007.04.003
- [2] *Donnelly A., Jones M., Sweeney J.* A review of indicators of climate change for use in Ireland // *International Journal of Biometeorology*. 2004. № 1 (49). P. 1-12. DOI: 10.1007/s00484-004-0215-5

- [3] *Parmesan C.* Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming // *Global Change Biology*. 2007. № 9 (13). P. 1860–1872. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x
- [4] *Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M. et al.* Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature* 453, 353-357 (2008). <https://doi.org/10.1038/nature06937>
- [5] *Батманов В.А.* О неиспользуемых ресурсах фенологии Л.: 1960. 186-197 с.
- [6] *Бубнова А.М.* [и др.]. Фенология сезонного развития таксонов рода *Vaccinium* на торфяной выработке в Белорусском Полесье // *Вестник Брестского университета*. 2013. (2). С. 14-24.
- [7] *Иванова Ю.Р., Скок Н.В.* Применение экспедиционных методов в ландшафтно-фенологических исследованиях // *Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития* : материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г. 2017. № Т. 1 (в 3 т.). С. 274-278.
- [8] *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко, Москва: В.ш., 1991. 325 с.
- [9] *Куприянова М.К.* Батманов В.А. - основатель нового направления в фенологии 2010. 42–56 с.
- [10] *Пахарькова Н.В., Михальчук Я.П., Е.Б. Андреева.* Влияние температурного фактора на зимний покой хвойных на территории заповедника «Столбы» // *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 6. С. 9-14.
- [11] *Скок Н.В.* Осенние фенологические различия между ландшафтными районами южной части горн Среднего Урала // *Ландшафтные исследования на Урале*. 1985. С. 58-68.
- [12] *Скок Н.В., Янцер О.В., Иванова Ю.Р.* Использование количественных фенологических методов для характеристики горной полосы Среднего Урала // *Вестник ТГУ*. 2014. № вып. 5 (Т. 19). С. 1569-1572.
- [13] *Терентьева Е.Ю.* Комплексные фенологические показатели фитоценозов и их использование при организации феномониторинга. Екатеринбург, 2000.
- [14] *Терентьева Е.Ю.* Сезонный мониторинг растительности через суммированные фенологические характеристики фитоценозов Екатеринбург: Урал.гос. пед.ун-т., 2000. 116-117 с.

S u m m a r y. The article discusses the features of the application of the method of complex phenological indicators, which has proven itself in studying the seasonal dynamics of landscapes of the lowest rank – facies, at the level of middle-level landscapes – areas. The authors propose the necessary conditions for the correct application of the technique and discuss the main factors that influence the observation results.

ПРИНЦИП ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Э.П. Квачантирадзе

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, eteri.kv@yandex.ru

PRINCIPLE OF THERMODYNAMIC ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE

E.P. Kvachantiradze

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Аннотация. С позиции термодинамики продемонстрирована оценка изменения климата. Объект исследования – европейская северная граница России Псковская область. Результаты могут быть использованы для анализа климатических изменений с последующим эколого-экономического обоснования пересмотра выбора сельскохозяйственных культур для выращивания в исследуемой зоне.

Ключевые слова: теплосодержание воздуха, влагосодержание почвы, изменение климата, потепление зимы.

Введение

Поскольку факт потепления климата неоспорим, то вопросы реорганизации сельскохозяйственной экономики закономерно приобретают статус первоочередной важности [4]. В условиях поступательного потепления климата высокая рентабельность сельскохозяйственного производства может быть достигнута при условии постоянной корректировки списка выращиваемых сельскохозяйственных культур и подбора форм и доз удобрений для реализации генетических возможностей растений с целью получения максимально высоких урожаев. Список выращиваемых культур обновляется на основе статистического метода прогноза урожаев с учетом тенденции изменений климата. Но этот метод обладает существенным недостатком: он характеризует конкретную географическую точку (по лимитирующим факторам среды). Причина недостатка используемого метода – это допущение использования разных единиц измерения в одном уравнении [1]. Единая система измерений в прогностическом уравнении даст возможность научного подхода в выявлении закономерности в системе «растение - окружающая среда», что позволит не привязывать дальнейшую реализацию прогностического уравнения к конкретной географической точке [1]. В работах [5, 6, 7] была предложена единая термодинамическая оценка системы «растение - окружающая среда», в которой в качестве единой единицы измерения для всех членов уравнения предложено использовать показатели энтальпии (теплосодержания) чистой первичной фотосинтетической продукции, влажного воздуха, влажной почвы. Причём энтальпия чистой продуктивности – это результирующая термодинамической системы влажной почвы и влажного воздуха. Таким образом, энтальпия почвы и приземного слоя воздуха являются определяющими элементами в процессе формирования чистой первичной фотосинтетической продукции. Термодинамическая оценка климатических возможностей – это залог использования ресурсов в границах, не превышающих потенциальные возобновляемые возможности, что сделает сельскохозяйственную экономику экологичной.

Регион исследований, объект и методы

Известно, что наибольшим климатическим изменениям подвержены северные границы нашей страны, поэтому, в качестве объекта исследования выбрана европейская северная граница России - Псковская область. Для периода 1966-2018 гг. на основе гидрометеорологических архивных данных источника [2] были обработаны следующие показатели: температура воздуха (среднегодовые, среднесуточные, максимальные, минимальные), относительная влажность воздуха, сумма осадков. Было рассчитано теплосодержание воздуха. Для каждого исследуемого параметра получены трендовые уравнения, характеризующие среднегодовые и сезонные изменения (весна, лето, осень, зима).

Уравнение вида $Y=b_0+b_1X$,

где X – год,

b_0 и b_1 – коэффициенты.

Для каждого исследуемого параметра продемонстрированы первое и последнее его значения в тренде. По первой и конечной точкам тренда сезонных среднесуточных значений температуры и влажности воздуха рассчитаны теплосодержание влажного воздуха и влагосодержание почвы. Расчеты по влагосодержанию проведены согласно описанным методикам [7. 8]. При расчете влажности почв средняя пористость почв Пскова подзолы без разделений мощности почвы от 0 до 100 см была принята 42,9% [3]. Соответственно, максимальное влагосодержание почвы, не зависящее от температуры почв, но при условии температуры воздуха 00С и выше, равно полному заполнению почвенных пор водой – 4290 м³/га или 429 кг воды на м³ почвы. Теплосодержание почвы рассчитывается на базе прогнозируемых данных влагосодержания почвы и архивных данных температуры почвы. Однако, из-за отсутствия архивных наблюдений за температурой почвы, теплосодержание почвы не рассчитывалось.

Обсуждение результатов

Результаты обработанных данных представлены в таблице (А-Г). *Температура воздуха и энтальпия.* Обсуждая результаты исследований, мы видим, что за период исследований (52 года) среднесуточная температура повысилась на 2,10°С (таблица, С), что соответствует скорости роста температуры на 0,04°С в год. Рассматривая тренды среднесуточных температур по сезонам: весна, лето, осень, зима, наблюдаем, что приземный воздух потеплел на 1,9; 1,28; 1,20 и 4,0°С, соответственно. Основной вклад в потеплении климата наблюдается в зимний период. Зима существенно потеплела: с -7,34 до -3,35°С. Скорость наращивания температур в зимний период времени существенен, составляет 0,077°С в год. Объяснение интенсивного потепления зимы мы видим не просто в увеличении энтальпии приземного слоя воздуха, но в изменении его знака с минуса (-1,37) на плюс (5,11) и дельта изменения равна 6,48 кДж/м³ сухого воздуха (таблица, F).

Трендовые характеристики уравнений

А. Тренд максимальной температуры, t_{max}	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
b_0	-60,2294	-70,37	-61,4074	-61,2	-63,30167198
b_1	0,038195	0,045122	0,0323	0,030592	0,036552267
t_1 t_{max} начальная точка, °С	14,86	18,34	2,09	-1,06	8,57
t_2 t_{max} конечная точка, °С	16,85	20,68	3,77	0,54	10,47
Δt_{max}	1,99	2,34	1,68	1,60	1,90
В. Тренд минимальной темпер., t_{min}	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
b_0	-37,6701	-33,9494	-42,5491	-187,731	-75,47495751
b_1	0,019583	0,023058	0,022768	0,090256	0,038916119
t_1 t_{min} начальная точка, °С	0,83	11,38	2,21	-10,29	1,03
t_2 t_{min} конечная точка, °С	1,85	12,58	3,40	-5,59	3,06
Δt_{min}	0,98	1,20	1,19	4,70	2,03
С. Тренд среднесуточной температуры, t	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
b_0	-67,1597	-32,1457	-40,5746	-158,709	-74,6471384
b_1	0,036551	0,024558	0,023184	0,076984	0,04031925
t_1 начальная точка, 0С	4,70	16,13	5,01	-7,34	4,62
t_2 конечная точка, 0С	6,60	17,41	6,21	-3,35	6,72
Δt	1,90	1,28	1,20	3,99	2,10
Д. Тренд относительной влажности воздуха, ϕ	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
b_0	221,9881	28,74986	23,28229	-65,7041	52,0790428
b_1	-0,07549	0,022582	0,031164	0,07613	0,01359711
ϕ 1- начальная точка, %	73,58	73,15	84,55	83,97	78,81
ϕ 2- конечная точка, 0С	69,65	74,32	86,17	87,92	79,52
$\Delta \phi$	-3,93	1,17	1,62	3,95	0,72
Е. Тренд по осадкам (среднемесячная сумма), Р	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
b_0	-103,176	-740,262	18,85146	-286,37	-277,7392515
b_1	0,073039	0,410681	0,020373	0,164327	0,167105005

P1 - начальная точка, мм/мес.	40,43	67,14	58,90	36,69	50,79
P2- конечная точка, мм/мес.	44,22	88,49	59,96	45,24	59,48
ΔP	3,79	21,35	1,06	8,55	8,69
F. Энтальпия воздуха (среднесуточная), I кДж/м ³ сухого воздуха	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
I1 - начальная точка	18,91	41,75	19,32	-1,37	17,66
I2 - конечная точка	19,93	45,34	21,54	5,11	21,80
ΔI	1,02	3,59	2,22	6,48	4,14
Ю5	Весна	Лето	Осень	Зима	Среднегодовая
g1-начальная точка	313,7	313,9	359,6	-	338,0
g2 - конечная точка	299,2	316,7	358,5	-	338,7
Δg	-14,5	2,8	-1,1	-	0,7

То есть, появилась дополнительная энергия для преобразования ее в теплоту и воздействие этой энергии на окружающую среду носит ежесекундный постоянный характер. Результат этого воздействия – повышение минимальной температуры зимой на 4,7°C и на 2018 год минимальная температура не опускается ниже минус 5,59°C (таблица, В). Рост энтальпии существенен зимой, однако он наблюдается по всем сезонам (таблица, F) и реализация этой дополнительной энергии в повышении всех температурных характеристик – максимальных, минимальных и среднесуточных значений (таблица, А; В; С). Дополнительная сумма температур за год к 2018 году составляет 766,5°C. *Осадки и относительная влажность воздуха.* Климат Псковской области формируется под воздействием близлежащих крупных водоемов и характеризуется как умеренно-континентальный, влажный. Наблюдаемое незначительное повышение осадков и относительной влажности воздуха (таблица, D; E) связано с повышением испаряемости с близлежащих крупных водных бассейнов и выпадением их с осадками, как ответная реакция на глобальное потепление. Относительная влажность воздуха на период вегетации весна, лето, осень незначительно изменилась: на -3,93; 1,17; 1,62%, соответственно. Зима стала более влажной - относительная влажность повысилась на 3,95%. *Влагосодержание почвы.* Полная влагоемкость почвы численно соответствует пористости почвы, и в нашем случае она равна 429 кг/м³. Зная полную влагоемкость и влагосодержание почвы (таблица, G), несложно рассчитать влагосодержание почвы в процентах от полной влагоемкости для сезонов. Соответственно, влагосодержание в процентах от полной влагоемкости для сезонов будет соответствовать значениям 69,74% весной; 73,82% летом; 83,57% осенью, что является благоприятным условием для роста и развития растений. К сожалению, из-за отсутствия данных по температуре почвы, *теплосодержание почвы* не рассчитано. Можно предполо-

жить, что повышение теплосодержания приземного воздуха идет синхронно с повышением теплосодержания почвы.

Выводы

Изучая динамику изменения климата с позиции термодинамики, мы констатировали факт увеличения энтальпии, дополнительной энергии способной быть преобразованной в теплоту. Результат положительной энтальпии – потепление климата, причем наиболее выраженное действие энтальпии в зимний период. Географическое положение-окружение крупных водоемов, которые обеспечивают в условиях потепления климата незначительное повышение осадков и увеличение влажности воздуха.

К 2018 году прирост температуры составляет 766,5°C, зима существенно потеплела, а лето стало жарче. На фоне потепления климата влажность почвы и воздуха оптимальная для большинства сельскохозяйственных культур. Характер трендовых изменений-поступательный, что должно послужить основанием пересмотра выбора выращиваемых культур для обеспечения ведения экологической экономики.

Литература

- [1] *Большаков Б.Е.* Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. М.: РАЕН, 2011. – 272с.
- [2] Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - мировой центр данных [электронный ресурс]: архив/<http://meteo.ru> (дата обращения 12.12.2019)
- [3] Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0.// Под ред. А.Л. Иванова, С.А. Шобы. отв.ред. В.С. Столбова.–М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии.-Тула: Гриф и К, 2014. - 768 с.
- [4] Изменение климата и биоразнообразие российской части Алтае-Саянского экорегиона / И.А. Артемов, Т.А. Бляхарчук. Н.И. Быков, О.В. Останин, Н.Ф. Харламова и др. / под ред. Н.Н. Михайлова. - Красноярск, 2013.- 328 с.
- [5] *Kvachantiradze, E.P.* Thermodynamic model of soil moisture supply forecast / E.P. Kvachantiradze // International Conference «Applied Ecology: Problems, Innovations». Proceedings Icae .– 2015. Tbilisi- Batumi. - P. 128-130.
- [6] *Kvachantiradze E.P.* Basic Climate Forcing Factors from the Thermodynamic Point of View/ E.P. Kvachantiradze //GEOMED 2016. 4th International Geography Symposium. May 23 – 26 Kemer, Antalya, TURKEY. -P. 52-61
- [7] *Kvachantiradze E.P.* Theoretical model of the volumetric heat content of moist soil/E.P. Kvachantiradze//2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 302 012023
- [8] *Квачантирадзе Э.П.* Теория расчета запасов воды в почве в изменяющихся климатических условиях /Э.П. Квачантирадзе //Международный технико - экономический журнал. - М.: Учебно-методич. центр, Триада, 2011.-№5, -С. 93-98.

S u m m a r y. From the standpoint of thermodynamics, an assessment of climate change is demonstrated. The object of study is the European northern border of Russia Pskov region. The results could be used to analyze climate change, followed by environmental and economic justification for revising the choice of crops for cultivation in the study area.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ ВО ВНУТРЕННИХ КЛИМАТООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРАХ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Э.П. Квачантирадзе¹, Н.Г. Лобковский², В.И. Матюнин³, М.О. Тургаева⁴

^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва,

¹eteri.kv@yandex.ru; ²Lng-99@mail.ru; ³vladikfr22@gmail.ru; ⁴mariaturgaeva@mail.ru

REGULAR CHANGES IN INTERNAL CLIMATE-FORMING FACTORS UNDER GLOBAL WARMING

E.P. Kvachantiradze, N.G. Lobkovsky, V.I. Matyunin, M.O. Turgaeva,

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Аннотация. Для условий глобального потепления показана закономерность изменений во внутренних климатообразующих факторах. Перечислены антропогенные источники, усугубляющие естественные процессы для последующего осмысления их технологического перевооружения или ликвидации, как источников, нарушающих естественные процессы.

Ключевые слова: климатоформирующие системы, океан, атмосфера, суша, снежно-ледниковый покров.

Введение

Основным внешним климатообразующим фактором является солнечная радиация. К внутренним климатообразующим факторам относят взаимодействующую систему между океаном, атмосферой, сушей и снежно-ледниковым покровом, в которой взаимосвязь между составляющими системы осуществляет обменивающаяся энергия. Причем эта взаимосвязь носит системный характер, что и объясняет двухстороннюю направленность процесса. Направленность изменений систем подчинена законам, определяющим режим функционирования систем. Изменение состояния систем происходит при их выходе из состояния равновесия, когда на возвращение систем в исходное положение нет условий и времени. Переход системы в иное состояние происходит в условиях значительного отклонения составляющих системы от их среднемноголетних значений.

Планетарный гомеостаз нарушается, когда количественные изменения перераспределения энергии произошли не дискретно в каком-то сегменте планеты, а когда количественные изменения переросли в качественные целостно на всей планете.

Цель. Рассмотреть закономерность изменений во внутренних климатообразующих факторах в условиях глобального потепления.

Объект исследования и анализ

Мировой океан. Площадь Мирового океана по отношению к поверхности Земли составляет 70,8%. Мировой океан является значимым климатоформирующим компонентом, т.к. является гигантским аккумулятором тепла. С повышением притока солнечной энергии количество тепла и температура вод Мирового океана значительно повысилась [1]. Однако, поскольку масса вод океана в 258 раз превышает массу атмосферного воздуха, в условиях постоянного обмена энергии повышение температуры воздуха на 1°C обеспечится снижением температура вод Мирового океана всего на одну тысячную долю градуса [9,

10]. Большая скорость повышения температуры воздуха во всех точках планеты [4, 5] свидетельствует об интенсивном накоплении солнечной энергии водами мирового океана и, одновременно, теплоотдаче атмосфере, уже преобразованной солнечной энергии.

С повышением температуры атмосферного воздуха повышается испарение с поверхности океана и суши; влагосодержание воздуха у больших водоемов увеличивается, а в условиях их отсутствия влагосодержание воздуха уменьшается и проявляются признаки опустынивания [4, 5]. Эти изменения приведут к нарушению круговорота воды.

Изменение температуры вод мирового океана в сторону повышения касается как поверхностных, так и глубинный его вод, что привело к нарушению гомеостаза океана. Изменился газовый состав воды. Наиболее чувствительным к температурным изменениям является содержание углекислого газа: с повышением температуры воды растворимость его уменьшается [12] и газ из растворенного состояния переходит в свободное и перемещается в атмосферу, что значительно повышает содержание CO_2 в атмосфере и соответственно уменьшает в водах.

Концентрация солей в морской воде увеличивается прямо пропорционально с повышением температуры [6], но при этом работает закон «постоянства солевого состава морских вод». Суть закономерности: концентрация солей сильно изменяется, но солевой состав и их соотношение постоянно (это постоянство соотношения обеспечивается шкалой растворимости солей). Увеличение концентрации солей в водном растворе обеспечивается растворением осадочного придонного материала, о чём свидетельствуют космические снимки [13].

Изменение температуры, кислотности, газового и солевого состава вод мирового океана изменит состав морских обитателей. На сегодняшний день наблюдается резкое уменьшение площадей фитопланктона на поверхности вод [3, 14] – основного поставщика кислорода в атмосферу и морские воды, и одновременно, пища морских животных. Этот факт повлечёт снижение кислорода в атмосфере и водной среде. Одновременно в водной среде возрастёт конкуренция за пропитание. Появляются «мертвые зоны» с низким содержанием кислорода, недостаточным для водных обитателей.

Ледники. Площадь ледников на поверхности Земли составляет 3%, а с учётом площади морских льдов и снежных покровов в сумме 11%. Однако, на примере многолетних наблюдений за динамикой отступления ледников Большого Кавказа за период XX-XXI столетий, было доказано стремительное сокращение их поверхностей. Причём, если до 1990 года эти изменения имели линейный характер, то в последующем эти изменения носят экспоненциальный характер с прогнозом их исчезновения к 2045 году [15]. Таким образом, роль ледовой поверхности, как важного климатического фактора, отражающего до 90% солнечной энергии, исчезает. С исчезновением ледников исчезают запасы пресной воды, поднимается температура, а углекислый газ, накопленный в ледовых водах, переходит обратно в свободное состояние в атмосферу.

Суша – это пассивный элемент климатической системы, т.к. существенно изменить все компоненты климатической системы, изменяющие облик Земли в короткий срок невозможно, учитывая скорость дрейфа континентов (несколько сантиметров в год). Однако, некардинальные изменения суши происходят за короткий период времени в процессах почвообразования, выветривания, уплотнения, засоления, эрозии, опустынивания, загрязнения.

Биосфера – активный компонент климатической системы, чутко отзывающийся на все изменения в системе климатоформирующих факторов. Поэтому границы биосферы и ее биоразнообразие определяются изменениями климатоформирующих факторов. В свою очередь, есть и обратная связь. Например, климатическое изменение повлекло смену растительных сообществ; изменение их площадей, а следовательно, изменение накопления в них биомассы. Это - те изменения, которые, в свою очередь, могут повлиять в разных масштабах на изменение климата.

Смещение границ растительных сообществ в процессе сукцессии формирует буферную зону с ослабленными деревьями и сухостоем. Такой «дом» для многих возбудителей заболеваний, насекомых, грибов является источником инфекции для здорового леса, а также пожароопасным материалом. В условиях потепления климата и снижения выпавших осадков сокращаются площади растительного покрова.

Атмосфера – это компонент климатической системы, характеризуемый интенсивностью воздушных потоков и процессами конвекции, которая наиболее активно реагирует на изменения всех составляющих в системе своей ответной реакцией – изменением погоды; формированием циклонов и антициклонов, торнадо и ураганов.

Газовый состав атмосферы – это результирующая непрерывного единовременного обмена со всеми составляющими климатической системы.

Из вышеизложенного следует, что в условиях климатического потепления в атмосфере содержание углекислого газа увеличивается, а кислорода уменьшается. Источником глобального выделения углекислого газа являются воды Мирового океана и ледников. Кроме того, сформированное сухостоем горючее, также является мощным источником выбросов углекислого газа при пожарах.

Одновременно идёт поступление грунтового углекислого газа, сформированного деятельностью почвенных микроорганизмов и процессами дыхания корневой системы. Кроме того, углекислый газ поступает с газами ювенильного и вадозного происхождения из глубин Земли.

Снижение поверхности фитоценозов в водной среде и на поверхности суши - естественных переработчиков углекислого газа процессами фотосинтеза, приводит к накоплению углекислого газа в атмосфере, что способствует усилению парникового эффекта. Снижение уровня кислорода в атмосфере – это также результат снижения процесса фотосинтеза.

Выводы

В работе показана закономерность изменений во внутренних климатообразующих факторах в условиях глобального потепления

В работе не рассматривается антропогенная деятельность, усиливающая выше рассмотренные процессы, поэтому мы их перечислим для осмысления их технологического перевооружения или ликвидации, как источников, нарушающих естественные процессы.

Как было сказано, основным внешним климатообразующим фактором является солнечная радиация, повышение активности которой привело к потеплению климата. Однако, антропогенная деятельность начиная с 18 века способствовала значительному усилению эффекта потепления [1].

Основная причина антропогенного фактора – выделение углекислого газа при сжигании углеводородных полезных ископаемых. В настоящее время признан факт, что добыча любых полезных ископаемых формируют условия для ухода поверхностных вод и возникновения процессов опустынивания [2, 8, 16].

Поэтому, основная творческая мысль должна быть направлена: по добыче энергии альтернативными методами; освоение методик израильских ученых-капельное орошение и восстановление лесных массивов [11]; восстановление энергосберегающих методик гидропонного выращивания растений российских исследователей [7]. К этому разделу научно-хозяйственной деятельности относится так же разработка методик, обеспечивающих полную очистку выбросов (газообразных, жидких, твердых) и разработка технологий экологически чистых производств замкнутого цикла.

Литература

- [1] *Бышев В.* Климатические ритмы теплового режима Мирового океана / В. Бышев, В. Нейман, Ю. Романов // Природа. – 2016. №8. - С 26-33.
- [2] Влияние горнодобывающей промышленности на экологию [Электронный ресурс]: статья/ Режим доступа: <http://ecology-of.ru/eko-razdel/vliyanie-gornodobyvayushchej-promyshlennosti-na-ekologiyu/>
- [3] *Daniel G. Boyce.* Global phytoplankton decline over the past century [Электронный ресурс]: статья/ Daniel G. Boyce, Marlon R. Lewis, Boris Worm. <http://www.nature.com/nature/journal/v466/n7306/abs/nature09268.html>- Nature. 2010. V. 466. P. 591-596.
- [4] *Квачантирадзе Э.П.* Тенденция изменения климата в европейской части России по 40° восточной долготы/ Э.П. Квачантирадзе, С.И. Терехова // В сборнике: География: развитие науки и образования Коллективная монография по материалам Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90 -летию со дня рождения В.С. Жекулина. 2019. С. 146.
- [5] *Квачантирадзе Э.П.* Изменение климата как сигнал обеспечения безопасности сельскохозяйственной деятельности / Э.П. Квачантирадзе, С.И. Терехова //Международный технико-экономический журнал. -2018. -№ 6. -С. 133-142.
- [6] *Кислик В.З.* Эволюция химического состава вод Мирового океана/ В.З. Кислик //Литасфера. - 1995. - №2.- С. 26-33.
- [7] *Лебедев Г.В.* Производство и применение / Г.В. Лебедев [и др]. - М.: ВИМИ, 2004 - 116 с.

- [8] Массовая гибель мангровых лесов взволновала ученых [Электронный ресурс]: статья/ Земля. Хроника Жизни. – Режим доступа: <https://earth-chronicles.ru/news/2017-03-17-102471>
- [9] Мосин О.В. Мировой океан и климат [Электронный ресурс]: статья /О.В. Мосин.- http://www.o8ode.ru/article/planetwa/mirovoi_ocean_i_klimat.htm (дата обращения 23.01.2020).
- [10] Роль Мирового океана в стабилизации природных условий на поверхности земли [Электронный ресурс]: статья / Экологическая защита <http://www.ecoloclub.ru/ecenops-24-1.html> Экологическая защита
- [11] Семененко С.Я. Системы капельного и внутрипочвенного орошения для плодово-ягодных и лесных насаждений [Электронный ресурс]: статья/ С.Я. Семененко, В.Г. Абезин, С.С. Марченко - Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса, 2014. - №1. - <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-kapel'nogo-i-vnutripochvennogo-orosheniya-dlya-plodovo-yagodnyh-i-lesnyh-nasazhdeniy/viewer>
- [12] Справочник химика [Электронный ресурс]: справочник /ред. Б.П. Никольский, - Л.: Химия,1971г. - Т2 – <http://www.airsoft-bit.ru/pervichnye-pokazateli-opasnosti/349-spravochnik-himika-nikolskiy-1971>
- [13] *Sulpis Olivier*. Current CaCO₃ dissolution at the seafloor caused by anthropogenic CO₂ [Электронный ресурс] статья/ Olivier Sulpis, Bernard P. Boudreau, Alfonso Mucci, Chris Jenkins, David S. rossman, Brian K. Arbic, Robert M. Key//Proceedings of the National Academy of Sciences. 2018. DOI: 10.1073/pnas.1804250115. - Режим доступа: <http://secrets-world.com/supernatural/20378-okeany-s-trudom-spravlyayutsya-s-pogloscheniem-antropogennogo-uglekislogo-gaza-iz-atmosfery.html> (дата обращения 11.01.2020)
- [14] Ученые выявили масштабное вымирание фитопланктона в Мировом океане [Электронный ресурс]: статья/ РИА НОВОСТИ НАУКА 01 :37 28.07.2010: [сайт].-Режим доступа:<https://ria.ru/20100729/259444917.html>
- [15] Шенгелия Л.Д. Влияние текущего изменения климата на большие ледники Грузии/Л.Д. Шенгелия, Г.И. Кордзахия, Г.А. Тваури // География: развитие науки и образования. Кол. Моногр. по мат. Всерос., с междунар. участием, науч.-практ. Конф. LXXII Герценовские чтения 18-21 апреля 2019 года. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, Россия, Санкт-Петербург. - 2019. Т. I. – С. 218-226.
- [16] Экологические последствия добычи полезных ископаемых [Электронный ресурс]: статья/ Режим доступа: <https://infopedia.su/13x13092.html>

S u m m a r y. For global warming conditions, a pattern of changes in the internal climate-forming factors is shown. Anthropogenic sources that exacerbate natural processes for the subsequent understanding of their technological re-equipment or liquidation as sources that violate natural processes are listed.

РЕЛЬЕФ И ПОКРОВНЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ТОЛЩИ ДОЛИНЫ Р. ИХ-БУЛАГ (ОРХОН-СЕЛЕНГИНСКОЕ СРЕДНЕГОРЬЕ, СЕВЕРНАЯ МОНГОЛИЯ)

В.Л. Коломиец

*Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, kolom@ginst.ru
Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова*

RELIEF AND AND SURFACE SEDIMENTARY SEQUENCES OF THE IKH-BULAG RIVER VALLEY (ORKHON-SELENGA HIGH MOUNTAINS, NORTHERN MONGOLIA)

V.L. Kolomiets

*Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude
Buryat State University of Dorzhi Banzarov, Ulan-Ude*

Аннотация. Для выяснения характера позднечетвертичного осадконакопления в районе известного георхеологического объекта Толбор [3] (международный проект «Становление и эволюция палеолитических культур Северной, Центральной и Юго-Западной Азии» – Россия, Монголия, США) в Булганском аймаке Монголии детально изучены аккумулятивные толщи долины р. Их-Булаг – левого притока р. Их-Тулбэрийн-Гол (бассейн р. Селенга). С этой целью был исследован крупный подгорный шлейф в среднем течении р. Их-Булаг вдоль левого борта долины. Вскрытые разрезом ИВ-1 отложения мощностью 7.4 м по гранулометрическому составу, набору статистических и динамических показателей процесса седиментогенеза подразделяются на 7 горизонтов. В устьевой части долины имеется карьер, вскрывающий осадочную толщу до глубины 3.7 м. В северо-западной стенке карьера был описан разрез ИВ-2, отложения которого по механическому составу подразделяются на 3 слоя.

Ключевые слова: рельеф, разрезы покровных осадочных толщ, литологические горизонты, статистические параметры седиментогенеза, Орхон-Селенгинское среднегорье, Монголия.

Введение

Район исследований относится к Орхон-Селенгинской среднегорной области, входящей в состав Хангай-Хэнтэйской горной страны и занимающей ее центральную депрессионную часть между крупными сводово-глыбовыми поднятиями Хангая и Хэнтэя [1]. Густая эрозионно-речная сеть принадлежит бассейну р. Селенга, в том числе и бассейн реки Их-Булаг.

Объекты и методы

Днище долины р. Их-Булаг морфологически отчетливо выражено – его ширина 100-150 м, ширина каменистого русла до 1 м. Пойма имеет один уровень, местами заболочена, с мелкокочковатыми формами нанорельефа. Само днище в нижнем течении выработано в более древнем подгорном шлейфе, воронкообразно расширяется, размывая последний, что очень заметно в устьевой части реки. Здесь присутствуют следы русловых блуждающих перемещений. Слабонаклонная от подножья склона в сторону и вниз долины поверхность шлейфа имеет высоту до 10 м над урезом воды, ширину до 250 м, крутизну уступа до 15°, выдержана по простирацию, расширяясь вверх и постепенно выклиниваясь по течению, примыкает к коренному склону вдоль левого борта. Единое тело эродировано овраговыми ложбинами корыто- и V-образного поперечного профиля с относительно крутыми склонами (15-20°). Изучено два представительных разреза – ИВ-1 и ИВ-2,

наиболее полно отражающих строение покровной осадочной толщи. При изучении отложений применялся стандартный комплекс литолого-фациальных исследований с получением полного ряда количественных характеристик процесса седиментации [2].

Обсуждение результатов

Разрез IV-1. 1-й горизонт (интервал 0,00-0,55 м) сложен массивным лессовидным песчаным алевритом (средневзвешенный диаметр частиц $x=1,47$ мм). Формирование слоя происходило в обстановке малого энергетического потенциала при средней длине транспортировки вещества и его недостатке в устойчивом положении тектонической составляющей морфогенеза (коэффициент асимметрии $\alpha=4,60$; эксцесс $\tau=20,61$). Большие значения коэффициента вариации ($v=3,66$) определяют аккумуляцию отложений в субаэриальной среде (эолово-делювиальный генотип континентальных осадочных образований).

2-й горизонт (0,55-2,35 м) образован бестекстурными дресвяно-щебнисто-алевритовыми осадками ($x=9.95-11,54$ мм) с хаотичным наполнением толщи псефитовым материалом. Присутствие сортировки не наблюдается (стандартное отклонение $\sigma=20.26-20.70$), мода сдвинута в сторону крупных частиц (коэффициент асимметрии Траска $S_k<1$), эксцесс малоположителен ($\tau=3,34-3,80$). Такие энергодинамические показатели седиментации указывают на незначительное расстояние перемещения субстрата при условно-стабильном состоянии тектонического фона. Значения коэффициента вариации ($v=1,76-2,08$) устанавливают склоновый генезис данных осадков в более влажной обстановке.

Массивные плотные алевритисто-дресвяно-щебнистые отложения ($x=18,04$) формируют 3-й горизонт (2,35-3,05 м). Абсолютная несортированность ($\sigma=25,54$), левостороннее смещение моды осадка ($S_k=0.55$) при повышенном энергетизме ($\alpha=1,30$) кумуляции в условиях, близких к нестабильному состоянию тектонического фона (почти нулевые значения эксцесса), а также параметры коэффициента изменчивости ($v=2,42$) определяют склоновое происхождение наносов. Но, учитывая слабую окатанность грубых обломков, ранее залегавших на более высоких высотных уровнях с обязательным участием в их перемещении текучей воды, можно предположить их коллювиально-делювиальное переотложение.

4-й горизонт (3,05-3,8 м) состоит из грубозернисто-песчаных дресвяно-щебнистых осадков ($x=13,83$), которые характеризуются лучшей сортировкой ($\sigma=21,01$) со свойственной асимметрией распределений ($S_k<1$; $\alpha>0$) и эксцессом со знаком «+» ($\tau=2,41$). Следовательно, можно констатировать достаточно динамичный потенциал среды осадконакопления, укороченный путь привноса вещества и чуть более спокойный тектонический режим. Коэффициент вариации ($v=1.52$) определяет коллювиально-пролювиальное происхождение слоя в субаквальном квазистационарном седиментационном бассейне.

Средне- и мелкозернисто-песчаные щебнисто-алевритовые осадки ($x=12,71$) слагают 5-й горизонт (3,8-4,0 м) наклонного залегания ($\angle 15-17^\circ$). Основные статистические параметры описывают сдвиг моды в сторону тонкозернистых частиц и лучшую их обработку ($S_k>1$), локальную транспортировку (отсутствие сорти-

ровки $\sigma=25,01$) двумя скоростными режимами (два модальных пика) в среде, обладающей достаточным запасом энергии ($\alpha>0$) и балансирующей на грани неустойчивости тектоно-климатического фона (очень малый эксцесс). Происхождение прослоя склоновое, в его формировании в незначительной степени принимала участие текучая свободная вода (парагенетическая группа коллювия смыывания), так как значения коэффициента вариации ($v=1,97$) находятся в граничном положении между аквальным и неаквальным характером седиментогенеза.

6-й горизонт (4,0-4,9 м) состоит из неслоистого средне-мелкозернистого алевропеска ($x=1,21$) лессовидного облика. Материал имеет уже очень плохую сортировку ($\sigma=3,79$), в рассеиве преобладают лучше структурированные мелкие частицы ($S_k>1$; $\alpha>0$), эксцесс положителен в рамках первых десятка единиц ($\tau=36,94$). Такой перечень статистических характеристик указывает на относительную динамическую устойчивость поступления вещества при недалеком пути его транзита на протяжении всего временного промежутка накопления в наиболее спокойном по всему разрезу тектоническом режиме. Числовые значения коэффициента изменчивости ($v=3,13$) определяют коллювиальный характер образования описываемой толщи.

7-й горизонт (4,9-7,4 м) сложен валунными и гравийными галечниками с разнозернисто-песчаным заполнителем ($x=20,52-28,43$ мм). Большое количество фракций предопределило кумуляцию несортированных отложений ($\sigma=20,52-28,43$; $S_k=0,38-0,93$; $\alpha=0,39-1,63$) в среде с высоким энергетическим потенциалом. Эксцесс отрицателен, что указывает на нестабильные условия осадконакопления, постоянное поступление новых и больших объемов дезинтегрированного вещества, слабодинамическую его обработку, а в итоге – неустойчивое климато-тектоническое состояние окружающей среды. Все значения коэффициента вариации ($v=0,86-1,23$) находятся в пределах от 0,8 до 2,0 единиц, что сопоставимо с сектором однонаправленных стационарных водотоков с колебанием дебита стока по сезонам года и трактует флювиальный генезис изучаемого горизонта.

Разрез IV-2. 1-й горизонт выполнен облессованным, дресвяно-щебнистым алевропеском ($x=8,77$ мм) массивной текстуры и не выдержан по мощности (в среднем 1 м). Его состав абсолютно не сортирован ($\sigma=20,91$), мода сдвинута в сторону мелких частиц ($S_k>1$), эксцесс мало положителен ($\tau=4,25$). Следовательно, обстановка осадконакопления характеризовалась определенным динамизмом при укороченной длине транспортировки в относительно стабильных условиях тектонического фона вне аквальной области седиментации (коэффициент вариации, $v=2,44$, склоновое – коллювиально-делювиальное происхождение, а также эолово-делювиальное, в случае возможного участия ветра в переотложении пылеватых частиц).

Валунный галечник ($x=41,42$ мм) слагает 2-й горизонт. Выдержанная по простиранию его мощность достигает 1,6 м, залегание – наклонное (до $\angle 10^\circ$), толщина уложена плотно, наблюдаются отдельные прослои в 5-7 см гравийно-грубозернисто-песчаного материала. Наибольший размер частиц составляет $0,15 \times 0,5$ м, преобладает вещество галечной размерности (не менее 70% от общего

веса). Горизонт характеризуется абсолютной несортированностью осадка ($\sigma=30,51$), сдвигом моды в сторону крупных частиц ($S_k < 1$) и отрицательным эксцессом ($\tau=-1,77$), что указывает на нестабильность условий литогенеза, возможные тектонические подвижки, интенсивную эрозию и, следовательно, аккумуляцию, а также привнос материала, существенно превышавший скорость его переработки в виду недостатка энергетического потенциала в среде осаждения ($\alpha < 0$). Параметры коэффициента вариации ($v=0,84$) устанавливают аквальный характер седиментации однонаправленными потоками речного облика с сезонным колебанием водности.

Массивные щебнисто-алевритоглинистые осадки ($x=14,66$ мм) формируют 3-й горизонт выдержанной мощности в пределах 0.85 м. С ростом глубины разреза происходит увеличение количества тонкообломочного субстрата. Характерно полное отсутствие какой-либо сортировки ($\sigma=23,55$), а также скошенность в сторону мелких частиц ($S_k > 1$). Горизонт накапливался в условиях балансирования на грани «устойчивость – неустойчивость» процессов эндо- и экзогенеза (очень малые плюсовые значения эксцесса) с повышенным энергетизмом ($\alpha > 0$) при малом пути перемещения субстрата. Происхождение осадков – склоновое, но в структуризации и трансформации вещества горизонта обязательное участие принимала свободно-текучая вода, так как значения коэффициента изменчивости ($v=1,57$) принадлежат флювиальному сектору (коллювиально-пролювиальный и пролювиально-делювиальный генотипы).

В основании разреза встречены красновато-коричневые, карминовые тяжело-суглинистые дресвяно-щебнистые отложения.

Выводы

Таким образом, изученная толща подгорного шлейфа в целом имеет дву-членное строение – аквально-коллювиальное. 7-й горизонт формировался в аллювиальных обстановках седиментогенеза, ему присущ максимальный средневзвешенный размер частиц. Чтобы аккумулялировать осадки с заданными параметрами, была необходима достаточная обводненность территории, наличие постоянных потоков с однонаправленным поступательным движением воды. Такое сочетание внешних факторов могло присутствовать в первую очередь в теплые климатические фазы, к примеру, в начале позднего неоплейстоцена в казанцевское межледниковье.

Известно, что эпохи потеплений в неоплейстоцене всегда сменялись периодами похолоданий и аридизации климата в целом. Следовательно, в разрезе речные отложения должны смениться образованиями, имеющими совсем иной облик, – тонкообломочными породами. И такое замещение действительно наблюдается – 6-й горизонт коллювиального генезиса характеризуется минимальной крупностью зерна и, что наиболее значимо, – облесованностью – прямым доказательством осадконакопления в холодных, маловлажных условиях ермаковского времени.

Для 3-5-го горизонтов с ростом размерности частиц вновь происходит смена обстановок аккумуляции с более заметным энергетическим потенциалом (коллювиально-пролювиальный генезис с участием свободно-текучей воды), основой ко-

того являлась очередная климатическая коллизия в каргинское время. Если последовательно следовать тренду климатических вариаций, то 2-й горизонт склонового происхождения сформировался уже в сартанскую, еще достаточно влажную эпоху, подтверждением чему может служить факт все-того же колебания чисельных значений процедуры седиментации. И, наконец, венчающий разрез 1-й, золово-делювиальный, горизонт накопился в голоцене.

Разрез IB-2 имеет трехчленное генетико-фациальное строение. Верхняя облесованная пачка склонового происхождения образовалась в холодных аридных условиях сартанской эпохи. Определение времени аккумуляции среднего, 2-го горизонта затруднительно по причине его аллювиального генезиса, так как русловой водоток мог существовать на данной территории длительное время вне всякой связи с климатическими вариациями в ту или иную сторону. Склоново-пролювиальный нижний, 3-й слой накапливался в относительно влажных климатических обстановках.

Литература

- [1] *Геоморфология Монгольской Народной Республики / Труды совместной советско-монгольской научно-исследовательской геол. экспедиции. Вып. 28. Отв. ред. Флоренсов Н.А., Коржуев С.С. – М.: Изд-во Наука, 1982. 249 с.*
- [2] *Коломиец В.Л. Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны: автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук // Иркутск, 2010. 18 с.*
- [3] *Коломиец В.Л., Гладышев С.А., Безрукова Е.В., Рыбин Е.П., Летунова П.П., Абзаева А.А. Природная среда и человек в позднем неоплейстоцене Северной Монголии // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2009. №1(37). – С. 2-14.*

S u m m a r y. To determine the nature of the Late Quaternary sedimentation in the vicinity of the famous geo-archaeological site Tolbor [3] (the international project “The Formation and Evolution of Paleolithic Cultures of North, Central and South-West Asia” - Russia, Mongolia, USA) in the Bulgan aymag of Mongolia, the accumulative thicknesses of the river valley were studied in detail Ikh-Bulag – the left tributary of the Ikh-Tulberiyin-Gol river (Selenga river basin). For this purpose, a large piedmont plume was studied in the middle reaches of the Ikh-Bulag River along the left side of the valley. The sediments uncovered by IB-1 section with a thickness of 7.4 m according to the granulometric composition, a set of statistical and dynamic indicators of the sedimentogenesis process are divided into 7 horizons. In the estuarine part of the valley there is a quarry that reveals the sedimentary sequence to a depth of 3.7 m. In the northwestern wall of the quarry, section IB-2 was described, the deposits of which are divided into 3 layers according to their mechanical composition.

КРИОЛАНДШАФТОГЕНЕЗ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Г.С. Макунина

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, gmakunina@yandex.ru

CRYOLANDSCAPE GENESIS: THEORETICAL ASPECTS

G.S. Makunina

Moscow State University of Lomonosov, Moscow

Аннотация. Для ландшафтов криосферы показано несоответствие понятий автономный ландшафт и геохимический ландшафт общепринятым их понятиям в ландшафтоведении. Предлагается проводить систематизацию ландшафтов, их территориальное различие и исследование в соответствии с категориями трех типов отдела ландшафта как высшего классификационного таксона в зависимости от а) наличия в современных ландшафтах разных форм многолетнемерзлых пород и развития криогипергенных процессов, б) присутствия в ландшафтах реликтов таковых, в) отсутствия этих признаков в ландшафтах.

Ключевые слова: таксон отдел ландшафтов, типы отделов, криосфера, мерзлотный ландшафт, гидротермическая связь компонентов, криогипергенные процессы, автономность развития структуры компонентов.

Постановка проблемы

В настоящее время в научном мире и хозяйственной практике населения актуальна проблема потепления климата в связи с влиянием гидротермических условий на адаптацию людей к меняющимся условиям среды проживания и природопользования. Повышенное внимание уделяется изучению экологических проблем ландшафтов криосферы – области распространения многолетнемерзлых пород (ММП) и разных форм криолитогенеза. Площадь их современного распространения на равнинах и в горах оценивается около 35 млн. км², в том числе 11 млн. км² в России. Но в период развития на суше плейстоценовых ледниковых покровов площадь распространения ММП была более значительной [1, 2]. В почвенном покрове современных ландшафтов разных природных зон на плакорах местами сохранились полигональные и иные формы реликтов древних криогенных структур [1, 2, 3]. Их следы были обнаружены только при проведении аэрофотосъемки на высоте 300 км, а также фиксируются при аэрокосмическом мониторинге территорий. Влияние реликтовых форм криолитогенеза на эрозионные и биологические процессы в современных ландшафтах очевидны. Но не менее широко распространены ландшафты, в которых признаки современных и древних криогипергенных процессов отсутствуют. В географической литературе не рассматривается различие ландшафтов, формирующихся на современных ММП, или на территории их распространения в геологическом прошлом, а также в регионах без признаков криогенеза. Но присутствие или отсутствие мерзлотных процессов в ландшафтах несомненно вносит специфику в процесс формирования автономных/элювиальных ландшафтов и геохимических ландшафтов (система плакор – склон – эрозионная форма рельефа).

В геологии область распространения ММП и криолитогенных процессов изучается как «криолитозона». Географы-мерзловеды также именуют область распространения ММП криолитозоной, что вносит определенный диссонанс в зональную концепцию ландшафтоведов. В ландшафтоведении криосфера

(криолитозона) как самостоятельный объект исследования не изучается, но упоминаются мерзлотные явления и при ландшафтном картографировании ландшафты с криогенными явлениями характеризуются как мерзлотные. Разнообразие и специфика изучаемых в геологии и географии криогипергенных процессов энциклопедически рассмотрена Ю.В. Мудровым [7]. Их распространение в мерзлотных ландшафтах нарушает представления о принятых в ландшафтоведении и геохимии ландшафтов понятиях об автономности (элювиальности) ландшафтов, увлажняемых только атмосферными осадками. Дискуссионность в это положение вносит присутствие в мерзлотных ландшафтах сезонно талого слоя в почвах и рыхлых грунтах и обусловленное оттаиванием развитие криолитогенных процессов. Многообразие форм криогипергенных процессов, а также специфика их радиального и латерального развития меняет принятое в основах геохимии ландшафтов представление о понятии «геохимический ландшафт».

Однако в классификациях ландшафтов содержание таксонов для территорий с разной степенью развития ММП и криогипергенных процессов, а также при их отсутствии остается без изменения. Это вносит определенные сложности в представление о «ландшафте» как объекте изучения и картографирования. Дискуссионность этого положения в физической географии отражает концепция «неоландшафтоведения» [5], которая отрицает реальность существования природных ландшафтов. Предлагается вместо ландшафтов изучать разноуровневые и разнофакторные экосистемы. Однако в случае отсутствия биотической составляющей термин экосистема теряет смысл. Также широко неоландшафтоведы пользуются понятием «геосистема».

Сказанное выше требует проведения теоретического анализа вопросов ландшафтогенеза, влияния на этот процесс региональных криолитологических условий с разной степенью проявления криолитогенеза, а также различия и уточнения содержания таксонов в классификациях ландшафтов с учетом как наличия в них явлений криогенеза, так и их отсутствия.

Методологический аспект

Особенности радиальной и латеральной динамики веществ (твердых, водорастворимых, суспензий) в мерзлотных ландшафтах определяют необходимость их выделения как самостоятельного объекта исследования в криосфере. Процессы криогенеза подчеркивают: 1) существование тесной гидротермической связи между компонентами данного местоположения (растительностью, почвами, водами, породами); 2) определяют значительную независимость в процессах формирования структур растительных сообществ и почвенного покрова; 3) свидетельствуют о более выраженной активности геологического круговорота веществ в условиях сезонного потепления среды; 4) выдвигают необходимость введения для мерзлотных ландшафтов понятия «криоавтономный (криоэлювиальный) ландшафт» и 5) «мерзлотный геохимический ландшафт» (миграционная система вершина – отрицательная форма рельефа).

Эти особенности требуют изучения территориальных и классификационных различий ландшафтов в зависимости от а) наличия в мерзлотных ландшафт-

тах ММП и развития криолитогенных процессов; б) присутствия следов реликтовых криогенных структур в почвенном покрове разных природных зон и их отражения в структуре растительных сообществ; 3) отсутствия в современных ландшафтах процессов криолитогенеза и реликтов плейстоценовой мерзлоты.

Представляется, что различение ландшафтных структур суши следует проводить на высшем уровне классификации ландшафтов, т.е. отделов ландшафтов. Их выделение в классификационной системе ландшафтов было предложено Ф.Н. Мильковым [6]. Под отделом ландшафта Мильков понимал определенный тип контакта и взаимодействия атмосферы, гидросферы и литосферы. Однако предложенные Мильковым названия четырех типов отделов ландшафтов (наземных, земноводных, водных, донных) не используются. Нами предлагается различать три типа отделов ландшафтов. Принципы их выделения: 1) наличие в современных ландшафтах ММП и криогипергенных процессов (тип А); 2) сохранность реликтов бывшего распространения ММП и реликтов криогипергенных процессов (тип Б); 3) отсутствие в ландшафтах признаков реликтовости криогипергенных процессов (тип В). Таксоны в классификации ландшафтов ниже отдела должны корректироваться в соответствии с критериями различия типов отделов ландшафтов.

Представляется, что типы отделов ландшафтов (А, Б, В) могут рассматриваться и как территориальные единицы высшего уровня деления при проведении геоэкологического районирования по проблемам.

Соответственно возникает вопрос о необходимости введения в физическую географию нового научного направления – криоландшафтогенеза, который ориентирован на решение проблем климата, устойчивости природопользования и способа выживания людей в условиях криосферы. Это касается также вопроса уточнения содержания отдельных таксономических единиц в классификациях ландшафтов названных типов отделов.

Сложность перестройки исследований дифференциации ландшафтов суши по типам отделов ландшафтов (типы А, Б, В) очевидна. В отношении мерзлотных ландшафтов это наглядно показано на примере обновлении содержания карты почвенно-географического районирования Красноярского края Ю.Н. Ершовым [4]. Согласно мнению Ершова ее содержание во многом не соответствует имеющимся представлениям о почвообразовании в этом регионе, особенно в мерзлотных ландшафтах таежной зоны. Ершов полагает, что это обстоятельство дает основание для пересмотра и корректировки названий почв данного региона, показанных иначе, чем в последнем варианте почвенной карты России масштаба 1:2 500 000. Представляется, что этот вывод можно отнести и к пересмотру характеристик мерзлотных ландшафтов Красноярского края на составленных ранее ландшафтных картах, так как почвы считаются индикатором генезиса ландшафтов.

Аналогичный вывод был получен Л.А. Фоминых и Л.А. Гугалинской [8] при изучении генезиса почв тундры на плакорах Российской Субарктики и разработке их классификации, которые, по мнению авторов, проводились без использования криолитологических критериев. Суглинистые почвы тундровых

плакоров и мерзлотной тайги Заенисейской Сибири (с разной степенью оглеения и неглеевые) раньше характеризовались как криоземы, а понятие глееземы относилось к более увлажненным плакорам. Авторами предлагается за автономными глеевыми почвами мерзлотных плакоров закрепить название «криоглееземы». Подобные смысловые корректировки требуют пересмотра и для характеристик мерзлотных ландшафтов на опубликованных в России мелкомасштабных ландшафтных картах СССР и мира.

Распространение ландшафтов, относящихся ко второму типу отдела (тип Б), в которых на плакорах встречаются следы реликтов криогенных структур бывшего распространения ММП и криогенных процессов достаточно наглядно представлено в работах [1-3].

Выводы

Решение экологических проблем климата, природопользования и адаптации населения к меняющимся гидротермическим условиям необходимо проводить на основе территориального различия ландшафтной структуры суши на высшем классификационном уровне ландшафтов, т.е. отделов ландшафтов. Нами предлагается выделение трех типов отделов ландшафтов по следующим принципам: 1) наличию в современных ландшафтах ММП и криогипергенных процессов (тип А), 2) встречаемости реликтов распространения криогипергенных процессов на плакорах современных ландшафтов на площади бывшего распространения на суше ледниковых покровов и ММП (тип Б), 3) отсутствию этих признаков в современных ландшафтах (тип В). Соответственно содержание таксонов классификации ландшафтов ниже отдела необходимо корректировать в соответствии с критериями различия типов отделов ландшафтов.

Типы отделов ландшафтов (А, Б, В) могут также рассматриваться как территориальные единицы высшего уровня при проведении геоэкологического районирования по проблемам.

Особенности радиальной и латеральной динамики веществ (твердых, водорастворимых, суспензий) в мерзлотных ландшафтах определяют необходимость изучения ландшафтов криосферы как самостоятельного объекта исследования в физической географии. Процессы криогенеза подчеркивают: 1) существование тесной гидротермической связи между компонентами данного местоположения (растительностью, почвами, водами, породами); 2) определяют значительную независимость в процессе самостоятельного формирования структур растительных сообществ и почвенного покрова; 3) свидетельствуют о более выраженной активности геологического круговорота веществ в условиях сезонного потепления среды; 4) выдвигают необходимость введения для мерзлотных ландшафтов понятия «криоавтономный (криоэлювиальный) ландшафт» и 5) «мерзлотный геохимический ландшафт» (миграционная система вершина – отрицательная форма рельефа).

Соответственно возникает вопрос о необходимости введения в физическую географию нового научного направления – криоландшафтогенеза, который ориентирован на решение экологических проблем периодов потепления/похолодания климата, устойчивости природопользования, а также затрагивает способ существования людей и биоты в экологических условиях криосферы. Криоландшафтогенез

касается также вопроса пересмотра содержания отдельных таксономических единиц в разных типах отделов ландшафтов (типы А, Б, В). В том числе понятия автономности/элювиальности мерзлотных ландшафтов как критерия отнесения к определенной природной зоне/подзоне, а также представления о криогенном геохимическом ландшафте.

Литература

- [1] Бердников В.В. Древний холод. – М.: Мысль, 1983. – 157 с.
- [2] Величко А.В., Морозова Т.В., Нечаева В.П., Порожникова О.М. Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. – М.: Наука, 1966. – 150 с.
- [3] Горбунова И.А. Реликтовые криогенные структуры Северного и Центрального Казахстана и их влияние на современный почвенный покров/ Региональные проблемы экологии, географии и картографии почв. – Смоленск: Ойкумена, 1998. 176-188.
- [4] Ершов Ю.Н. Почвенно-географическое районирование Красноярского края// География и природные ресурсы. – 1998. № 2. – С110-118.
- [5] Колбовский Е.Ю. Существует ли природный ландшафт: эпистемологический анализ феномена// Известия РГО, 2013. Вып. 5. С. 49-66.
- [6] Мильков Ф.Н. О подразделении ландшафтной сферы Земли на отделы и классы ландшафтов // Землеведение. Нов.сер., 1967. – Т. 7
- [7] Мудров Ю.В. Мерзлотные явления в криолитосфере равнин и гор. Основные понятия и определения. Иллюстративный энциклопедический справочник. – М.: Научный мир, 2007. – 316 с.
- [8] Фоминых Л.А., Гугалинская Л.А. Особенности экологии и эволюции глееземов на плакорах Российской Субарктики/ Прошлое, современное состояние и прогноз развития географических систем: материалы Всерос. научн. конф. с международным участием 2-4 октября 2014 г., г. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2014. – С. 112-119.

S u m m a r y. The concept of autonomous landscape, which is generally accepted in landscape science and landscapes geochemistry, is shown to be inapplicable under specific natural features of landscapes in the cryosphere. It is suggested that systematization of landscapes, their territorial identification and investigation should follow on from three types of the landscape division as a higher taxonomic unit. The types could be distinguished depending on (a) the presence of different forms of permafrost and the development of cryohypergenic processes in modern landscapes, (b) the presence of relic cryogenic phenomena in landscapes, and (c) the absence of these features in landscapes.

ДЕФОРМАЦИИ И ТЕКУЧЕСТЬ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

О.Я. Масликова*, И.И. Грицук***, Е.Н. Долгополова*, Д.Н. Ионов*

*Институт водных проблем РАН, г. Москва, oksana68@mail.ru

**Российский Университет дружбы народов, г. Москва, Россия

***Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

DEFORMATIONS AND MOBILITY OF FROZEN SOILS

O.Ya. Maslikova*, I.I. Gritsuk***, E.N. Dolgoplova*, D.N. Ionov*

*Russian Academy of Sciences Water Problems Institute, Moscow

**Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

***Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow

Аннотация. Для задач проектирования гидротехнического строительства в условиях криолитозоны необходимо знать поведение мерзлых грунтов при тех или иных меняющихся условиях. В последнее время в связи с потеплением климата возникают новые проблемы, связанные с деградацией мерзлоты и, как следствие, изменяются критерии прочности и устойчивости грунтов. Таким образом, необходимы новые уровни учета рисков при строительстве на неустойчивых территориях.

Ключевые слова: криолитозона, мерзлый грунт, оттаивание, водные объекты.

Введение

Поведение мерзлых грунтов является сложным и зависит от множества факторов. При формулировании соотношения прочности и текучести важно понимать характеристики оцениваемой почвы. Это требует ряда лабораторных исследований, которые затем позволят определить конкретные параметры грунта при инженерном проектировании. Гранулометрический состав, сопротивление нагрузке, температура, содержание влаги – это далеко не полный перечень аспектов, которые необходимо учитывать при проектировании строительства и анализе деформаций прибрежных территорий в условиях криолитозоны.

Более трети земной поверхности Земли подвержено сезонным или длительным заморозкам почвы. Замораживание и оттаивание почвы может привести к серьезным геотехническим, гидрологическим и экологическим проблемам. Каждая почва имеет свои специфические характеристики замерзания, в основном в зависимости от текстуры и преобладающей концентрации растворенного вещества. Мелкозернистые почвы имеют тенденцию к образованию ледяных линз при замерзании, что приводит к подъему почвы, в грубой текстуре лед более равномерно распределяется в матрице. Также поведение почвы всегда тесно связано с преобладающими метеорологическими условиями. Гидравлическая проводимость грунтов снижается по мере их промерзания. На местном уровне это приводит к снижению инфильтрации и задержке пополнения запасов подземных вод во время таяния снега. Например, для более крупных территорий (водосборов) влияние мерзлых грунтов на инфильтрацию и сток происходит неравномерно.

Существование многолетних мерзлых грунтов было описано еще в середине 17-го века М.В. Ломоносовым (1711-1765), который предложил первое научное объяснение вечной мерзлоты [11], но первая публикация о существовании вечной мерзлоты в скважине Шергина была опубликована фон Баером в

1838 году [8]. В 1927 году Сумгин опубликовал состояние проблемы изученности вечной мерзлоты на тот момент [13]. Примерно в то же время, когда изучались механические свойства мерзлоты, в Уэльсе (1862 г.), а затем в Германии (1883 г.) было исследовано искусственное промерзание грунта (AGF) [4, 7]. Есть множество описаний, где AGF использовался для усиления прочности почвы. В последние годы возникли новые проблемы, связанные с потеплением, что приводит к деградации мерзлоты. Проблемы устойчивости склонов были зарегистрированы в горных условиях [3], а в связи с изменением климата прогнозируется дальнейшее воздействие на арктическую инфраструктуру [5, 6], включая прибрежные зоны [2].

Содержание воды в мерзлой почве

При составлении классификации мерзлых грунтов очень важным является описание наличия воды в конкретной почве в рамках текущего температурного режима. Не всегда мерзлые породы являются многолетнемерзлыми. Фактически, сезонноталые в зимний период или временно замороженные (например, в лабораторных условиях) почвы представляют значительный инженерный интерес, но не могут быть определены как вечная мерзлота.

Оригинальная инженерная классификация мерзлых грунтов была введена в [1]. Система делит лед в мерзлых грунтах на три основные группы 1) точечный лед, не видимый на глаз, 2) точечный лед, видимый на глаз (<1 дюйма толщиной), и 3) лед (ледяные линзы толщиной > 1 дюйма). Но эта классификация подходит для включений льда с ограниченными размерами. Чем больше размер зерна, тем больше толщина должна рассматриваться как типичный слой (рис. 1). Уивер [9] предложил классифицировать мерзлый грунт на основе насыпной плотности и зарегистрированного механизма ползучести (табл. 1).

На рисунке 1 схематично представлена классификация мерзлого грунта при различном объемном содержании льда в нём по [1]. Фигуры показывают плавный переход между категориями, который зависит от таких факторов, как размер зерна, форма льда, содержание незамерзшей воды, температура или другие возможные растворенные вещества в поровой воде. Схематические представления для каждой категории также представлены для крупнозернистых, не подверженных замерзанию почв, и мелкозернистых, морозоустойчивых почв (рис. 2).

Морозное пучение

Как правило, при переходе состояния почв от незамерзшего к мерзлому состоянию, структура частиц крупнозернистых почв изменяется плавно по мере того, как вода в порах замерзает. По мере изменения фазы воды объем увеличивается на 9%, а поскольку гидравлическая проводимость крупнозернистой почвы высокая, излишки воды стекают, а структура почвы остается неизменной. С другой стороны, мелкозернистым грунтам свойственна более низкая гидравлическая проводимость, что приводит к накоплению влаги, которая в процессе замерзания увеличивается в объеме. Увеличение объема почвы из-за замерзания обычно приводит к подъему уровня, а избыток поровой воды, возникающей во время оттаивания, приводит к

потере прочности и существенным деформациям. Поэтому эти почвы классифицируются как чувствительные к морозу и оттепели.

Таблица 1

Описание	Объемная плотность, Мг / м ³	Механизм ползучести
«Загрязненный» лед	0,9-1,0	Усиленная диффузия (может существовать устойчивое состояние), рекристаллизация
Значительно «загрязненный» лед	1.0 - 1.5	Дислокация тормозится частицами почвы (все еще неструктурированными)
Невязкий мерзлый грунт	1.6 - 1.95	Ползучесть за счет присутствия незамерзшей воды
Вязкий мерзлый грунт	1,95-2,30	Затухание ползучести сдерживается структурой почвы

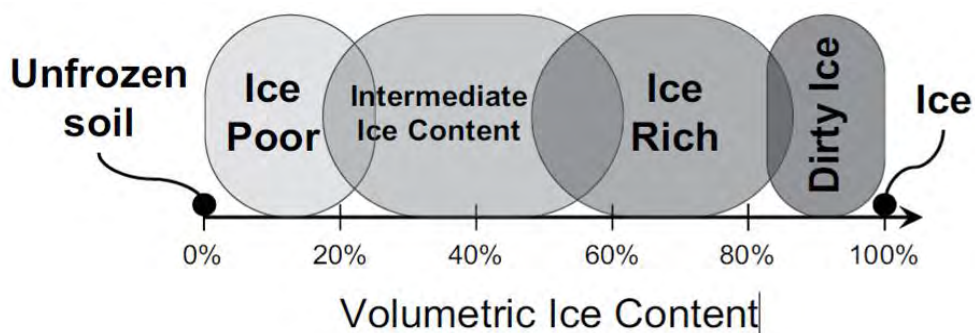


Рис. 1 Классификация мерзлых грунтов по общему объемному содержанию льда.

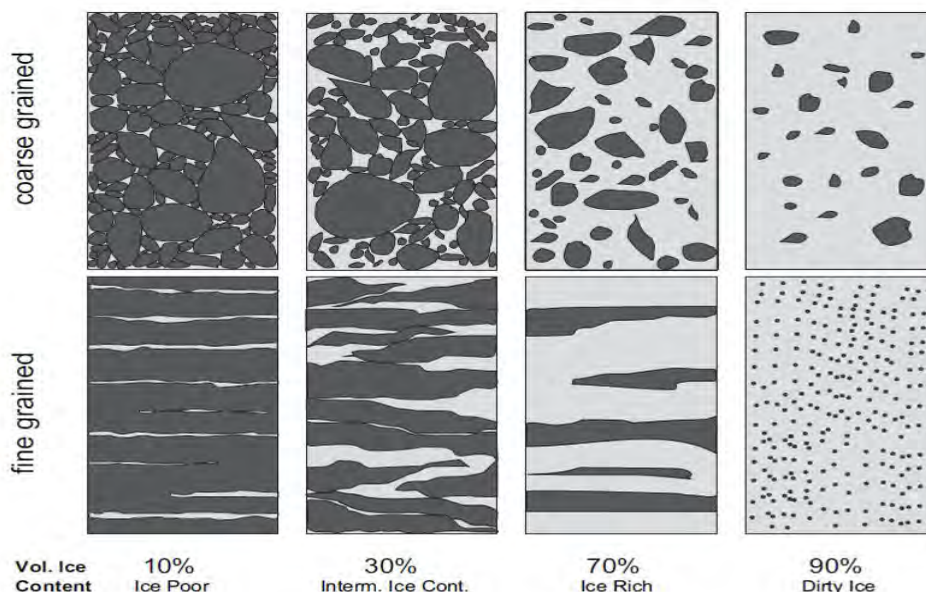


Рис. 2. Схематическое изображение образцов мерзлого грунта при различном содержании льда.

На сегодняшний день существует концепция сегрегационного льдообразования, что широко используется в инженерной практике в рамках теории морозного пучения и является основной для прогнозирования поведения грунтов при замерзании. Проблема сегрегационного льдообразования, чрезвычайно емкая и разносторонняя, включает множество аспектов, главными из которых являются: 1) теплофизическая сущность процессов влагопереноса и льдообразования в промерзающих и мерзлых грунтах; 2) механизмы миграции влаги в промерзающих и мерзлых грунтах; 3) физико-механические и физико-химические преобразования в промерзающих и мерзлых грунтах под влиянием влагопереноса; 4) закономерности кристаллизации связанной и других видов воды в грунтах, а также механизм роста элементов сегрегационного льда; 5) условия и причины формирования различных текстур сегрегационного льда и их криолитологическое и палеогеографическое значение [12].

В работе [10] выдвинуто предположение о том, что миграция незамерзшей воды и сегрегационное льдовыделение при сдвиге в мерзлых грунтах происходят вследствие микро-трещинообразования под действием сдвиговых напряжений, превышающих величину предельно длительной прочности, т. е. в условиях незатухающей ползучести, при скоростях деформирования, сопоставимых со скоростями миграции незамерзшей воды. Шлиры льда, образующиеся в трещинах, “залечивают” их, тем самым препятствуя их росту и задерживая разрушение мерзлого грунта. Если бы этот процесс отсутствовал, мерзлый грунт разрушался бы быстрее. Следовательно, он носит упрочняющий характер. Возможно, этим объясняется тот факт, что обычно при незатухающей ползучести стадия прогрессирующего течения мерзлых глинистых грунтов имеет большую длительность, чем стадия неустановившейся ползучести.

Выводы

Таким образом, необходимо принимать во внимание восприимчивость почвы к морозу в дополнение к объемному содержанию льда и характеристикам незамерзшей воды. Крупнозернистые почвы, которые не подвержены морозу, не меняют свою межчастичную структуру при замерзании. Чувствительные к морозу почвы, например глина и ил, с другой стороны, изменяют эту структуру во время процесса замерзания, и ледяные линзы, образующиеся при замерзании почвы, могут контролировать общее механическое поведение. Однако уплотнение частично замерзшей восприимчивой к морозу почвы благодаря всасыванию может оказать положительное влияние на измеряемую прочность. Поэтому рекомендуется тщательно определять прочность восприимчивых к морозу почв, предварительно детально изучив историю их замерзания.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0001 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090056-0) Государственного задания ИВП РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №18-05-00178, 20-08-00807)

Литература

- [1] *Arenson L, Springman S., Sego D.* The Rheology of Frozen Soils // *Applied Rheology*, 17 (2007) 12147-1 – 12147-14
- [2] *Demers D, Leahy D et al.* Climate-change impacts in the coastal zone: Implications for engineering practice // in *Geo Quebec 2004: 57th Canadian Geotechnical Conference*, Quebec City, QC, Canada (2004) 7A, 10-17.
- [3] *Gruber S, Hoelzle M and Haeblerli W.* Permafrost thaw and destabilization of Alpine rock walls in the hot summer of 2003 // *Geophysical Research Letters* 31 (2004) Art. No. L13504 12004
- [4] *Hoffmann D.* Acht Jahrzehnte Gefrierverfahren nach Potsch – Ein Beitrag zur Geschichte des Schachtabteufens in schwierigen Fallen // Verlag Gluckauf, Essen (1962)
- [5] *Nelson F.E., Anisimov O.A. and Shiklomanov N.I.* Climate change and hazard zonation in the circumarctic permafrost region // *Natural Hazards* 26 (2002) 203-225
- [6] *Phillips M., Springman S.M. and Arenson L.U.* Climate change and possible impact on Arctic infrastructure // in *Eighth International Conference on Permafrost*, Zurich, Switzerland (2003) 461-466.
- [7] *Potsch FH:* Das Gefrierverfahren - Methode for Abteufen von Schochten im wasserreichen Gebirge // *Craz & Gerlach, Freiberg i.S.* (1885)
- [8] *Von Baer KE.* The ground ice or frozen soil of Siberia // *Journal of the Royal Geographical Society London* 8 (1838) 210-213
- [9] *Weaver J.S.* Thesis. University of Alberta (1979)
- [10] *Волохов С.С.* Изменение криогенного строения мерзлых глинистых грунтов при сдвиге // *Криосфера Земли*, 2007, т. XI, № 3, с. 35-43
- [11] *Ершов Э.В.* Общая геокриология // *Учебник – М., Изд-во МГУ, 2002 – 682 с ил.*
- [12] *Соломатин В.И.* Физика и география подземного оледенения (учебное пособие) // *Академическое издательство ГЕО Новосибирск, 2013, 346 с.*
- [13] *Сумгин М.И.* Вечная мерзлота почвы в пределах СССР. – М., 1927.

S u m m a r y. For the tasks of designing hydraulic engineering construction in the permafrost zone, it is necessary to know the behavior of frozen soils in certain conditions. Recently, in connection with climate warming, new problems have arisen associated with permafrost degradation and, as a result, requirements for soil strength and stability are changing. Thus, new levels of risk accounting for construction in unstable territories are needed.

ПЕРВЫЙ ОПЫТ МОРФОТЕКТОНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЙОНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

С.И. Петухов^{*}, В.М. Анохин^{** *** ****}, М.А. Науменко^{***}

**ВНИИОкеангеология*

***РГПУ им. А.И. Герцена, vladanokhin@yandex.ru*

****ИНОЗ РАН*

*****Санкт-Петербургский научный центр РАН, г. Санкт-Петербург*

FIRST EXPERIENCE OF MORPHOTECTONIC MODELING OF THE LADOGA LAKE AREA

S.I. Petukhov^{*}, V.M. Anokhin^{** *** ****}, M.A. Naumenko^{***}

** VNIIOkeangeologiya*

*** Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen*

**** INOZ RAS*

***** St. Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg*

Аннотация. Данные цифровой модели рельефа дна Ладожского озера были использованы для морфотектонического моделирования этого района. Получен ряд морфотектонических схем, позволяющих судить об особенностях тектонического строения коры в районе Ладожского озера. По предварительным результатам моделирования выявлено блоковое строение района, в котором блоки имеют прямоугольную форму и вытянуты в ЗСЗ направлении. Результаты морфотектонического моделирования могут быть использованы для построения новой тектонической карты.

Ключевые слова: Ладожское озеро, рельеф, блок, кора, модель.

Введение

Тектоническое строение района Ладожского озера изучалось довольно длительное время многими организациями и исследователями. Из наиболее значимых работ по этой тематике можно упомянуть построения Б.А. Ассиновской [3], А.В. Амантова [1, 5], работы Института геологии КарНЦ РАН [6], ВСЕГЕИ [4] и многие другие.

Известно, что геологическая среда существенно влияет на здоровье и самочувствие человека, на экологическое состояние среды его обитания [7]. Поэтому изучение тектоники района Ладожского озера, являющегося источником пресной воды для миллионов людей, представляется весьма актуальным.

Во ВНИИОкеангеология разработана методика морфотектонического моделирования, позволяющая по данным о морфоструктурах рельефа территорий и дна водоемов судить о тектоническом строении этих районов. Эта методика была успешно применена при изучении тектоники Магеллановых гор (Тихий океан) [8] и в настоящее время используется для уточнения тектонического строения района Ладожского озера. Предварительные результаты морфотектонического моделирования в этом районе были положены в основу данной публикации.

Методика

Исследования основывались на изучении рельефа с созданием деформационных морфотектонических (геомеханических) моделей участков земной коры с выявлением действующих в них напряжений.

В распоряжении авторов имеется разработанная в ИНОЗ РАН цифровая модель рельефа (ЦМР) дна Ладожского озера, на настоящее время считающаяся наиболее полной из всех существующих. На рисунке 1 показана одна из батиметрических карт, созданных на основе этой ЦМР. Именно эта ЦМР была положена в основу морфотектонического моделирования.

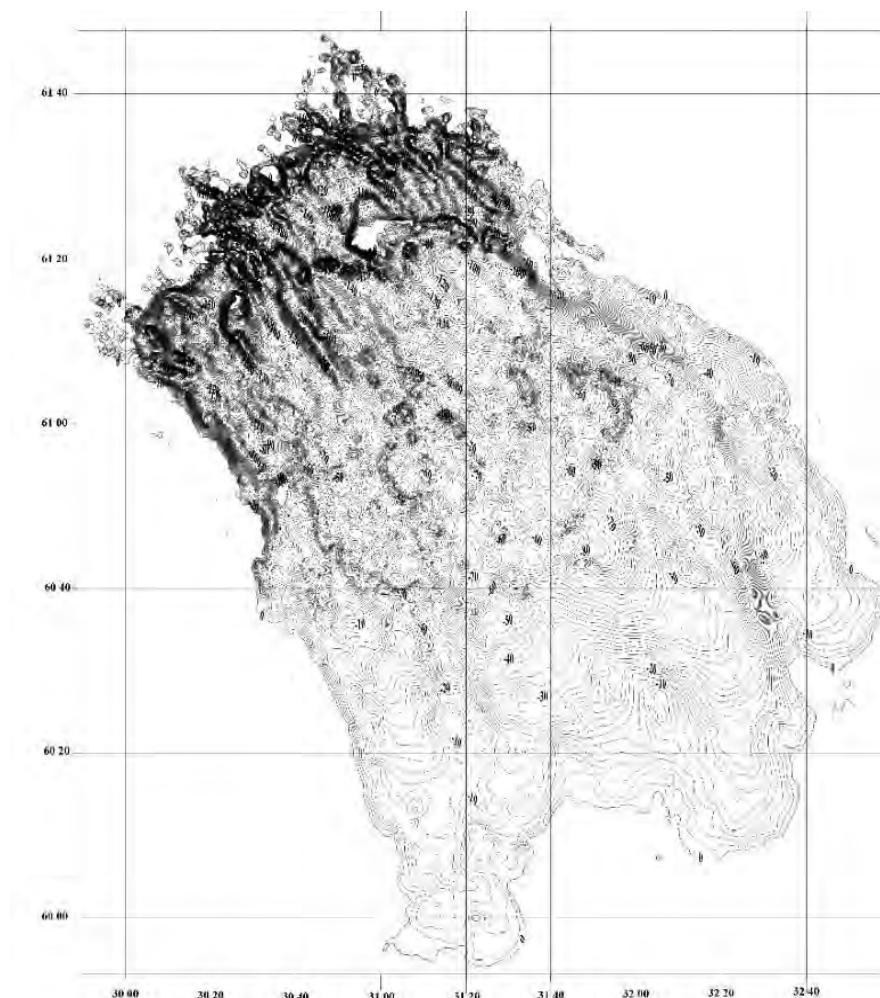


Рис. 1. Батиметрическая карта дна Ладожского озера, созданная на основе ЦМР ИНОЗ РАН (М.А. Науменко). Изобаты через 2 м.

Данные ЦМР были обработаны в программе Maple, в результате чего была построена модель деформационного поля района Ладожского озера.

Реальный рельеф дна в модели аппроксимируется однослойной структурой, по мощности, модулю упругости, коэффициенту Пуассона, удельному весу соответствующей данным о земной коре в этом районе.

В принятой модели поверхность дна представлена как эластичная мембрана, прогибающаяся на стержнях различной высотой. Значение высоты стержня (z) и его пространственное положение (x, y) берется в точках касания мембраны, и, таким образом, напрямую зависят от батиметрических данных исследуемого района. Далее координаты стержней (x, y, z) в матричной форме импортируются в разработанную нами расчетную программу, созданную в среде пакета Maple Software. По результатам моделирования выявляется напряженное состояние участков рельефа.

Характер распределения напряжений в предложенной модели определяется методом конечных элементов (МКЭ). В соответствии с МКЭ, сплошная среда моделируется путем разбиения ее на конечные элементы (области небольшого размера, решения на которых могут быть сведены к системе алгебраических уравнений). В результате моделируется поле напряжений для целой конструкции. Основной задачей определения напряженно-деформированного состояния для модели рельефа является получение функции прогибов, по которой в дальнейшем определяются изгибающие, крутящие моменты, а также «нормальные» и «тангенциальные» напряжения, действующие в нем.

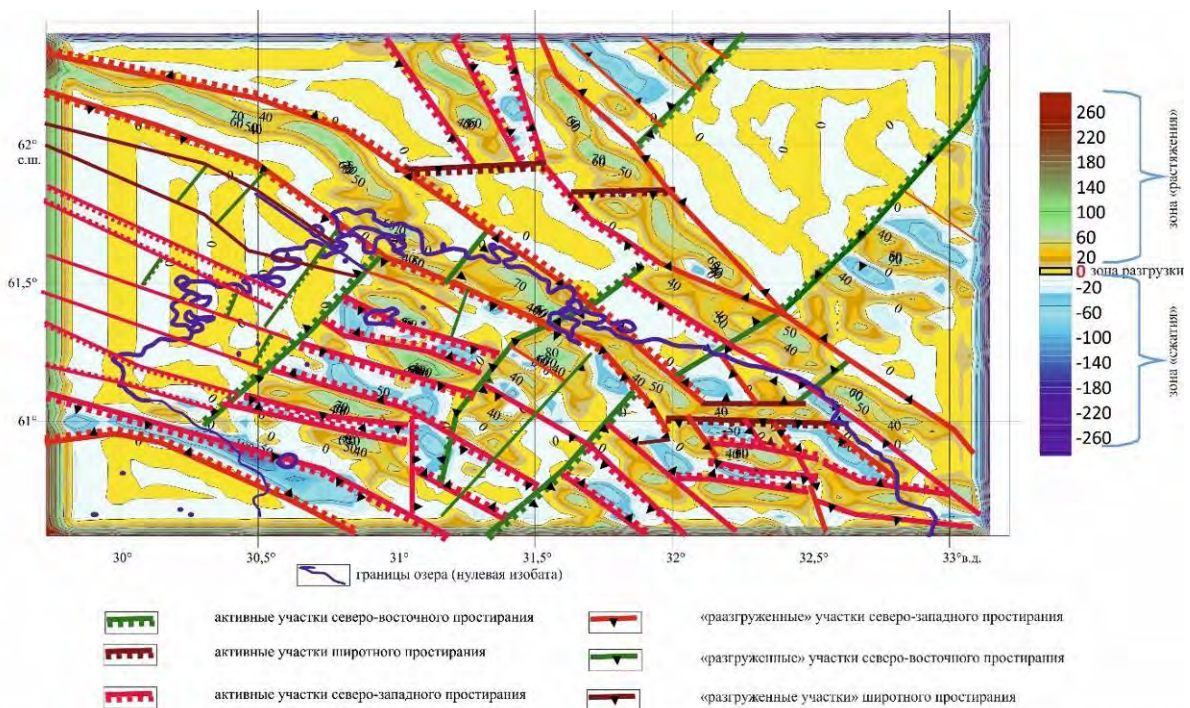
В наших исследованиях мы использовали несколько вариантов построения деформационной модели. Для одного из них была построена карта-схема блочного строения рельефа дна методом геодинамического районирования с использованием морфоструктурного анализа (рис. 2). Основным положением метода является представление о различной интенсивности вертикальных движений блоков по системе разновозрастных разломов различной глубины заложения. При этом имеется в виду, что любые горизонтальные перемещения блоков находят свое отражение в их вертикальных движениях. По некоторым из них происходят современные движения земной коры. Главным элементом в блочной структуре является блок, выделяемый по унифицированному комплексу признаков. За блок, в данном случае, принимается участок земной коры, имеющий относительно одинаковое гипсометрическое поле высотных отметок. Границы блоков проводятся по определенным элементам рельефа.

Анализ результатов моделирования проходил по следующему алгоритму: сначала выделялись линии с нулевыми значениями касательных напряжений, маркирующие участки, находящиеся в условиях смены вида напряжений (растяжения/сжатия), то есть «разгруженные» зоны. Далее выделялись области с максимальными значениями тангенциальных напряжений растяжения и сжатия. Участки, на которых зоны «разгрузки» граничат с областями, имеющими максимальные значения градиентов напряжений, относятся к наиболее геодинамически активным и могут быть сопоставлены с разломами коры.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного моделирования был получен ряд схем, отражающих морфотектоническую ситуацию в районе Ладожского озера. Одна из них приведена на рисунке 2. На схеме видна явно блоковая структура района. Блоки имеют вытянутую прямоугольную форму с общим простиранием на ЗСЗ. Секущие СВ структуры находятся явно в подчиненном положении, хотя и играют важную роль, смещая и ограничивая блоки. Довольно заметны субширотные линии, проявляющиеся в основном в СВ приладожье.

Участки, выделенные, как геодинамически активные, в принципе, должны сопоставляться с активными в настоящее время тектоническими разломами, со всеми вытекающими последствиями – здесь можно ожидать тектонических подвижек с сейсмическими явлениями, аномалий физических полей, эманаций, разгрузок подземных вод (при пересечении с водоносными горизонтами) и пр.



«Разломы», показанные на схеме проведены по областям расположенным в зонах с «нулевыми» значениями касательных напряжений и маркируют «ослабленные» участки.

Рис. 2. Морфотектоническая схема района Ладожского озера, построенная по результатам тектонофизического моделирования.

Кроме того, из схемы следует, что в районе Ладожского озера в коре преобладает растяжение.

Разумеется, приведенная схема является не результирующей, а лишь этапной в процессе создания реальной картины тектонического строения района Ладожского озера. Эту схему в дальнейшем планируется сопоставить с построениями предшественников [1, 3, 4], учесть результаты линеаментного анализа, проведенного авторами по данному району [2]. Дальнейший синтез всей существующей информации, возможно, позволит создать обобщающую тектоническую карту.

Выводы

В результате морфотектонического моделирования по цифровой модели рельефа дна Ладожского озера создана предварительная тектонофизическая схема района Ладожского озера.

На схеме отчетливо видно блоковое строение района. Блоки коры в основном имеют прямоугольную форму, вытянутую на ЗСЗ.

Секущие СВ структуры находятся в подчиненном положении, играя важную роль ограничителей блоков. Заметны субширотные линии, проявляющиеся в основном в СВ Приладожье.

Морфотектоническое моделирование района Ладожского озера предполагается продолжить в различных модификациях, что даст возможность взаимного сопоставления полученных результатов для повышения их достоверности.

Все результаты будут сопоставляться с построениями предшественников, а также с результатами линеаментного анализа – для выработки общей концепции построения новой тектонической карты района.

Благодарности

Публикация составлена при поддержке Гостемы ИНОЗ РАН № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов» № госрегистрации АААА-А19-119031890106-5.

А также Гостемы СПбНЦ РАН 82.1 ФНИ «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

Литература

- [1] *Амантов А.В.* Геология дочетвертичных образований и тектоника Ладожского озера // Региональная геология и металлогения, № 58, 2014. С. 22-32.
- [2] *Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А.* Рельеф дна Ладожского озера и его связь с дизъюнктивами // Изв. РГО. 2016. Т. 148. Вып. 2. С. 44-52.
- [3] *Ассиновская Б.А.* Сейсмические события на Ладоге в XX веке // Известия РГО. 2005. Т. 137. Вып. 4. С. 70-76.
- [4] Государственная геологическая карта РФ м-ба 1:1 000 000 листы Р-35, 36. Третье поколение. Балтийская серия. МПР РФ. Картфабрика ВСЕГЕИ. 2015.
- [5] Ладога / Ред. *В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев.* СПб.: Нестор-История, 2013. 468 с.
- [6] Металлогения Карелии. Ред. *С.И. Рыбаков, А.И. Голубев.* Петрозаводск, 1999. 350 с.
- [7] *Рудник В.А., Мельников Е.К., Мусийчук Ю.И.* Геологический фактор: состояние и здоровье человека // Минерал № 1. 1998. С. 41-55.
- [8] *Petukhov S.I., Anokhin V.M., Mel'nikov M.E. & Vdovin V.G.* Geodynamic Features of the Northwestern Part of the Magellan Seamounts, Pacific Ocean. Journal of Geography and Geology; Vol. 7, No. 1; 2015. Published by Canadian Center of Science and Education. P. 35-45.

S u m m a r y. The data of a digital bottom topography model of Lake Ladoga were used for morphotectonic modeling of this region. A number of morphotectonic schemes have been obtained that make it possible to judge the features of the tectonic structure of the crust in the region of Lake Ladoga. According to preliminary modeling results, the block structure of the region was revealed in which the blocks are rectangular in shape and are elongated in the WNW direction. The results of morphotectonic modeling can be used to build a new tectonic map.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МОРФОЛОГИИ ОЗЕР ШОКШИНСКОЙ ГРЯДЫ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИОНЕЖЬЕ)

М.С. Потахин

*Институт водных проблем Севера, ФИЦ «КарНЦ РАН», г. Петрозаводск,
mpotakhin@mail.ru*

NEW DATA ON LAKES MORPHOLOGY OF SHOKSHINSKY RIDGE (THE SOUTHWEST PRIONEZHE)

M.S. Potakhin

Northern Water Problems Institute, FRC «KRC of the RAS», Petrozavodsk

Аннотация. В рамках изучения развития Онежского озера в позднеледниковье и голоцене проводятся исследования малых реликтовых озер Прионежья. В работе представлена морфологическая характеристика ранее неизученных водоемов Шокшинской гряды (юго-западное Прионежье). В ходе экспедиционных работ выполнены съемки глубин озер, построены батиметрические схемы, определены морфометрические характеристики и показатели. Полученные материалы будут использованы для последующих лимнологических исследований, в том числе для изучения донных отложений озер.

Ключевые слова: реликтовые озера, батиметрия, донные отложения, Онежское озеро.

Введение

Морфология озер – смежное направление, зародившееся на стыке лимнологии и геоморфологии. Изучение строения котловин является первым шагом к исследованию водоемов, и выступает основой всех последующих научно-инженерных изысканий. Особенности котловин во многом определяют функционирование водных экосистем, т.к. сказываются на интенсивности водообмена, на термическом режиме, гидрохимических и гидробиологических процессах. Закономерности строения котловин находят выражение через морфометрические характеристики (площадь, длина, ширина, средняя и максимальная глубина и др.). В свою очередь они служат основой для вычисления различных показателей: удлиненности, развития береговой линии, формы и т.д. При помощи этих величин определяется горизонтальная и вертикальная расчлененность озер, от которой зависит степень воздействия метеорологических факторов на водную поверхность и перераспределение основных лимнологических характеристик. Морфометрические показатели используются не только при индивидуальной характеристике озер, они имеют огромное значение при их сравнительном изучении, т.к. позволяют оценить принадлежность водоема к тому или иному типу.

Регион исследований, объекты и методы

Шокшинская гряда (высота около 200 м БС) находится в юго-западном Прионежье и представляет собой ряд отдельных куполообразных возвышенностей, спускающихся уступами в сторону Онежского озера [2]. На западе гряда замыкается комплексом холмистых и грядовых ледниковых и водноледниковых краевых образований лужской стадии. В рамках изучения развития Онежского озера в позднеледниковье и голоцене, проводятся исследования донных отложений малых реликтовых озер Прионежья [4, 14]. Результаты работ обобщаются в базе данных PaleoOnego [11] и используются для выполнения ре-

конструкций развития водоема. Так проведенные ГИС-реконструкции [12, 15] подтвердили существование в позднеледниковье в районе Ивинской низменности крупного залива приледникового водоема (рис. А). С северо-востока залив отделялся от основного плеса Шокшинской грядой, представлявшей в тот период островное образование. На юге гряда омывалась широким проливом, приуроченным к долине р. Свирь, а на северо-западе – двумя узкими проливами (рис. А).

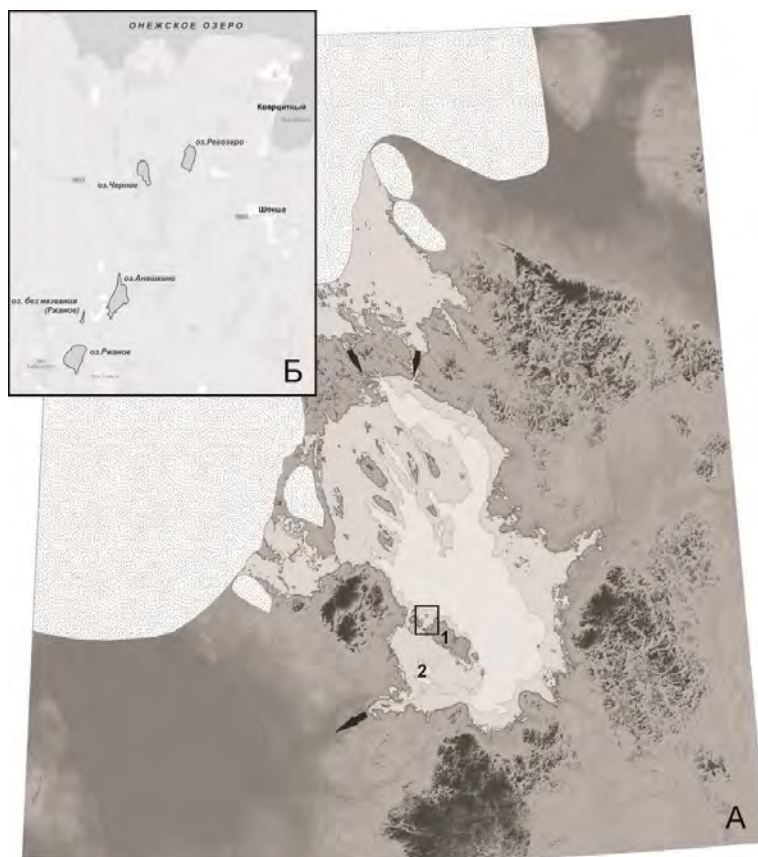


Рис. Реконструкция максимальной стадии развития Онежского приледникового озера (13.3 тыс. л.н.) [12] (А). Район исследования современных малых озер (Б). 1 – Шокшинская гряда, 2 – Ивинский разлив.

Следует отметить, что район Шокшинской гряды отличается небольшим количеством водоемов и низкой озерностью. Здесь преимущественно развиты вторичные и остаточные (реликтовые) озера, залегающие в узких вытянутых понижениях рельефа [7]. В северной части гряды один из проливов приледникового водоема в настоящее время трассируется системой малых водоемов — оз. Регозеро, Черное, Анашкино, Ржаное, без названия (Ржаное) (рис. Б). В 2017-2019 гг. проведены экспедиционные работы, включающие батиметрические съемки водоемов, а также геофизические исследования и разведочное бурение донных отложений оз. Анашкино [9]. В данной работе представлены результаты морфологических исследований котловин озер, предшествующие буровым работам. Съемка глубин водоемов проводилась с помощью картплоттера Garmin, расчет объемов водной массы озер и определение основных морфометрических характеристик выполнялись в соответствии с общепринятыми методиками [3, 5 и др.]

Результаты и обсуждение

В гидрографическом плане изучаемые водоемы принадлежат к бассейну Балтийского моря: оз. Ржаное и без названия (Ржаное) – к частному водосбору р. Свирь, без бассейна Онежского озера; оз. Черное, Регозеро и Анашкино – к водосбору Онежского озера от истока р. Свирь до истока р. Шуя [8]. Водоемы располагаются на абсолютных высотах от 73 до 84 м БС, площадь изменяется в пределах от 0,038 до 0,762 км² (табл.), согласно размерной классификации [6] они относятся к очень малым озерам и озерам.

В орографическом плане, как было отмечено выше, озера располагаются в пределах Шокшинской гряды. На геоморфологической карте в «Атласе Карельской АССР» [1] в северо-восточной части района (оз. Черное и Регозеро) обозначен денудационно-тектонический рельеф (грядово-холмистый, грядовый рельеф с проявлением интенсивных нарушений на докембрийских кристаллических породах), в юго-западной части района (оз. Анашкино, Ржаное, без названия) – ледниково-аккумулятивный рельеф (холмисто-грядовые, волнистые равнины основной морены). На карте четвертичных отложений в том же атласе в северо-восточной части отмечены озерно-ледниковые отложения (ленточные глины, суглинки и пески), в юго-западной части – ледниковые отложения (валунные пески и супеси, реже суглинки и глины).

Оз. Регозеро, расположено в северной части изучаемого района (рис. Б). Водоем по форме близкой к овальной, ориентирован в меридиональном направлении. Котловина не выражена, берега низкие, заболоченные. Северный берег со сплавиной, на восточном берегу отмечен выход пласта коренных пород (кварцито-песчаник). Рельеф дна сложный, с отдельными понижениями и грядами. Максимальная глубина (2,9 м) в северной части озера, средняя глубина – 1,1 м (табл.). На юго-западе из озера вытекает ручей, соединяющий его с р. Шокша и Онежским оз.

Оз. Черное, расположено также в северной части района (рис. Б). Водоем овально-вытянутой формы, ориентирован в субмеридиональном направлении. Котловина не выражена, берега низкие, заболоченные, со сплавиной. Рельеф дна простой, глубины не превышают 2 м. Водоем без видимого поверхностного стока, с севера в него впадает ручей без названия.

Оз. Анашкин, расположено в южной части изучаемого района (рис. Б). Водоем овально-лопастной формы, вытянут в меридиональном направлении. Котловина слабо выражена, берега преимущественно низкие, заболоченные, за исключением западного берега, к которому примыкает гряда высотой до 20 м, образованная выходом коренных пород, со следами сейсмодислокаций. Рельеф дна сложный, максимальная глубина (9,7 м) отмечена в западной части озера, средняя глубина – 3,6 м (табл.). Из озера вытекает р. Горная, соединяющая его с р. Шокша и Онежским оз.

Оз. Ржаное, расположено в южной части района (рис. Б). Водоем овальной формы, ориентирован в субмеридиональном направлении. Котловина блюдцеобразная, берега низкие, заболоченные. Рельеф дна простой, средняя глубина 2,0 м, максимальная – до 3,0 м (табл.). В северной части в озеро впада-

ет ручей без названия, в южной части – вытекает ручей Ржаной, соединяющий его с Ивинским разливом р. Свирь.

Таблица

Основные морфометрические характеристики изученных озер

Характеристика		Регозеро	Анашкино	Ржаное	без названия (Ржаное)	Черное
Географические координаты	широта, ес.ш	61,480	61,426	61,402	61,418	61,474
	долгота, ев.д.	34,978	34,920	34,885	34,892	34,941
Высота над уровнем моря, м БС		84	73	73	77	74
Площадь зеркала озера, км ²		0,429	0,762	0,711	0,038	0,371
Длина береговой линии, км		3,06	5,44	3,69	1,28	2,86
Длина озера, км		1,18	2,02	1,26	0,53	1,13
Ширина, км	наибольшая	0,48	0,77	0,79	0,18	0,50
	средняя	0,36	0,38	0,56	0,07	0,33
Глубина, м	наибольшая	2,9	9,7	3,0	3,3	—
	средняя	1,1	3,6	2,0	2,1	—
Объем озера, млн. м ³		0,477	2,77	1,42	0,077	—

Оз. без названия (Ржаное). Расположено также в южной части района (рис. Б). Водоем вытянутой формы, ориентирован в меридиональном направлении. Котловина не выражена, берега низкие, заболоченные. На северо-западе к озеру примыкает гряда высотой около 10 м, образованная выходом коренных пород, со следами сейсмодислокаций. Рельеф дна простой, средняя глубина 2,1 м, максимальная – до 3,3 м (табл.). Из озера вытекает ручей без названия, соединяющий его с оз. Ржаное.

Заключение

В статье представлены результаты экспедиционных исследований ранее неизученных озер Шокшинской гряды (юго-западное Прионежье), в ходе которых были проведены батиметрические съемки четырех малых водоемов. На основании выполненных промеров рассчитаны объемы водных масс, характерные глубины, а также другие морфометрические характеристики и показатели озер. Полученная информация пополнила базу данных по озерам Карелии [13], будет использована при верификации методики расчета глубин неизученных водоемов [10], а также при проведении последующих исследований, в том числе при изучении донных отложений.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (18-45-100002 р_а) и в рамках тем госзадания ИВПС КарНЦ РАН

Литература

[1] Атлас Карельской АССР. М.: ГУГК, 1989. 40 с.

- [2] *Биске Г.С.* Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск, 1959. 307 с.
- [3] *Горшков И.Ф.* Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 431 с.
- [4] *Гурбич В.А., Потахин М.С., Субетто Д.А.* Стратиграфия донных отложений реликтовых водоемов Онежского озера (на примере оз. Полевское) // Астраханский вестник экологического образования. 2017. №3(41). С. 4-13.
- [5] *Догановский А.М., Субетто Д.А., Шелухина О.А., Кошелева Е.А.* Сборник практических работ по гидрологии. Петрозаводск, 2017. 71 с.
- [6] *Иванов П.В.* Классификация озер мира по величине и по их средней глубине // Бюллетень ЛГУ. Л., 1948. № 20. С. 29-36.
- [7] *Молчанов И.В.* Онежское озеро. Л., 1946. 208 с.
- [8] *Озера Карелии / Под. ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева.* Петрозаводск, 2013. 464 с.
- [9] *Потахин М.С., Рязанцев П.А., Гурбич В.А., Родионов А.И., Субетто Д.А.* Изучение озерных отложений юго-западного Прионежья // Геоэкологические проблемы и устойчивое развитие Балтийского региона: материалы научно-практической конференции. Великий Новгород, 2017. С. 55-61.
- [10] *Сало Ю.А., Потахин М.С., Толстиков А.В.* Расчет средней глубины озер Карелии при отсутствии батиметрических данных // Известия Русского географического общества. 2010. Т. 142. Вып. 3. С. 43-47.
- [11] *Субетто Д.А., Потахин М.С., Шелехова Т.С., Гурбич В.А.* Палеогеография Онежского озера и его водосбора «PaleoOnego». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017620010. 2017.
- [12] *Субетто Д.А., Потахин М.С., Зобков М.Б., Тарасов А.Ю., Шелехова Т.С., Гурбич В.А.* Развитие Онежского озера в послеледниковье по результатам ГИС-моделирования // Геоморфология. 2019. № 3. С. 83-90.
- [13] *Филатов Н.Н., Кухарев В.И., Потахин М.С.* База данных «Озера Карелии». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2011620137. 2011.
- [14] *Hang T., Gurbich V., Subetto D., Strakhovenko V., Potakhin M., Belkina N., Zobkov M.* A local clay-varve chronology of Onega Ice Lake, NW Russia // Quaternary International. 2019. Vol. 524. P. 13-23.
- [15] *Zobkov M., Potakhin M., Subetto D., Tarasov A.* Reconstructing Lake Onego evolution during and after the Late Weichselian glaciation with special reference to water volume and area estimations // Journal of Paleolimnology. 2019. 62(1). P. 53-71.

S u m m a r y. The study of small relict lakes of the Onego region (Prionezhe) is carried out as part of the study of the development of Lake Onego in the Late Glacial and Holocene. The morphological features of some unexplored small lakes of Shokshinsky Ridge (Southwest Prionezhe) are presented. Bathymetric surveys of lakes were carried out. The water volume, depths and others morphometrical characteristics of the lakes were estimated. Observed data will be used for subsequent limnological studies, including the study of bottom sediments of lakes.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА ТЕХНОПРОЦЕССНОЙ ГЕОГРАФИИ

Л.Л. Розанов

Московский государственный областной университет, rozanovleonid@mail.ru

CONCEPTUAL BASIS OF TECHNOPROCESS GEOGRAPHY

L.L. Rozanov

Moscow State Regional University, Moscow

Аннотация. Введенное автором в 2003 г. в науку концептуальное понятие «геотехнопространство» отражает реальный объект деятельности человечества от освоения недр до пилотируемой космонавтики. В условиях техногенной цивилизации с позиций жизнедеятельности человека актуализируются упреждающие знания о геотехнопространственной процессности – изменениях природно-техногенной целостности в пространственно-временной конкретности под воздействием природных и техногенных факторов. Определены объект и предмет технопроцессной географии.

Ключевые слова: геотехнопространство, геотехнопространственная процессность, геотехногенные процессы, геотехноплагенные процессы. технопроцессная география.

Введение

Географическая наука интегрирует естественные, общественные и технические элементы знания. География, находясь в постоянном развитии, рассматривает разнообразные прямые и обратные связи между естественными (природными) и искусственными (техногенными) объектами, процессами во времени и пространстве. Становление технопроцессной географии вызвано актуальностью упреждающих знаний о геотехнопространственной процессности и необходимостью обеспечения геотехнопространственной информацией людей (социума) в условиях техногенной цивилизации.

Объекты и методы

Среди идей, порождающих географическое знание, определяющее значение имеют концептуальные понятия о «геотехнопространстве» и «геотехнопространственной процессности» [3, 4]. «Геотехнопространство» означает объемное природно-техногенное, пространственно-временное целостное материальное образование, представленное веществом в твердом, жидком, газообразном, плазменном состояниях, находящееся под воздействием природных и техногенных факторов. Идея геотехнопространственной процессности (геотехнопроцессности) – изменения геотехнопространства (природно-техногенной целостности) методологически базируется на «процессоведческой установке – концентрации в исследовании внимания на процессах, объединяющих разнородные элементы земной реальности в единое целое» [2, с. 270]. Истоки этой установки восходят к представлениям А.А. Григорьева 20-50 годов XX века о физико-географическом процессе. Сформулированные А.А. Григорьевым [1] положения о механизмах взаимосвязи между компонентами географических систем, процессной изменчивости земной реальности заложили основы процессоведческой школы Института географии РАН. Научно и практически значим геотехнопроцессный аспект введенного А.Е.Ферсманом термина «техногенез», под

которым понимаются: «промышленная деятельность человека» [8, с. 255]; «образования, связанные с хозяйственной деятельностью человека» [9, с. 127]; «процессы промышленности и хозяйства» [9, с. 133]; «совокупность химических и технических процессов, производимых деятельностью человека и приводящих к перераспределению химических масс земной коры» [9, с. 296]; «результаты геохимической деятельности человека» [10, с. 422].

Последовательность геотехнопространственных событий целесообразно объяснять генетически, т.е. путем указания на происхождение; эволюционно, истолковывая некоторое событие с помощью предшествующих ему событий; генетически и эволюционно, раскрывая происхождение и последующее развитие явлений; с позиций времени, т.е. изучая проявление, функционирование и развитие событий в географическом технопространстве в определенные срезы времени. В исследовании геотехнопространства как объекта технопроцессной географии методологически базовое значение имеет процессоведческий подход [7]. Геотехнопространство – это открытая развивающаяся система, в которую включена деятельность человека. Новизна проведенного исследования в условиях распространяющейся и углубляющейся материальной деятельности человечества заключается в методологически конструктивном разграничении на различных иерархических уровнях природных, геотехногенных и промежуточных (переходных) между ними геотехноплагенных (от лат. *plaga* – толчок) процессов в динамически меняющемся геотехнопространстве. Продуцированные за счет природных сил, но возникшие вследствие геотехногенного мероприятия-действия (происходящего или состоявшегося производственного, военного, иного воздействия на действительность) предложено именовать «геотехноплагенными процессами» [5].

Обсуждение результатов

Геотехнопространственная процессность – сопряженность изменений природно-техногенной целостности в пространственно-временной конкретности под воздействием природных, геотехногенных и геотехноплагенных факторов. Идея геотехнопространственной процессности является ключом к строгому процессному объяснению действительности. Она выполняет синтезирующую функцию, объединяет геотехнопространственное знание в единую систему, является слагаемым логической структуры технопроцессной географии. Научная идея геотехнопространственной процессности играет роль метода в объяснении реалии в материальной системе «человек – природа – техника» на различных уровнях от локального до глобального. Типологически геотехнопространственная процессность в «территориально-человеческом измерении» может быть геотехноатмогенной, геотехногидрогенной, геотехноморфогенной, геотехнобиопочвенной, геотехнолитосферной, геотехнофизической, геотехнохимической, геотехносоциальной в земной реальности [6].

Становление технопроцессной географии отвечает междисциплинарным исследованиям окружающей человека действительности, открывает перспективы в общественной практике. На современном уровне знаний под технопроцессной географией понимается междисциплинарное научное направление,

изучающее в пространственно-временной конкретности выраженность (проявления) изменений, неприятных сдвигов, отклонений в геотехнопространстве (природно-техногенном целом) с позиций жизнедеятельности человека (населения). Основная задача технопроцессной географии заключается в познании механизмов организации и эволюции геотехнопространственных систем, их способности к саморазвитию.

Развитие технопроцессной географии есть переход от одних проблем к другим. Технопроцессная география исследует пространственно-временную конкретность геотехнопространства, воздействующую на жизнедеятельность человека. Распознавание воздействия геотехнопространства на человека – злободневная задача в условиях техногенной цивилизации. Ее решение базируется на знаниях о природной, геотехноплагенной, геотехногенной процессности. В ходе научного объяснения геотехнопространственных процессов и явлений возникает теория как система руководящих принципов.

Перспективы технопроцессной географии лежат в плоскости изучения преобразований геотехнопространства на основе научных знаний о фундаментальных принципах человеческих отношений к природе, обществу и духовной жизни. Проблематика геотехнопроцессности как реалии жизнедеятельности человека подчеркивает необходимость и своевременность разработки учения о геотехнопространственной процессности. Поддержание сбалансированного качества геотехнопространства как жизнеобуславливающей целостной материальной системы, обеспечивающей геотехнопространственную безопасность – актуальная научно-практическая задача технопроцессной географии. Методологические основания технопроцессной географии способствуют построению непротиворечивой целостной системы знания о взаимодействии человека с геотехнопространством. Учение о геотехнопространственной процессности – это теоретическая основа разработки локально-региональных программ и практической деятельности по сохранению приемлемого для жизнедеятельности человека качества окружающей человека действительности.

В свете вызовов техногенной цивилизации технопроцессной географии с позиций учения о геотехнопространственной процессности надлежит играть роль основы и фактора формирования мировоззрения, миропонимания, мировосприятия, соответствующего современному уровню знаний, а также деятельных геотехнопространственных компетенций. Углубляющаяся глобализация, удаленная от повседневного мира простых людей, заставляет задуматься о перспективах не развития, а выживания человечества на Земле. Важная функция упреждающего знания о геотехнопроцессности – определение способности геотехнопространства обеспечивать приемлемое для жизнедеятельности человека его качество при ограниченности природных ресурсов.

Технопроцессная география – не заменитель комплекса географических наук и не синоним для обозначения их совокупности. Технопроцессная география – одна из потенциальных дисциплин, изучающих взаимосвязи и взаимодействия человека (населения) с его внешним окружением – геотехнопространством на локальном, региональном, глобальном уровнях. *Объект технопро-*

цессной географии – целостное и относительно самостоятельное материальное (вещественное) геотехнопространство в пространственно-временной конкретности. *Предмет исследования технопроцессной географии* – геотехноатмогенный, геотехногидрогенный, геотехноморфогенный, геотехнобиопочвенный, геотехнолитосферный, геотехнофизический, геотехнохимический, геотехносоциальный типы геотехнопространственной процессности в земной реальности, проявляющиеся в изменениях геотехнопространства как окружающей людей действительности, имеющей значение для их жизнедеятельности. Технопроцессная география рассматривает природные, геотехногенные, геотехноплагенные потоки вещества, энергии, информации как выражение геотехнопространственных связей в геотехнопространстве (природно-техногенном целом). Содержательная сущность технопроцессной географии структурно-предметная и функционально-процессная.

Выводы

Изучение реалий геотехнопространственной процессности будет актуализироваться в сфере обеспечения геотехнопространственной безопасности населения России в условиях деградации окружающей действительности, развития экстремальных ситуаций, проявляющихся в повторяемости, продолжительности, интенсивности опасных погодно-климатических аномалий, негативно влияющих на здоровье и хозяйственную деятельность людей. При этом аналогично природным экстремальные погодно-метеорологические явления (ураганы, наводнения, засухи, сильная жара и др.) могут создаваться воздействием метеорологического (климатического) оружия, что геоэкологически и практически принципиально. Проблематика геотехнопространственной процессности как действительности жизнедеятельности человека высвечивает научное значение учения о геотехнопространственной процессности – совокупности знаний о проявленности (выраженности) человеческой деятельности (урбанизировано-производственной, гидротехнической, инженерно-защитной и, подчеркнем, военной) в земной реальности. Современная техногенная цивилизация вызывает необходимость становления упреждающего знания, сопряженного с миром человеческих потребностей. Этому отвечает технопроцессная география, построенная на принципах жизнестойкости и опережающего понимания изменений окружающей человека природно-техногенной действительности на различных иерархических уровнях. В условиях ее деградации и динамики, определяемых со второго десятилетия XXI века сопряжением, наложением, сочетанием 11-летнего, 66-летнего и квазидвухвекового циклов солнечной активности (образования пятен, факелов, вспышек, радиоизлучения, корпускулярных потоков, более сильных, чем фоновый солнечный ветер и др.) актуализируется проблематика упреждающих знаний о геотехнопространственной процессности. Концепция геотехнопространственной процессности является методологической основой технопроцессной географии – междисциплинарной научной и учебной дисциплины.

Литература

- [1] Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды. Избранные теоретические работы. М.: Мысль, 1966. 383 с.
- [2] Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Максимова Л.В. География в меняющемся мире. Век XX. Побуждение к размышлению. М.: Изд. ИГ РАН, 1997. 274 с.
- [3] Розанов Л.Л. Геотехнопространство – концептуальное понятие общей географии // Изв. РАН. Сер. геогр. 2003. № 3. С. 96-103.
- [4] Розанов Л.Л. Учение о геотехнопространстве: методологический аспект // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность: материалы III Международной научно-практической конференции, г. Волгоград, 17-20 мая 2016 г. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2016. С. 41-47.
- [5] Розанов Л.Л. Общая география. Геотехнопространство: Строение. Процессы. Динамика. Управление. Учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2018. 272 с.
- [6] Розанов Л.Л. Типология геотехнопространственной процессности // Антропогенная трансформация геопространства: природа, хозяйство, общество [Текст]: материалы V Международной научно-практической конференции, г. Волгоград, 1-4 октября 2019 г. / редкол.: Е.А. Иванцова (отв. ред.) [и др.]; ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»; ФГБНУ «Федеральный научный центр Агроэкологии РАН»; ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН». Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2019. С. 101-106.
- [7] Розанов Л.Л. Геотехнопространственная процессность: методологический аспект // Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского научного конгресса (г. Москва, 7 февраля 2020 г.). М.: Издательство Инфинити, 2020. С. 72- 83.
- [8] Ферсман А.Е. Геохимия. Л.: Госхимтехиздат, 1933. Том I. 328 с.
- [9] Ферсман А.Е. Геохимия. Л.: ОНТИ-ХИМТЕОРЕТ, 1934. Том II. 354 с.
- [10] Ферсман А.Е. Геохимия. Л.: ОНТИ-ХИМТЕОРЕТ, 1937. Том III. 503 с.

S u m m a r y. The concept of «geotechnical space» reflects the real object of human activity from the development of the subsoil to manned space. From the point of view of human activity, proactive knowledge about geotechnospacial processability – changes in natural-technogenic integrity in spatial-temporal concreteness is updated. The object and subject of research of technoprocess geography a scientific and educational discipline are defined.

О НЕКОТОРЫХ НЕТОЧНОСТЯХ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ УРАВНЕНИЙ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРИ ОЦЕНКЕ ГЕНЕРАЦИИ ФЛЮИДОВ

С.В. Рябинкин

ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, ryabinkin@geo.komisc.ru

ABOUT SOME INACCURACIES WHEN DRAWING UP THE EQUATIONS OF THE MATERIAL BALANCE IN THE EVALUATION OF THE GENERATION OF FLUIDS

S.V. Ryabinkin

IG FIC Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Аннотация. В статье доказана целесообразность замены среднего арифметического на среднее геометрическое при оценке убыли органического вещества углей.

Ключевые слова: уравнение материального баланса, углефикация, среднее арифметическое, среднее геометрическое.

Введение

При решении уравнений материального баланса при катагенезе органического вещества углей (ОВУ) для нахождения количества образующихся флюидов традиционно применяются средние арифметические значения убыли ОВУ. В разное время были сделаны попытки поискать более подходящие формулы и улучшить результаты подсчета генерированных флюидов [1, 5, 6, 13], но в этих оценках никогда не затрагивался именно геометрический вариант решений.

Для того, чтобы проиллюстрировать ход углефикации ОВУ от длинно-пламенных углей к графиту, построим диаграмму Кревелена [2] по данным В.А. Успенского [14, 15]. На этой диаграмме отображен ход углефикации, при этом расчетные значения не зависят от конкретного угольного бассейна, а являются общепланетарными (рисунок).

Методы и результаты исследований

Расчеты проводились по измененным формулам [8], где: при нулевой генерации воды: $H - C/3 + O \cdot 3/8/3$; при нулевой генерации углекислого газа: $O/8 - H + C/3$; при нулевой генерации метана: $C - O \cdot 3/C + 3 \cdot H$. В случае, когда рассматриваются парафины, эти выражения приобретают иной вид. При нулевой генерации воды: $H - C/6 + O \cdot 3/8/6$; при нулевой генерации углекислого газа: $O/8 - H + C/6$; при нулевой генерации парафинов: $C - O \cdot 3/C + 3 \cdot H$. Заметим, что при нулевой генерации парафинов (или метана) выражение будет одно и то же. При этом коэффициент Лейфмана–Вассоевича [4] отражает (никем не отмеченную!) смену преимущественно углекислотный ряд на метановый.

Сначала оценим убыль ОВУ при катагенезе по среднему арифметическому (для метана): от стадии 1 до 2 – 0.97238338914432; от стадии 2 до 3 – 0.953560903753; от стадии 3 до 4 – 0.93011011968348; от стадии 4 до 5 – 0.8974233311896; от стадии 5 до 6 – 0.81312706273519 и от 6 стадии до графита – 0.73067597857384.

При расчете по среднему геометрическому (для метана) эти же оценки приобретают несколько иной характер – от стадии 1 до 2 – 0.98065983871426; от стадии 2 до 3 – 0.96700410791871; от стадии 3 до 4 – 0.95201888601315; от стадии 4 до 5 – 0.93478942798706; от стадии 5 до 6 – 0.89818470190783 и от стадии 6 до графита – **0.85541234218139**. Если взять только крайние члены расчетов 1 до графита (проигнорировав промежуточные стадии), то получим: по среднему арифметическому – 0.8689875, а по среднему геометрическому – **0.85541234218139**.

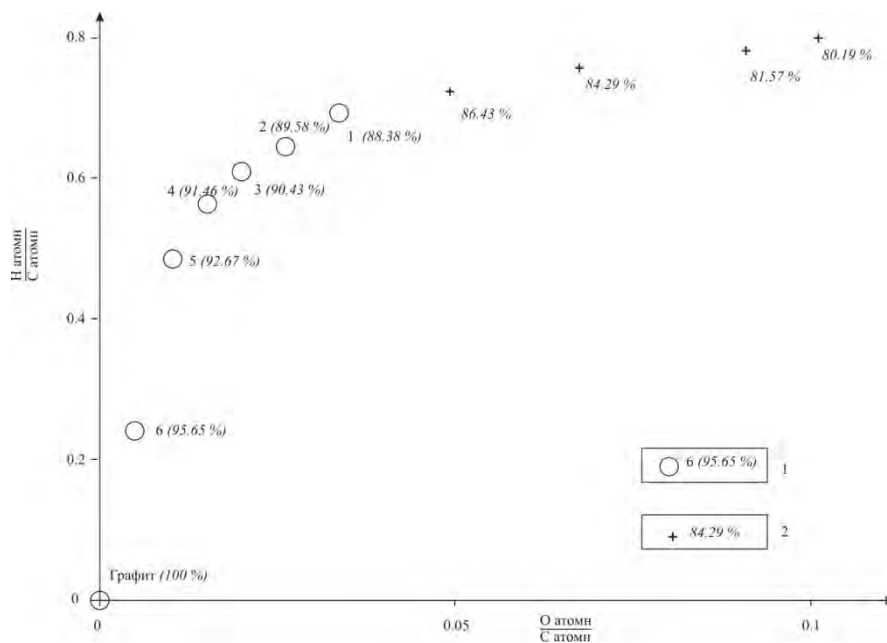


Рис. Диаграмма В. Кревелена по изменению элементарного состава гумусовых каменных углей при прохождении стадий катагенеза [15].

Примечание: курсивом показаны содержания углерода (в весовых процентах) из работы [15]. Условные обозначения: 1-2 расчет значений: 1-убыли воды и CO₂; 2-убыли воды и CH₄.

Оказывается, что по среднему арифметическому наблюдается закономерное возрастание оценки убыли (с возрастанием количества промежуточных градаций катагенеза ОВУ), а по среднему геометрическому она НЕ ЗАВИСИТ от количества стадий [9, 10].

То же самое имеет место и при замене расчета убыли ОВУ метана на парафины. Так при переходе (по среднему арифметическому) от стадии 1 к стадии 2 = 0.95435367783527, от стадии 2 к 3 = 0.92439742091263, от стадии 3 к 4 = 0.88617975094487, от стадии 4 к 5 = 0.83071285439058, от стадии 5 к 6 = 0.69470527901736, и, наконец, завершает процесс углефикации расчет от стадии 6 к графиту = 0.58485934868074. При игнорировании промежуточных стадий (когда берется только начальная и конечная стадии катагенеза ОВУ) получим значение = 0.58520625. Как видно из расчетов, чем более детально рассматривается процесс, тем более точным получается выражение. А при замене среднего арифметического на среднее геометрическое, получается очень интересный факт, выражающийся в независимости оценки убыли ОВУ от числа промежуточных стадий.

При расчете убыли ОВУ по парафинам из начальной стадии 1 в стадию 2 = 0.954311144, из стадии 2 в 3 = 0.924332215, из стадии 3 в 4 = 0.885102644, из стадии 4 в 5 = 0.830627872, из стадии 5 в 6 = 0.694622294 и, наконец, из стадии 6 в заключительную (графитовую) стадию = **0.584784304**. Это тоже выражение получается, когда будут проигнорированы все промежуточные градации катагенеза значение будет = **0.584784304**.

Во всех вышеизложенных расчетах были применены формулы из [8], но только с небольшими изменениями. В них проигнорированы содержания серы и азота. Это сделано намерено, потому что вслед за [7, с. 5-6,] «...учет азота и серы в силу разнородности материалов вносил иногда погрешности в расчеты...», тем более что на диаграммах Кревелена ни сера, ни азот никак не задействованы (см. рисунок).

Выводы

Важно отметить тот факт, что «соединение представлений В.А. Соколова с теорией перманентности процессов регионального метаморфизма углей позволяет создать стройную картину превращения органического вещества углей в земной коре. Метаморфизацию органического вещества и образование углеводородных флюидов следует рассматривать как две стороны единого процесса» [3, с. 118].

Таким образом, доказана целесообразность замены среднего арифметического на среднее геометрическое при оценке убыли ОВУ.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы ГР №АААА–А17–117121270036–6 «Геология, условия формирования и нефтегазоносность осадочных комплексов северо–востока Европейской части России, органическая геохимия нефтей и доманикитов».

Литература

- [1] *Иевлев А.А.* Новый вариант балансовых расчетов выхода углеводородов при катагенезе органического вещества // Геохимические критерии оценки масштабов нефтегазоаккумуляции и прогноза качества углеводородных флюидов в зонах аккумуляции / Под ред. Е.С. Ларской. М.: 1984. – С.16-29.
- [2] *Кревелен Ван Д., Шуер Ж.* Наука об угле. М.: Госгортехиздат, 1960. 303 с.
- [3] *Левинштейн М.Л.* Основные проблемы регионального метаморфизма углей // Геология угольных месторождений. Т 1. – М.: Наука, 1969.
- [4] *Лейфман И.Е.* Графостатистический анализ мацералов углей по атомным соотношениям водорода // Химия твердого топлива. – 1988. №4. С. 9-18.
- [5] *Лифшиц М.М.* К вопросу образования метана в угольных пластах и роли воды в процессе угофикации // Химия твердого топлива. – 1973. № 2. С. 24-32.
- [6] *Панов Н.И.* Характеристика процессов преобразования материнского вещества в современных горючих ископаемых и связь этих характеристик с основными свойствами горючих ископаемых // Генезис твердых горючих ископаемых. Отв. Ред. Караваев Н.М., Титов Н.Г. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. 359 с.

- [7] Радченко О.А., Rogozina E.A. О соотношениях в изменении функциональных групп и летучих продуктов углефикации // Химия твердого топлива. – № 3. С. 3-14.
- [8] Rogozina E.A. О балансовой стороне процесса углефикации рассеянного органического вещества пород // Геохимический сборник № 10. Тр. Всесоюз. Нефт. Научно-иссл геологоразв. Ин-ста. В. 279. С. 159-163.
- [10] Рябинкин С.В. Оценка возможных масштабов генерации метана углями // Воркутский угленосный геолого-промышленный район: структура запасов и направления комплексного освоения. Отв. Ред. Дедеев В.А., Степанов Ю.В. – Сыктывкар, 1994. С. 174-180.
- [12] Топливо-энергетическая база Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1991. – 304 с.
- [13] Сергеева Г.И. Интенсивность генерации газовых УВ по балансовому методу при неполной системе балансовых уравнений / Актуальные вопросы геохимии нефти и газа. – Л.: 1984. С. 45-49.
- [14] Успенский А.В. Опыт материального баланса процессов, происходящих при метаморфизме угольных пластов // Известия АН СССР. Серия геологическая. – 1954. № 6. – С. 94-100.
- [15] Успенский А.В. Введение в геохимию нефти. – Л.: Недра, 1970. – 312 с.

S u m m a r y. To find the fluids formed during the catagenesis of the organic matter of coals, a new variant of solving the equations of material balance is proposed: replacing the arithmetic mean with the geometric mean. When calculating the geometric mean, it is independent of the number of steps! He will approach the limit, never reach it.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА КЛИМАТ ЗЕМЛИ

М.В. Сериков

СПбГУ, г. Санкт-Петербург, serikovmichael@gmail.com

INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON EARTH'S CLIMATE

M.V. Serikov

Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. Статья посвящена выявлению связей солнечной активности (СА) с земным климатом. Корреляционный анализ показывает, что в период глобального потепления изменился характер соотношения между геомагнитной активностью (аа-индекс) и аномалиями приземной температуры (ΔT). Однако и в антропогенный период в отдельные годы высокой СА соотношение между геомагнитной активностью и ΔT возвращается к линии регрессии, характерной для до-антропогенной эпохи. Результат можно интерпретировать как проявление глобального потепления и ослабление естественной составляющей изменения климата.

Ключевые слова: климат Земли, солнечная и геомагнитная активность.

Введение

Солнечная активность (СА) – это совокупность явлений на Солнце, связанных с образованием солнечных пятен, возникновением вспышек, сопровождающихся увеличением ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучений. Одной из давно обсуждаемых и до сих пор нерешенных проблем

является степень влияния СА на состояние нижней атмосферы, погоду и климат. Реконструкции временных рядов приземной температуры и СА показывают, что на длительных периодах времени (>100 лет) изменение климата Земли происходит синхронно с изменением СА. Однако на более коротких промежутках времени связь СА и климата проявляется не столь однозначно. В данной работе рассмотрены различные индикаторы СА и сделаны оценки корреляционной связи между ними и аномалиями приземной температуры.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны солнечные характеристики, среднеширотный геомагнитный индекс (аа-индекс) и аномалии глобальной температуры Земли (ΔT) за период инструментальных измерений с 1880 г.

Пятнообразовательная активность Солнца

Солнечные пятна – проявление совокупности явлений в солнечной атмосфере, вызывающее изменение его электромагнитного излучения и магнитного поля. С пятнами связаны 11-летние циклы и 22-летние магнитные циклы, связанные с переменной полярности магнитного поля Солнца. Также обнаружены двухвековые циклы длительностью от 100 до 350 лет.

Рудольфом Вольфом был введен индекс СА – число солнечных пятен:

$$SSN = k \cdot (f + 10 \cdot g),$$

где g – число групп солнечных пятен; f – полное число отдельных распознаваемых пятен независимо от их размеров на видимой полусфере; k – корректирующий коэффициент, регулирующий различия в методах наблюдений и подсчета отдельных пятен и их групп.

Связь солнечной и геомагнитной активности

Два основных фактора воздействия Солнца на Землю – это солнечная радиация и так называемый солнечный ветер – поток частиц солнечной плазмы, который несет с собой солнечное магнитное поле. Встречая на своем пути препятствие в виде магнитного поля Земли, намагниченная плазма солнечного ветра замедляется и обтекает его, в результате чего в потоке солнечного ветра образуется полость, заполненная магнитным полем земного диполя – магнитосфера. Нижней границей магнитосферы является ионосфера. На высотах ионосферы солнечная УФ радиация ионизует молекулы газа, там много свободных электронов. Магнитные вариации, наблюдаемые на поверхности Земли, вызваны электрическими токами, текущими в ионосфере на высоте ~120 км.

Индекс геомагнитной активности

Регулярные вариации геомагнитного поля создаются изменениями ионосферных токов вследствие суточных и сезонных изменений освещенности (и соответственно, ионизации). Ионосферные токи усиливаются в периоды активного Солнца, вызывая дополнительные спорадические геомагнитные возмущения. Индексы геомагнитной активности – количественные меры геомагнитной возмущенности – служат показателем СА на Земле. Наиболее длинный ряд, с 1868 г., существует для аа-индекса, который рассчитывается по данным двух

магнитных станций, расположенных в противоположных полушариях в Великобритании и Австралии.

Определение корреляций между геомагнитным индексом и аномалиями приземной температуры

На графике 1 представлены среднегодовые значения SSN (четко видна 11-летняя цикличность), а на графике 2 - ряд aa-индекса. В нем также просматривается цикличность, но он более изменчив. В aa-индексе можно видеть наличие положительного тренда, который прервался резким падением после 2000-х, когда высокие солнечные циклы сменились низкими. Подобный, хотя и гораздо более слабый скачок вниз падение, можно заметить и в 1900-х.

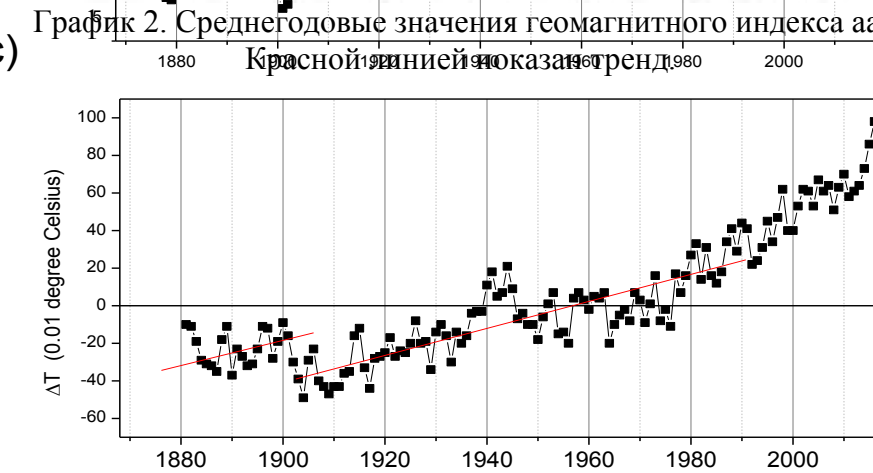
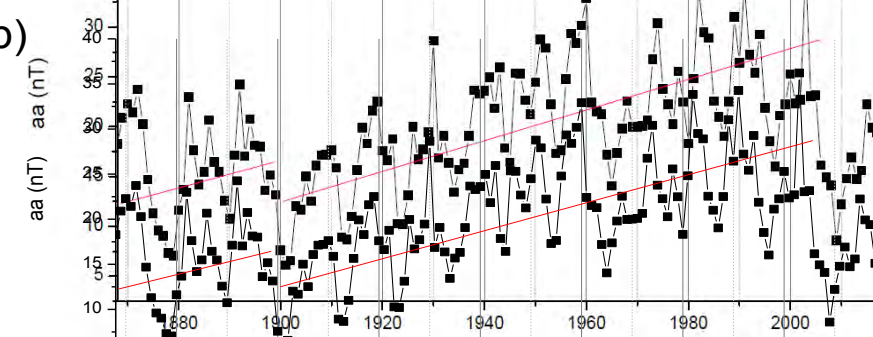
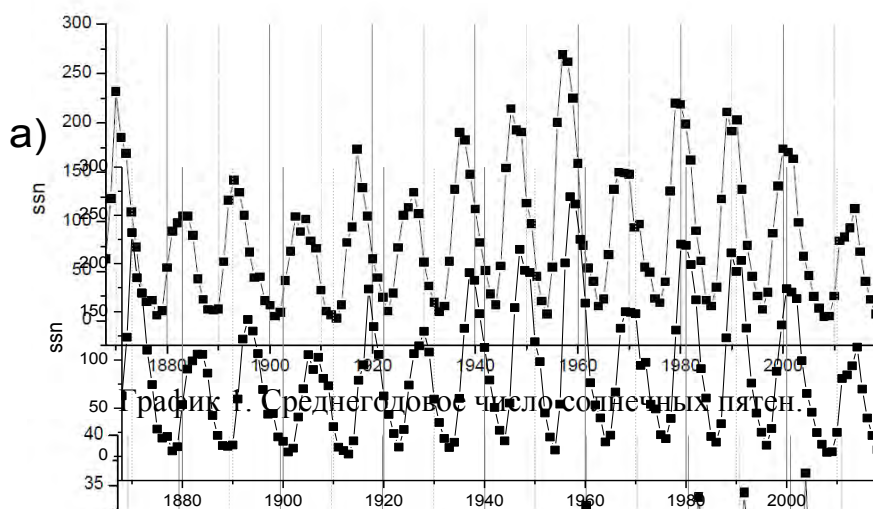


График 3. Среднегодовые значения аномалий глобальной температуры. Красной линией показан тренд.

Fig. 1

На графике 3 показан временной ряд ΔT . В этих данных так же, как и аа-индексе, наблюдаются линейные положительные тренды (до 1990-х) и небольшой скачок тренда в 1900-х. Сравнивая график аа-индекса и ΔT , можно видеть одинаковое направление тренда до 1990-х и совпадение времени скачка в 1900-х. Однако в последние годы рост температуры ускорился. В геомагнитной активности – наоборот, наблюдалось резкое падение, после которого началось восстановление, но на более низком уровне.

На графике 4 показана корреляция между аа-индексом и ΔT . Можно видеть, что группа точек распадается на две ветви с противоположным направлением линий линейной регрессии. Для большей части точек корреляция положительная (коэффициент корреляции Пирсона равен $r=0.64$), то есть при росте геомагнитной активности растёт и глобальная температура. Однако другая часть точек формирует область, где корреляция меняет знак ($r=-0.39$). Разделив точки графика по годам и выделив годы антропогенного потепления как период 1987-настоящее время (красные точки на графике 4), можно видеть, что перелом корреляции наступает в конце 80-х годов. С этого времени геомагнитная активность уменьшается, а ΔT продолжает увеличиваться.

Однако стоит отметить, что годы 1989-1991, 1994 и 2003 гг. соотношение между ΔT и аа-индексом возвращается ближе к линии регрессии, характерной для периода 1880-1986 гг. Эти годы – пики геомагнитной активности (см. график 2) из-за большого количества мощных магнитных бурь. И в эти годы соотношение между аа-индексом и ΔT возвращается к линии регрессии, характерной для до-антропогенной эпохи.

Заметим, что между числом солнечных пятен и ΔT (график не показан) корреляция отсутствует, 11-летний цикл в температуре не выделяется, разделение на две ветви не обнаруживается.

Интерпретация полученных результатов и выводы

С 1880 г. по конец 1980-х в температуре и геомагнитной активности просматриваются одинаковые тренды и положительная корреляция. В дальнейшем, при уменьшении геомагнитной активности ΔT не уменьшается, а увеличивается. Этот факт можно интерпретировать как проявление усиления антропогенного глобального потепления, которое сломало проявлявшуюся ранее связь между СА и температурой. Однако и в антропогенный период в отдельные годы особо высокой СА (1989-1991, 1994 и 2003) соотношение между геомагнитной активностью и ΔT имеет тенденцию возврата к линии регрессии, характерной для до-антропогенной эпохи. То есть в годы высокой СА она опять становится существенным фактором для роста температуры.

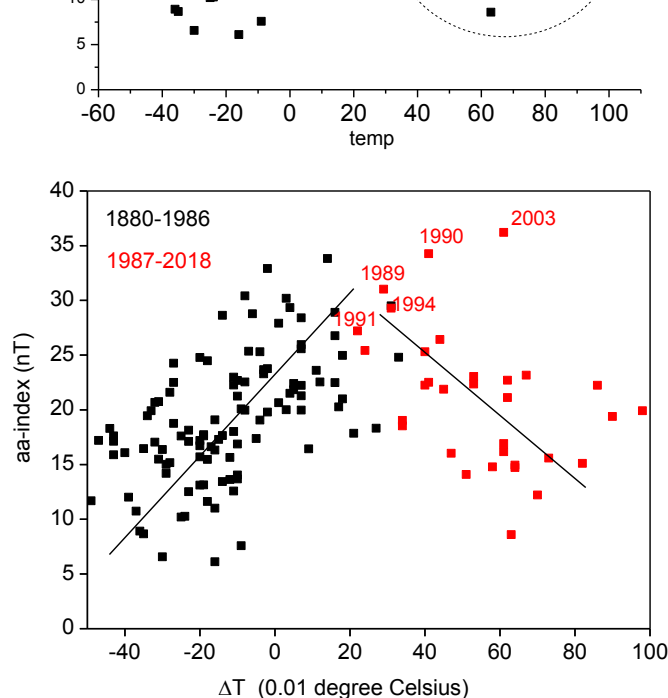


Fig. 2

График 4. Корреляция между среднегодовыми значениями ΔT и aa-индексом. Черные точки соответствуют 1880-1986 гг., а красные - 1987-2016 гг. Показаны регрессионные линии отдельно для периода 1880-1986 и 1987-2016. Годы повышенной СА 1989-1991, 1994 и 2003 обозначены цифрами.

В отличие от геомагнитной активности корреляции между числом солнечных пятен в аномалиях температуры не обнаруживается. Полученный результат говорит о том, что механизм солнечно-климатических связей следует искать скорее не с пятнообразовательной деятельности Солнца, а в том канале воздействия СА, который связан с эруптивными событиями на Солнце, возмущениями солнечного ветра, геомагнитными бурями и сопутствующими им явлениями.

Литература

[1] Earth's climate response to a changing Sun. Eds: J. Lilensten, T. Dudok de Wit, K. Matthes. COST Science Report. 2016. <http://www.cost.eu/>

Электронные источники данных:

[2] [<https://data.giss.nasa.gov/>], National Aeronautics and Space Administration, Goddard Institute for Space Studies

[3] [<http://isgi.unistra.fr/>], International Service of Geomagnetic Indices

[4] [<https://en.wikipedia.org/>]

[5] [<http://sci.esa.int/ulysses/>].

S u m m a r y. The article addresses the relationship between solar activity (SA) and the Earth's climate. The correlation analysis shows that during the period of global warming, the relationship between geomagnetic activity (aa-index) and the anomalies of the Earth's surface temperature (ΔT) changed. However, even in anthropogenic time, in the years of very high SA, the relationship between geomagnetic activity and ΔT tends to return to the line of pre-anthropogenic regression. The result can be interpreted as evidence of increased global warming and weakened natural impact.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛИСТРУКТУРНОСТИ ЛАНДШАФТА

В.В. Сысуев

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, v.v.syss@mail.ru

GEOPHYSICAL ANALYSIS OF LANDSCAPE POLYSTRUCTURES

V.V. Sysuev

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Формирование выделяемых ландшафтным анализом геоструктур описывается с помощью морфометрических параметров, описывающих перераспределение рельефом главных геофизических полей – поля силы тяжести и поля инсоляции. В результате формальный математический аппарат выделения единиц поверхности рельефа приобретает фундаментальный геофизический смысл. В этом случае логичным является понятие полиструктурности ландшафта: выбрав те или иные физически содержательные структурообразующие процессы и их параметры реализуем разные классификации ландшафтов.

Ключевые слова: структура ландшафта, геофизические поля, моделирование.

Введение

Объективное выделение единиц ландшафтного покрова является одной из фундаментальных задач физической географии, и имеет существенное значение для планирования устойчивого управления природопользованием. Широкое использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ), ГИС-технологий и методов измерений привело к накоплению огромного количества данных о состоянии земной поверхности и способствовало применению математических методов их обработки, и построению моделей ландшафтного покрова. Современная ландшафтная экология основывается на парадигме мозаики патчей – любая опубликованная за рубежом литература по ландшафтной экологии единообразна в принятии этого подхода [5, 6, 7, 9]. Популярность модели мозаики патчей обязана ее концептуальной простоте и соответствия хорошо развитым и понятным количественным методам, разработанным для дискретных данных. Однако часто более достоверными являются модели структуры ландшафтов с постепенными градиентными сопряжениями, а не с дискретными плоскими патчами. Например, в работе [7] проанализировано 264 образца ландшафтов в западной Турции с использованием 28 метрик поверхности – patch density, largest patch index, edge density, mean patch area, area-weighted mean patch area, coefficient of variation in patch area, и др., рассчитываемых в FRAGSTATS. Анализ 9 градиентных поверхностей (полей), полученных по ЦМР и изображениям Landsat ETM+, (таких как Digital elevation model- DEM, Slope, Topographic wetness - TWI, Topographic position index - TPI500, Normalized difference vegetation index - NDVI, и др.) показал, что ряд свойств ландшафтных градиентных структур не имеют аналогов в патч-мозаиках. Только градиентные модели ландшафтов пригодны для выявления понимания отношений модель - процесс [7].

В нашей работе априори приняты классические концепции отечественного ландшафтоведения: трехмерный континуальный ландшафтный покров формируется под воздействием структурообразующих процессов, имеющих геофизический и биогеофизический смысл [1, 2]. Объективная пространственная неоднородность ландшафта возникают закономерно под действие разных геофи-

зических процессов. Например, Солнцев В.Н. рассматривает три механизма ландшафтной структуризации – геостационарный, геоциркуляционный и биоциркуляционный, эмпирическая реализация которых привела к созданию трех отдельных карт структуры ландшафта [3]. Исходя из предположения, что структура ландшафта может быть описана с помощью морфометрических параметров, описывающих перераспределение рельефом главных геофизических полей (силы тяжести и инсоляции), эти идеи использованы нами для построения моделей полиструктурности ландшафта.

Объекты и методы

Объектами исследования являются ПТК Национального парка «Валдайский» в Новгородской области и южной части Центрального лесного государственного биосферного заповедника (ЦЛГБПЗ), расположенного в Тверской области. Сложное сочетание генетических форм конечно-моренного, камового, зандрового и озового рельефа в пределах НП «Валдайский» обусловило пестроту структуры ландшафтов и растительного покрова. Дренажная речная сеть на исследованной территории развита слабо. На вершинах и склонах моренных и камовых холмов формируются наиболее продуктивные ельники с примесью сосен. Мелколиственно-сосновые и сосновые древостои характерны для болотных местообитаний. Территория ЦЛГБПЗ расположена на водоразделе крупнейших рек Европейской части России в пределах перигляциальной зоны последнего оледенения, вследствие чего поверхность рельефа существенно сглажена и заболочена, однако имеет достаточно сложившуюся дренажную сеть.

Морфометрическая формализация земной поверхности в поле гравитации систематизирована в работе [8]. ЦМР построены по топографической карте М 1:10 000. Морфометрические параметры (МП), раскрывающие механизмы перераспределения рельефом геофизических полей содержательно объединены в три группы [4]: 1) МП описывающие распределение солнечной энергии: доза прямой солнечной радиации (сезонная, годовая); экспозиция и освещенность склонов; уклон; высота; 2) МП описывающие факторы распределения и аккумуляции воды под действием силы тяжести: удельная площадь сбора и дисперсивная площадь; глубина В-депрессий и высота В-холмов; уклон; 3) МП описывающие перераспределение вещества под действием гравитации: горизонтальная, вертикальная и средняя кривизна, уклон.

В каждой группе для анализа выбраны и рассчитаны по три значимых МП, приведенные к стандартному виду. Результаты расчетов МП преобразуются в матрицу данных, строки которой соответствуют пикселям ЦМР, а столбцы – параметрам, описывающим состояние элемента. Таким образом, векторы-строки матрицы данных характеризуют множество элементов (пикселей) поверхности рельефа. Геометрически два таких вектора в пространстве параметров тем ближе, чем меньше различаются между собой значения каждого из параметров для обоих объектов. Для классификации рельефа по матрице МП в качестве меры близости применено евклидово расстояния между соответствующими векторами-объектами.

Обсуждение результатов

Типологический подход, основанный на выделении структур с близкими значениями основных морфометрических параметров структурообразующих процессов, приводит к классификации природно-территориальных комплексов (ПТК) по принципу однородности (в смысле учения Н.А. Солнцева), и позволяет получить иерархию классических ПТК: (фация) – урочище – местность – ландшафт. Многочисленные численные эксперименты моделирования структуры ПТК методом последовательной дихотомической группировки элементов поверхности рельефа по параметрам выявили следующие особенности.

При последовательных шагах вначале происходит выделение двух наиболее общих группировок. Например, для параметров, описывающих перераспределение солнечной энергии, происходит выделение ПТК, прежде всего, по преобладающим экспозициям склонов. На следующих шагах происходит последовательное разбиение обоих классов: сначала выделяются участки повышенной освещенности, затем различия уклонов поверхности. Вследствие этого первоначально полученный ряд группировки иногда приходится корректировать в соответствии с ландшафтной структурой территории, выявленной в полевых исследованиях. Например, для плоского рельефа местности ЦЛГЗ с одной стороны оказался довлеющим показателем экспозиции склонов (что не справедливо), с другой – сильно ослаблены охлаждающие свойства переувлажненных ПТК: не выделились даже огромные массивы верховых болот. Поэтому в последующих численных экспериментах увеличивались весовые коэффициенты параметра уклонов поверхности, как показателя интенсивности дренирования территории. В результате классификации изменялись – т.е. результаты моделирования существенно зависят от весовых значений и количества параметров и требует идентификации и верификации физического содержания выделенных классов. Проверка достоверности классификации ПТК с оптимальными значениями весовых коэффициентов методом дискриминантного анализа, показала, что на всех уровнях выделенные классы различаются статистически достоверно. По значениям F-критерия на первых шагах дихотомии ведущими переменными, различающими классы, являются уклоны, а на последующих шагах увеличивается роль экспозиции склонов и освещенности. На всех уровнях классификационные матрицы имеют характер близкий к диагональному.

Характеристики лесного полога получены при дешифрировании снимка Landsat-7 ETM+. Дешифрирование по индексу NDVI и априорной физической информации спектрального снимка было верифицировано по данным полевой лесотаксационной съемки. Дискриминантный анализ показал, что выделенные классы достоверно распознаются полевыми данными, причем, еловые сомкнутые леса, как доминантный тип растительных сообществ, имеет самый высокий процент распознавания. На основе этого определено физическое содержание классов и составлена карта растительного покрова.

Для выявления связи между классами структуры древостоев (биоценозами) и классами рельефа (экотопами) между соответствующим образом ранжированных матриц была рассчитана корреляционная связь по Спирмену. Высо-

кая корреляционная связь приурочена к вершинам и склонам моренных и камовых холмов, а также к крутым приозерным берегам и долинам рек. В этих экотопах доминируют разные типы ельников, что убедительно показал корреляционный анализ. То есть можно сделать вывод о довольно строгом соответствии классов растительности условиям местообитания. В переходных позициях на покатых и крутых склонах коэффициент корреляции меньше и наблюдается средняя корреляционная связь. В этих местообитаниях к ельникам примешиваются сосняки и мелколиственные породы, которые недостоверно различаются на осенних снимках ввиду изменения отражательной способности крон. Болотные и заболоченные местообитания и антропогенно-нарушенные земли характеризуются слабой корреляционной связью. Низкая связь обусловлена как высоким варьированием растительного покрова в зависимости от изменения увлажнения (фактора - экстремума) на болотах и заболоченных местообитаниях, так и сильным изменением отражательной способности крон, преобладающей в данных экотопах мелколиственных и сосновых сообществ.

Карта ландшафтного покрова получена на основе синтеза классов рельефа и растительности. Для описания структуры ландшафтов уровня урочищ (простых и сложных) достаточным оказался 4 уровень дихотомии, на котором процент достоверности выделения отдельных классов в среднем составляет более 90%. Причем, из 16 классов отдельные оказались пустыми (с очень малым количеством пикселей), а часть в соответствии с близостью параметром слились в цветовой шкале – в результате содержательных классов осталось меньше. Необходимо подчеркнуть, что при таком численном моделировании *необходим ландшафтный подход*, позволяющий выявить главные факторы дифференциации ПТК и отсеять второстепенные или зависимые параметры.

Функциональный подход. Если рассматривать поведение элементарных объемов воды в поле геопотенциала, получим иерархию водосборных геосистем (речных бассейнов), которая будет соответствовать формализованным схемам Хортон - Стралера - Философова. Задача классификации – построение иерархии водосборных геосистем по МП, описывающим перераспределение воды в поле гравитации – уклонам, удельной площади водосбора, горизонтальной и вертикальной кривизне, определяющими границы зон дивергенции и конвергенции линий тока. При последовательной классификации элементов поверхности рельефа по параметрам распределения водного стока также выявилась неравнозначность МП. В заключительной классификации также были увеличены весовые коэффициенты показателя интенсивности дренирования (уклона на поверхности). Проверка классификации методами дискриминантного анализа показывает, что на всех уровнях выделенные классы различаются статистически достоверно, наиболее высока точность выделения классов до 5-го уровня дихотомии. Наложением карт, построенных на единой ЦМР, легко получается ландшафтно-типологический смысл водосборных геосистем любого ранга.

Анализ параметров водосборов и гидрологических измерений показывает тесную связь структуры и функционирования геосистем. Это позволяет рассчитывать скорости водотоков только на основе информации о структуре геоси-

стем и данных об осадках. Наиболее эффективны эти подходы при изучении строения бассейнов до 3-4 порядков.

Выводы

Формальный аппарат выделения единиц поверхности рельефа на основе морфометрических параметров, описывающих перераспределение рельефом главных геофизических полей – поля силы тяжести и поля инсоляции (в том числе ДДЗ) приобретает фундаментальный геофизический смысл.

Выбор параметров проводится в соответствии с классическими определениями ландшафтоведения, физический смысл всех величин предельно ясен.

Понятие полиструктурности ландшафта становится абсолютно логичным и строгим: выбирая физически содержательные структурообразующие процессы и их параметры можно реализовать разные классификации ландшафтов.

Литература

- [1] *Дьяконов К.Н.* Базовые концепции и понятия ландшафтоведения // Географические научные школы Московского университета. М.: Городец, 2008. С. 348-381.
- [2] *Пузаченко Ю.Г.* Организация ландшафта // «Горизонты ландшафтоведения» Вопросы географии. Вып. 138. М.: Изд-во «Кодекс», 2014. С. 35-64.
- [3] *Солнцев В.Н., Рыжков О.В., Трезубов О.В.,* и др. Использование GPS- и ГИС- технологий для изучения особо охраняемых территорий. Тула: Гриф и К. 2006. 216 с.
- [4] *Сысуев В.В.* Основные концепции физико-математической теории геосистем // «Горизонты ландшафтоведения» Вопросы географии. Вып. 138. - М.: Изд-во «Кодекс», 2014. С. 65-100.
- [5] *Хорошев А.В.* Полимасштабная организация географического ландшафта. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 416 с.
- [6] *Forman R.T.T.* (2006). Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- [7] *McGarigal K., Tagil S., Cushman S.A.* (2009). Surface metrics: an alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure. *Landscape Ecol* (24): pp. 433-450. DOI 10.1007/s10980-009-9327-y
- [8] *Shary P.A.* (1995). Land surface in gravity points classification by a complete system of curvatures // *Mathematical Geology*. V. 27. № 3. P. 373-390.
- [9] *Turner M., Gardner R.H.* (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process.* New York: Springer.

S u m m a r y. Development of geostructures identified by classical landscape analysis can be described by parameters of power geophysical fields, mainly gravitation and insolation fields. If one uses these parameters formal mathematical algorithm for identification of elementary and hierarchical units of landforms acquires fundamental geophysical interpretation. In this case the concept of landscape patterns multiplicity is quite relevant. By choosing these or that physical parameters and structure-forming processes we have the opportunity to perform various landscape classifications.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛОГО МОРЯ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА JASMINE

А.В. Толстиков*, Н.Е. Галахина*, И.А. Чернов**,

* Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН,
г. Петрозаводск, alexeytolstikov@mail.ru, kulakovanata@mail.ru

**Институт прикладных математических исследований Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, iachernov@yandex.ru

INTERDISCIPLINARY STUDIES OF THE WHITE SEA FOR VERIFICATION OF THE JASMINE SOFTWARE COMPLEX

A.V. Tolstikov*, N.E. Galahina*, I.A. Chernov**,

*Northern water problems institute of Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk

**Institute of Applied Mathematical Research of Karelian Research Center of RAS, Petrozavodsk

Аннотация. Представлены результаты многолетних экспедиций в Белом море, которые проводятся Институтом водных проблем Севера Карельского научного центра РАН. Часть этих материалов последние годы используется для верификации программного комплекса JASMINE. Анализируются подходы к обработке данных для интерпретации модельных результатов.

Ключевые слова: Белое море, программный комплекс, Jasmine.

Введение

В исследовании трансформации гидрологического и биогеохимического режимов Белого моря под влиянием климатических и антропогенных изменений на различных пространственно-временных масштабах используются методы анализа данных контактных и спутниковых наблюдений, а также математического моделирования. В последние годы одной из задач экспедиционных работ Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН (ИВПС КарНЦ РАН) в Белом море стал сбор данных для верификации программного комплекса JASMINE [1], который включает в себя модель термогидродинамики [2] и экосистемы моря BFM [3] (рис. 1).

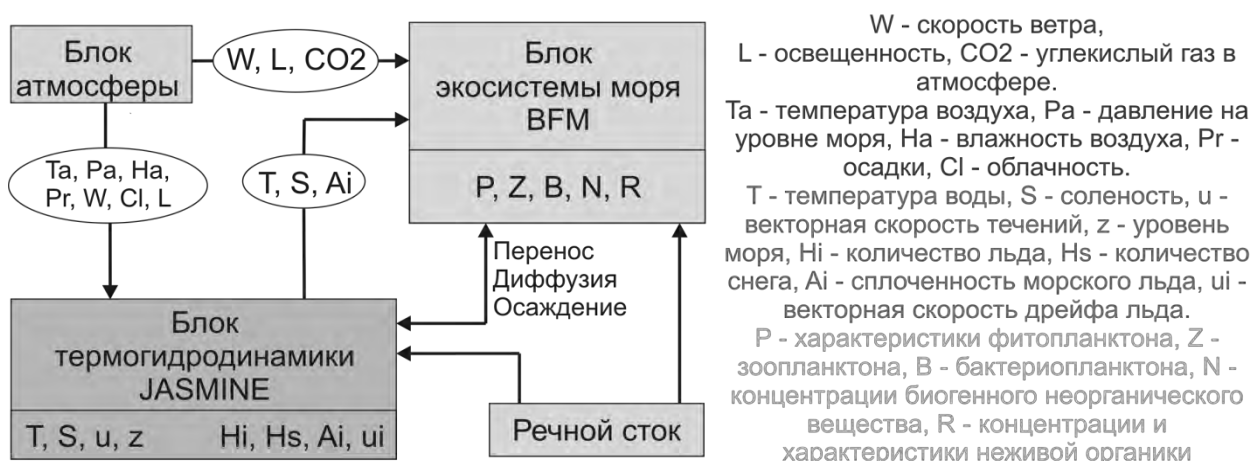


Рис. 1. Схема блоков и их сопряжения в программном комплексе JASMINE.

Методы и подходы

В рамках решения задачи сбора данных для программного комплекса JASMINE упор делается в первую очередь на получение гидрофизической и биогеохимической информации по поверхностному слою Белого моря и распределению показателей в устьях крупных рек водосбора. В сезонном аспекте оцениваются поля температуры, солености, содержание биогенных элементов (соединения азота, фосфора, кремния), концентрация хлорофилла "а", распределение зоопланктона. Для сравнения данных используется специально разработанный для этих целей ресурс: <http://nwpi.krc.karelia.ru/whsea/maps/index.php>.

В модели термогидродинамики учитывается несколько неравноотстоящих горизонтов, поэтому анализируется и вертикальное распределение всех указанных выше параметров. Однако в настоящее время согласованность модельных данных и результатов измерений для поверхностного слоя выше, чем для глубинной водной массы. К тому же, по поверхностному слою существует ряд открытых электронных источников, содержащих результаты обработки спутниковой информации. Обзор доступных информационных ресурсов по Белому морю приведен в [4].

В экспедициях ИВПС КарНЦ РАН для гидрофизических работ, как правило, используются зонды CTD-90M Sea&Sun Technology (Германия), RBRconcerto (Канада), CastAway (США). Особое внимание уделяется определению биогенных элементов ($N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, $N_{общ}$, $N_{орг}$, $P_{мин}$, $P_{общ}$ и Si), анализ которых осуществляется в лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН по соответствующим методикам, указанным в [5]. Концентрации хлорофилла "а", первичная продукция, таксономический состав, численность, биомасса фитопланктона содержатся в отчетах совместных экспедиций (данные МГУ им. М.В. Ломоносова, ИО РАН), состав и количество видов зоопланктона – в совместных отчетах с ЗИН РАН.

Результаты и обсуждение

За двадцать лет регулярных работ в Белом море накопился значительный объем данных по распределению гидрофизических и биогеохимических параметров. В первую очередь хорошо обеспечен данными летний сезон. Эти данные нельзя назвать регулярными, так как, несмотря на значительный по продолжительности ряд наблюдений, измерения проводились в разных районах Белого моря и в разные месяцы. В зимний период времени также проводились совместные с ИО РАН и ЗИН РАН экспедиции, например, в 2003, 2004 и 2005 г. Последние три года совместные работы с ИО РАН, ЗИН РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова проводятся осенью (сентябрь-октябрь). Что касается районов, то наибольшее количество станций выполнено в Онежском заливе и Бассейне Белого моря. Безусловно, использовать эти данные для верификации программного комплекса без предварительной подготовки невозможно.

Тем не менее, часть данных получена на одной и той же рейдовой вертикали, измерения выполнены в один и тот же месяц и повторялись на протяжении нескольких лет. Такие станции есть в Бассейне, Онежском заливе, р-не Соловецких островов, в Двинском заливе. Кроме того, все разрезы выполняются в

фазу прилива и фазу отлива. Все данные по многолетним экспедициям ИВПС КарНЦ РАН и материалы по рекам водосбора содержатся в базах данных [6, 7].

Выводы

Программный комплекс JASMINE в настоящее время удовлетворительно воспроизводит термогидродинамическое состояние Белого моря [1]. Результаты многолетних экспедиций ИВПС КарНЦ РАН в Белом море доступны для заинтересованных организаций по предварительному соглашению.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы Госзадания «Закономерности изменений экосистем Белого моря при интенсификации освоения Арктической зоны региона и под влиянием изменений климата», № АААА-А18-118032290034-5.

Литература

- [1] Chernov I., Lazzari P., Tolstikov A., Kravchishin, M., Iakovlev N. Hydrodynamical and biogeochemical spatiotemporal variability in the White Sea: A modeling study // *Journal of Marine Systems*, № 187 (2018) P. 23–35. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2018.06.006
- [2] Яковлев Н.Г. Воспроизведение крупномасштабного состояния вод и морского льда Северного Ледовитого океана в 1948-2002 гг. Часть 1: Численная модель и среднее состояние // *Изв. РАН. Физика атмосферы и океана*, 2009, Т. 45, № 3, С. 1-16.
- [3] Vichi M., Lovato T., Lazzari P., Cossarini G., Gutierrez Mlot E., Mattia G., Masina S., McKiver W. J., Pinardi N., Solidoro C., Tedesco L., Zavatarelli M. (2015). The Biogeochemical Flux Model (BFM): Equation Description and User Manual. BFM version 5.1. BFM Report series N. 1, Release 1.1, August 2015, Bologna, Italy, <https://cmcc-foundation.github.io/www.bfm-community.eu/> 104 p.
- [4] Толстиков А.В., Чернов И.А., Мартынова Д.М. Решение проблемы необходимых данных для численного моделирования процессов в Белом море в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации // *Арктика: экология и экономика*, 2018, № 2 (30), P. 45-55. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-2-45-55.
- [5] Аналитические, кинетические и расчетные методы в гидрохимической практике / Под ред. П.А. Лозовика, Н.А. Ефременко. СПб.: Нестор-История, 2017. 272 с.
- [6] Толстиков А.В., Филатов Н.Н., Здоровеннов Р.Э. Белое море и его водосбор // Свид. о гос. рег. базы данных № 2010620435. 16 августа 2010 г.
- [7] Карпечко В.А., Махальская Н.И., Балаганский А.Ф., Толстиков А.В. Сток рек бассейна Белого моря // Свид. о гос. рег. базы данных № 2018621833. 19 ноября 2018 г.

S u m m a r y. We present the results of expeditions in the White Sea, which have been carried out by the Northern Water Problems Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Some of these results have been used to verify the JASMINE software. The approaches to data processing for the interpretation of model results are analyzed.

О РЕКОНСТРУКЦИИ «БЕЛЫХ ПЯТЕН» НА КАРТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ^{137}Cs ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Л.Н. Трофимец*, Е.А. Паниди**, Н.Н. Чадаева***, А.П. Тяпкина****,
Е.А. Санкова*****, А.П. Александрова*****, Т.Л. Иванеха*****

*ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Орел, trofimetc_l_n@mail.ru,

**Санкт-Петербургский университет, г. Санкт-Петербург, panidi@ya.ru,

***ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Орел, n_chadaeva@list.ru,

****ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Орел, angelikpt@mail.ru,

*****ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Орел, alena7orel@yandex.ru,

*****ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Орел, angelica.p.alexandrova@yandex.ru,

*****Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский», г. Орел,
ivanaha.taras@gmail.com,

ABOUT THE RECONSTRUCTION OF “WHITE SPOTS” ON THE MAP OF POLLUTION OF THE OREL REGION WITH ^{137}Cs OF CHERNOBYL ORIGIN

L.N. Trofimets*, E.A. Panidi**, N.N. Chaadaeva***, A.P. Tyapkina****,

E.A. Sankova*****, A.P. Alexandrova*****, T.L. Ivanekha*****

*OSU named after I.S. Turgenev, Orel

** St. Petersburg University, St. Petersburg

*** OSU named after I.S. Turgenev, Orel

**** OSU named after I.S. Turgenev, Orel

***** OSU named after I.S. Turgenev, Orel

***** OSU named after I.S. Turgenev, Orel

***** Center for chemicalization and agricultural radiology «Orlovski», Orel

Аннотация. Приводятся авторские данные реконструкции значений удельной активности ^{137}Cs за 1986 год, полученные методом послыного по глубине гамма-спектрометрического анализа проб почвы в пределах пяти ключевых участков на территории Орловской области. Обсуждается возможность реконструкции направления переноса максимальных радиоактивных выпадений в 1986 г.

Ключевые слова: удельная активность ^{137}Cs , контрольные точки, послыный отбор проб почвы, тренд траектории переноса радиоактивных осадков, восстановление.

Введение

В условиях изменения климата и изменения характера землепользования в пореформенной России (с начала 90-х годов до настоящего времени) все более актуальным становится поиск путей оптимального использования земельных ресурсов. Уменьшение потерь почвы в процессе эрозии – один из способов сохранения ее продуктивности. Обзор литературных данных показал, что в 1986-2016 гг. произошло сокращение потерь почвы на распахиваемых склонах по сравнению с периодом 1954-1986 гг. в 2,5-3 раза в лесной зоне (на юге Удмуртской республики), в 1,5 раза в степной зоне Воронежской области [1]. Авторы объясняют это сокращением посевных площадей, увеличением в севооборотах многолетних трав, уменьшением поверхностного стока в период снеготаяния [1]. Эти выводы сделаны по результатам послыного отбора проб почвы в днищах балок с последующим гамма-спектрометрическим анализом. Размеры

территорий, на которые распространены были эти выводы: от 0,68 км до 6-10 тыс. км². В качестве хрономаркера выступал ¹³⁷Cs.

На территории бассейна верхней Оки (в пределах Орловской области) период с 1986 по настоящее время явился в некотором роде уникальным. Он характеризовался двумя отличительными чертами. Во-первых, в этот период произошло резкое уменьшение стока рек вследствие потепления зимнего сезона и уменьшения интенсивности снеготаяния. Данные Новосильской ЗАГЛОС показали, что повторяемость числа случаев с величиной поверхностного стока с зяби, не превышающего 1 мм, за период с 1965 г по 1973г. составляла 10%, в 1984-1993 гг. – 30%, в 1994-2003 гг. – 80%, в 2004-2019 гг. – 100%. Очевидно, что должно было произойти снижение эрозионной активности с конца 90-х годов. Перестройка землепользования как в России, так и в области, сопровождалась выведением земель из сельскохозяйственного использования. Это также должно было снизить интенсивность эрозионного преобразования склоновых поверхностей. Однако, не на всех полях. Оценить пространственную картину потерь почвы в результате эрозии – одна из важнейших задач для разработки мероприятий по восстановлению ее продуктивности. Оценить темпы потерь почвы позволяет ¹³⁷Cs, используемый в качестве метки эрозионно-аккумулятивных процессов [1-3]. В Орловской области в 1985 году удельная активность (по данным Центра «Орловский») изменялась от 2,65 Бк/кг (на полях Орловского района) до 9,44 Бк/кг (в Троснянском районе).

При проведении исследований крупного масштаба, для точечной оценки потерь почвы вследствие эрозии радиоцезиевым методом [3] возникает вопрос, находится ли участок поля в пределах так называемого «пятна» или на его окраине [2]. Для того чтобы рассчитывать потери почвы путем сравнения удельной активности (запаса) ¹³⁷Cs в точке с опорным значением (на геоморфологически стабильном водораздельном участке) необходима оценка тренда выпадений 1986 года, обусловленного особенностями прохождения радиоактивного облака через исследуемую территорию. Современные карты радиоактивного загрязнения территорий, в частности, территории Орловской области, не столь подробны, чтобы ответить на этот вопрос (рис. 1). Возникает необходимость реконструкции чернобыльских выпадений для уточнения картины радиоактивных выпадений в 1986 году.

В тех случаях, когда отсутствуют данные экспериментальных измерений в пределах опорных площадок изучаемых полей, информацию о фоновом значении удельной активности ¹³⁷Cs чернобыльского происхождения в первом приближении можно получить по данным наблюдений на контрольных точках Центров химизации и сельскохозяйственной радиологии. Эти точки располагаются на водораздельных пространствах. В Орловской области мониторинг радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных полей в бассейне верхней Оки в пределах Орловской области проводит центр «Орловский». Однако, контрольными точками «охвачены» не все территории, находящиеся в сельскохозяйственной зоне области. Находятся ли эти точки в полосе максимальных глобальных выпадений или фиксируют локальные выпадения на периферии «цези-

евого пятна», можно оценить путем восстановления и картографирования удельной активности ^{137}Cs за 1986 г. Как можно провести реконструкцию событий 1986 года? «Белые пятна» на карте радиоактивного загрязнения агроландшафтов области могут быть реконструированы в ходе послонного отбора проб почвы по глубине на склонах и в днищах балок, куда поступает смытый с полей почвенный материал. Следует отметить, что данные контрольных точек Центра в 1987 году (в первый послечернобыльский год, когда были проведены измерения на всех контрольных точках) характеризуют загрязнение ^{137}Cs пахотного горизонта (в слое 0-20см) практически такой величины, какая была в год чернобыльских выпадений. В балках, куда в 1986 году с полей был смыт загрязненный радиоцезием почвенный материал, этот слой обнаруживается на некоторой глубине. Глубина захоронения почвы 1986 года обуславливается интенсивностью эрозионных процессов на полях, с которых почва поступала в суходолы. Установить значение радиоактивного загрязнения почвы в 1986 году можно по первому от поверхности пику удельной активности цезия-137. По глубине залегания других пиков радиоцезия (примерно находящихся в интервале около 10 Бк/кг) можно оценить интенсивности доставки смытого почвенного материала в балки. На диаграмме (рис. 1) выделены следующие периоды: с 1954 года (год начала ядерных испытаний) до 1963года (год максимальных глобальных выпадений); с 1963 по 1986 год; с 1986года по настоящее время. В статье на примере нескольких ключевых участков рассматривается подход к реконструкции первоначального поля выпадения цезия-137 чернобыльского происхождения.

Регион исследований, объекты и методы

Объектом исследования являются балки, а также поймы рек, расположенные в пределах Орловской области в южной, безлесной ее части, в средней, в северной, залесенной. Выбраны 5 ключевых участков (точки на рис.1). Точка №1 – в балке в бассейне р. Сухой Орлицы (характеризует центральную часть области). Точка №2 расположена на пойме р.Неруссы в Дмитровском районе (характеризует юго-западную часть области). Точка №3 расположена в истоке р.Оки (характеризует южную часть области). Точка №4 расположена в лесу в бассейне реки Вытебеть (характеризует северо-западную часть области). Точка №5 характеризует залесенную северо-восточную часть области в Болховском районе на границе с Тульской областью. В этих точках в 2016 году произведен послонный отбор проб почвы (через 2-5 см по глубине). Гамма-спектрометрический анализ производился в центре «Орловский».

Результаты и их обсуждение

Из данных рисунка 1 и таблицы видно, что метод послонного гамма-спектрометрического анализа почвенных проб позволил уточнить положение «осей» максимальных выпадений. На юге области выявлено уменьшение чернобыльских выпадений вдоль полосы «пойма р. Неруссы в Дмитровском районе – исток Оки у д. Алексеевка, в Глазуновском районе» от 1700 Бк/кг до 721 Бк/кг.

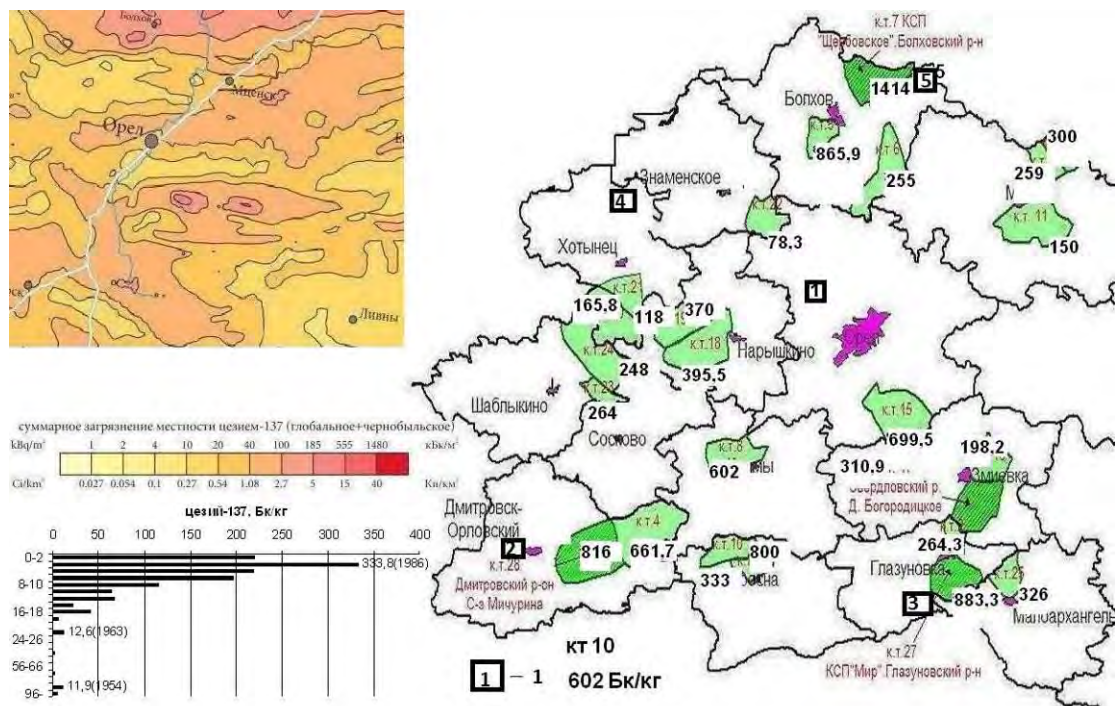


Рис. 1. Фрагмент карты загрязнения цезием-137 Европы (слева сверху).

Схема расположения контрольных точек Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский» с точками послынного отбора проб почвы по глубине (справа); КТ10 – контрольные точки Центра; 602 Бк/кг – удельная активность ¹³⁷Cs в почве на контрольных точках в 1987 г.; 1 – точки послынного отбора проб почвы в 2016 г. (удельная активность ¹³⁷Cs приведена в табл.). На диаграмме: 12,6(1963)-удельная активность ¹³⁷Cs (год).

В центральной части области отмечено увеличение интенсивности выпадений в 1986г. вдоль полосы «южная граница Хотынецкого района (КТ №20) – точка №1 (бассейн реки Сухой Орлицы в 15 км от г. Орла)» с 165,8 Бк/кг (КТ №20) до 792,2 Бк/кг (точка №1). В северной части территории увеличение интенсивности выпадений отмечено вдоль полосы «северная граница Хотынецкого района (точка №4) – КТ №7 в Болховском районе» от 1076 Бк/кг до 1414 Бк/кг. В точке №5, расположенной в залесенной балке на границе с Тульской областью, в 1986 г. активность ¹³⁷Cs была немногим меньше (1237 Бк/кг), чем на КТ №7 (1414 Бк/кг). На пойме реки Нугрь у Болхова восстановленная активность ¹³⁷Cs (1876 Бк/кг) превысила данные КТ №7 Центра в 1,33 раза. Интенсивность смыва почвы за период после 1986г. составила 0,15-0,22см/год (от истока Оки до ее северного притока р. Нугрь у г. Болхова) против 0,9-2,0 см/год в 1963-1986 гг.(снижение в 10 раз), против 4-7см/год в 1954-1963 гг.(снижение в 17,7-33,3 раз).

Вывод

Реконструкция цезиевого загрязнения ландшафтов рассматриваемой территории не только позволяет картографировать более точно события 1986 года, но также делает возможной оценку темпов эрозийного преобразования склоновых агроландшафтов во времени.

Реконструированная удельная активность ^{137}Cs в точках послойного пробоотбора по ключевым участкам и интенсивность смыва почвы

№ ключевого участка (рис. 1)	1	2	3	4	5
Местоположение точки пробоотбора	Орловский район, бассейн реки Сухая Орлица	Дмитровский район, пойма реки Нерусса	Глазуновский район (исток реки Оки)	Хотынецкий район (бассейн реки Вытебеть)	Болховский район (склон балки на границе с Тульской областью)
^{137}Cs , Бк/кг (2016 г.)	346,6	850	360,5	538	618,5
Восстановленное значение активности ^{137}Cs (1986 г.)	792,2	1700	721	1076	1237

Литература

- [1] *Голосов В.Н., Ермолаев О.П., Safina G.R., Мальцев К.А.* Тенденции процессов эрозии почв в Южной половине Российской равнины за последние десятилетия. // DOI: 10.1088/1755-1315/107/1/012008
- [2] *Маркелов М.В.* Современные эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях гидрографической сети лесной и лесостепной зон. Автореферат канд. дисс. Москва, 2004. 26 с.
- [3] *Трофимец Л.Н., Чаадаева Н.Н., Петелько А.И.* Доставка наносов с распахиваемых склонов в ложбины и балки в бассейне верхней Оки. В сборнике География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90-летию со дня рождения В.С. Жекулина. 2019. С. 200-204.

S u m m a r y. The authors present their data on reconstructing the specific activity values of ^{137}Cs for 1986, obtained by the method of layer-by-depth depth gamma-spectrometric analysis of soil samples within five key areas in the Orel region. The paper discusses the possibility of reconstructing the direction of the maximum fallout transfer in 1986.

ЛЕДЯНЫЕ ПЕЩЕРЫ – ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СИСТЕМЫ

Е.В. Трофимова*, Ф.Ф. Трофимов**

* *Институт географии РАН, г. Москва, ev_trofimova@mail.ru*

** *Русское Географическое общество*

ICE CAVES – NATURAL MONUMENTS OF THE SAYAN MOUNTAIN SYSTEM

E.V. Trofimova*, F.F. Trofimov**

* *Institute of Geography RAS, Moscow*

** *Russian Geographical Society*

Аннотация. В статье рассматриваются 44 ледяные пещеры – государственные памятники природы горной системы Саян. По условиям возникновения пещерного холода, накоплению снега и льда 26 пещер имеют мешкообразную по морфологии форму, 14 представляют собой карстовые колодцы и 4 – сквозные подземные полости с несколькими входами. Дается оценка объемам оледенения пещер, а также приводятся описания наиболее достопримечательных ледяных морфоскульптур под землей.

Ключевые слова: пещерный лед, памятники природы, Саяны.

Введение

Особое место в системе особо охраняемых природных территорий занимают пещеры, в подавляющем большинстве – карстового генезиса, практически все являющиеся государственными геологическими памятниками природы различного уровня. Научная значимость подземных полостей возрастает при обнаружении в них археологических слоев [2], палеонтологических остатков [3], уникальных биологических сообществ [5], пещерных льдов и т.д. В условиях резко континентального климата Саян здесь выявлено 44 ледяных пещеры с различными формами криогенной морфоскульптуры.

Впервые пещерные льды в Саянах были описаны в 1970 г. [1]. За прошедшие 50 лет в связи с развитием спелеологической техники на рассматриваемой территории было обнаружено множество новых, различных по морфологии, подземных полостей с различными по генезису формам оледенения. Исследованию саянских пещер со льдом и посвящена данная работа.

Объекты и методы

В основу работы положены материалы по 44 карстовым пещерам с криогенной морфоскульптурой, расположенным в пределах Саянской горной системы (рис.1). Все подземные полости находятся в горах Восточного Саяна, в Западном Саяне к настоящему времени известны только гроты, ниши и несколько небольших пещер, в которых лед не обнаружен. Типизация исследуемых пещер по условиям возникновения пещерного холода, накоплению снега и льда осуществлялась в соответствии с методиками, разработанными М. Luetscher, P-Y. Jeannin [6] и Е.В. Трофимовой [4], выделивших в первую группу соответственно наклонные подземные полости (статические) и холодные, мешкообразные по морфологии пещеры. Вторую группу образуют, согласно обоим методикам, карстовые колодцы, называемые М. Luetscher, P-Y. Jeannin [6] как статодинамические подземные полости. К третьей группе отошли термовентилируе-

мые (динамические) пещеры по [6] или по [4] – сквозные холодные подземные полости с меняющимся в теплый и холодный периоды года направлением тяги воздуха: имеющие несколько входов.

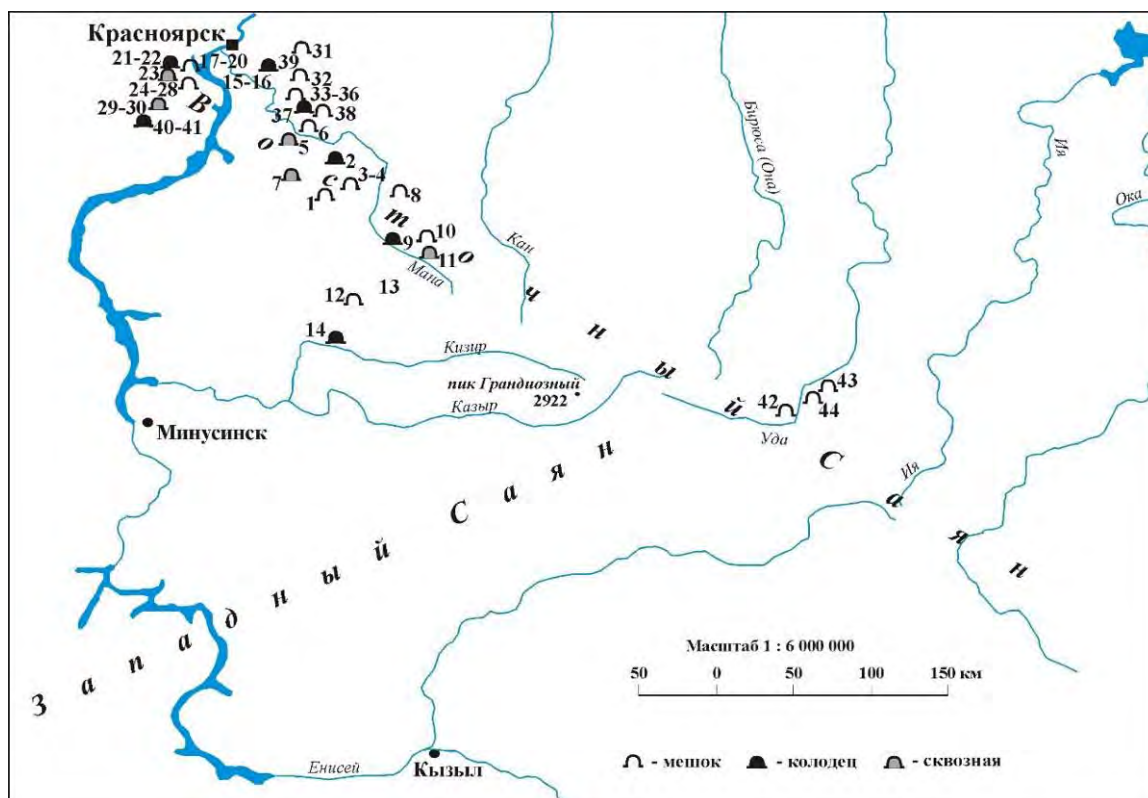


Рис. 1 Саянские ледяные пещеры – государственные геологические памятники природы: 1 – Ледяная-1 (Красная), 2 – Орешная-2, 3 - Владимировская, 4 – Пимийская, 5 – Нарвская, 6 – Унгутская -1, 7 – Черемшанская-Сталактитовая, 8 – Минская-1, 9 – Морозильник, 10 – Мраморная, 11 – Угловая, 12 – Каратавская, 13 – Китатская, 14 – Джебская, 15 – Торгашинская, 16 – Ледяная-2, 17 – Мокрая, 18 – Караульная-2, 19 – Карман, 20 – Четырехглазка, 21 – Сюрприз, 22 – Кристальная, 23 – Сувенир, 24 – Жемчужная, 25 – Свадебная, 26 – Снежная, 27 – Ледяная-3, 28 – Арочная, 29 – Тоннельная, 30 – Олимпийская, 31 – Долгушинская, 32 – Зверевская, 33 – Ледяная -4 (Охотничья), 34 – Вотяковская, 35 – Новая, 36 – Райлесзагская, 37 – Алексеевская, 38 – Верхне-Базаихская, 39 – Ледопадная, 40 – Солгонская, 41 – Мариновская, 42 – Урунгайская, 43 – Бол. Нижнеудинская, 44 – Мал. Нижнеудинская.

Обсуждение результатов

Как видно из рис. 1, распространение ледяных пещер внутри горной системы Саян носит весьма неравномерный характер: их подавляющее большинство относится к долинам рек Маны и Бирюсы, и только три подземные полости расположены в верховьях долины р. Уды. Подземные полости разместились на абсолютных отметках от 280 м (пещера Жемчужная, 24 – здесь и далее в скобках номер пещеры согласно рис. 1) до 920 м (Каратавская, 12).

Местная топонимика отражает широкое распространение в Саянах карстовых подземных полостей с криогенной морфоскульптурой. Так, среди рассматриваемых 44 пещер четыре подземные полости носят название Ледяная: первая Ледяная (другое название – Красная), расположена около с. Степной Баджей, вторая – на Торгашинском хребте, третья – в верховьях Бирюсинского

залива и четвертая, с другим названием - Охотничья, находится на водоразделе рек Корбик и Жистык. Есть здесь и Ледопадная пещера, а также гроты Ледовый (в Караульной-2 и во Владимирской пещерах), Ледяной – в Ледяной пещере Бирюсы, Ледяных кристаллов – в Мокрой, гроты Снежный (в Торгашинской), Снегурочки (в Свадебной) и Кристаллов (ледяных) – в Долгушинской.

В подземных системах Саян наблюдаются как сезонные, так и многолетние снежно-ледовые образования. Сезонные льды формируются около входов в пещеры либо во внутренних частях подземных полостей под трещиноватыми или расположенными близко к дневной поверхности сводами, где летние температуры поднимаются выше 0°C. На участках, где средние годовые температуры отрицательные, а летние близки к нулю, развиваются многолетние льды.

По морфологическим характеристикам среди рассмотренных 44 подземных полостей 26 представляют собой пещеру-мешок, 14 – колодец и 4 – сквозные подземные полости. Общий объем пещерного оледенения в пещерах Саян достигает 7450 м³. Значительные площади подземного оледенения – более 500 м², наблюдается в следующих пещерах: Пимийской(4), Торгашинской (15), Ледопадной (39), Мариновской (41) и Урунгайской (42).

Широкое распространение в пещерах региона получили многолетние наледи-покровы. Максимальная мощность наледного тела отмечается в Мариновской пещере (41): до 13 м. Значительное развитие в подземных полостях имеют ледяные спелеотемы: ледяные сталактиты, ледяные сталагмиты и ледяные колонны. Так, высота сталагмитов-булав в Джебской (14), Мокрой (17), и Новой (35) достигает 0.3-0.4 м при диаметре у основания в 0.10-0.15 м.

В весенний сезон в привходовых гротах и колодцах подземных полостей наблюдается образование изумительных по красоте ледяных кристаллов, обычно – шестигранной формы. Размеры таких кристаллов в Кристальной (22) превышают в поперечнике 5 см. А в зимний период около входов в пещеры отмечаются снежники, образующиеся в результате попадания снега в подземную полость вследствие метелевого переноса. Так, многолетний снежник наблюдается в гроте Снежном Торгашинской пещеры: его мощность достигает более 3 м.

Выводы

1. Построена карта-схема ледяных пещер – геологических памятников природы Саянской горной системы;
2. Установлено, что среди рассмотренных 44 ледяных пещер 26 по своим морфологическим особенностям представляют собой пещеру-мешок, 14 – колодец и 4 – сквозные подземные полости с несколькими входами;
3. Общий объем пещерного оледенения в пещерах Саян достигает 7450 м³.
4. Максимальная мощность наледи-покрова отмечается в Мариновской пещере: до 13 м.
5. Размеры шестигранных кристаллов в Кристальной превышают в поперечнике 5 см.

Литература

- [1] *Алексеев В.Р., Беляк В.И.* Пещерные льды Южной Сибири. Вестник МГУ, География, 1970, № 1. С. 59-65.
- [2] *Макаров Н.П., Мартынович Н.В., Оводов Н.Д.* Пещера Еленева – многослойный голоценовый памятник на Среднем Енисее. Краткие итоги изучения // Пещеры: охрана, история исследований, культура, туризм, современное состояние и перспективы научных исследований в пещерах на территории бывшего СССР. Красноярск, 2009, С. 81-105.
- [3] *Оводов Н.Д.* Пещерный лев в Сибири и на Дальнем Востоке // Четвертичная геология, геоморфология, геоэкология Беларуси и сопредельных территорий. Минск: Право и экономика, 2009, С. 83-85.
- [4] *Трофимова Е.В.* Оледенение пещер Байкала. Криосфера Земли, 2006. Т. X, № 1, С. 41-21.
- [5] *Khizhnyak S.V., Nesterenko E.V., Berezikova A.A., Trusey I.V.* The microbial communities of Middle Siberian cold caves // Proc. of the 3-th International Workshop on Ice Caves. Kungur, 2008, P. 56-57.
- [6] *Luetscher M., Jeannin P.-Y.* A process-based classification of alpine Ice caves. Theoretical Applied Karstology, 2004, V. 17, Is. 5, P. 5-10.

S u m m a r y. The exploration is devoted to the 44 ice caves being the State geological monuments in the framework of the Sayan mountain system. According to the conditions of the cave ice accumulation the following types of cavities are distinguished here: 26 cold-shaped cavities, 14 ones are the karst pits and 4 caverns being the thermoventilated ones. The cave glaciation volume is estimated as well as the descriptions of the most remarkable ice morphoscultures are displayed.

АРИДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ИРАНСКОГО НАГОРЬЯ И ИХ ТУРИСТИЧЕСКАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ

А.В. Чернов

*Московский педагогический государственный университет,
МГУ имени М.В. Ломоносова. Alexey.chdernov@inbox.ru*

ARID LANDSCAPES OF THE IRANIAN HIGHLANDS AND THEIR TOURIST ATTRACTION

A. V. Chernov

*Moscow pedagogical state University,
Moscow University named after M. V. Lomonosov*

Аннотация: Доклад содержит профессиональный взгляд географа на своеобразные и весьма эффективные для обзора при научных экскурсиях формы эолового, флювиального и склонового рельефа, возникшие в аридных условиях, и объекты, созданные человеком для проживания в безводных пустынях.

Ключевые слова: *аридный рельеф: корразия, бедленд, барханы, эоловые холмы, цитадели, водонакопительные системы.*

Введение. Объект исследования

Территория Ирана расположена в зоне кайнозойской коллизии африканской (Аравийской) и Индостанской тектонических плит с устойчивыми геотектурами

Северной Евразии. Эти коллизии сопровождаются вовлечением в них морфоструктур, существовавших здесь ранее, отчего эндогенный макрорельеф рельеф территории Ирана отличается очень дробной структурой, представленной молодыми складчатыми горами на границах Ирана (Загрос, Эльбурс, Макран и Сулеймановы горы) и складчато-глыбовыми образованиями, расположенными в центре области сжатия; последние образуют Иранское нагорье. Рельеф нагорья представляет собой чередование субмеридионально вытянутых крупных горстов и грабенов. Первые выражены в рельефе низкогорными глыбовыми хребтами и одиночными останцовыми горами, среди которых угадываются потухшие вулканы центрального типа. Вторые – понижения в складчатом основании, заполненные к настоящему времени рыхлыми четвертичными осадками (алевритами, глинами, песками, щебнем) и имеющими поэтому ровный рельеф, осложненный на мезоуровне различными экзогенными образованиями преимущественно эолового и флювиального генезиса.

Особое место занимает в рельефе иранского нагорья хребет Кухруд (в местной топонимике – центральный или восточный Загрос) и его восточный отрог – Кухбентан. Эта горная система, то единая, то разделяющаяся на два хребта, является молодым альпийским складчатым антиклинорием, разделяющим собственно нагорье на две части – западную и восточную. Хребты Кухбентана, высота которых достигает 3,5 км, окаймляются складчато-глыбовыми предгорьями с крутыми склонами [1].

Как гористые, так и низменные участки Иранского нагорья, находящиеся в условиях аридного климата, характеризуются весьма своеобразным проявлением экзогенных геоморфологических процессов. Иранское нагорье расположено на широтах 27°-37° с.ш., т.е. она относится к субтропическому климатическому поясу. Зимой здесь господствуют воздушные массы умеренных широт, обеспечивающие в других, в основном, в западных областях субтропического климата активную циклоническую деятельность и выпадение осадков. Однако, из-за того, что территория Иранского нагорья со всех четырёх сторон окружена высокими горными хребтами, она отличается повышенной сухостью, свойственной больше тропическим широтам: среднегодовое количество осадков составляет здесь 100-130 мм. Выпадают они на атмосферных фронтах, в основном, зимой; в низинах – дождями, часто ливневыми, в горах, на высоте более 1200 м – в виде снега. Высота снежного покрова составляет 30-50 см, тает он в марте. Фронт таяния начинается в низкогорье и постепенно смещается на большие высоты, так что в целом продолжительность стока талых снеговых вод весной может растянуться на месяц и даже более. Всё остальное время Иранское нагорье осадков лишено. Зимняя фронтальная деятельность заключается не только в выпадении осадков, но и в усилениях ветра; это, при наличии интенсивного температурного выветривания (суточные перепады температур зимой могут достигать 15° с переходом через 0°), приводит к активным эоловым процессам и возникновению причудливых форм эолового рельефа [3].

Методы

Сочетание и сезонное чередование экзогенных процессов центрального Ирана – эоловых и флювиальных, создаёт неповторимый облик экзогенного рельефа в геоморфологически различных районах Иранского нагорья [5]. Отлаженная тури-

стическая инфраструктура: гостиницы разного уровня в городах и гостевые дома в деревнях, находящиеся непосредственно рядом с туристическими объектами, хорошие дороги и придорожный сервис, хорошая доступность делают осмотр ландшафтных (геоморфологических) объектов весьма привлекательным, наряду с традиционными архитектурно-историческими туристическими объектами. Далее даётся обобщенное описание наиболее интересных с точки зрения туриста географа или натуралиста широкого профиля геоморфологических ландшафтов центрального Ирана.

Объекты описания

1. Восточные склоны низкогорий, обрамляющих хребты Загрос и Кухбендан, подвержены плоскостному и линейному смыву. Смыв проявляется на склонах только зимой и ранней весной, во время выпадения осадков и таяния снега. В принципе, временные водотоки – плоскостные и линейные, и создаваемые ими формы рельефа являются типичными почти для всех морфоклиматических зон, но в описываемом регионе они происходят на фоне полного отсутствия растительности. Поэтому незащищённый грунт очень быстро намокает, тяжелеет и становится более подвержен оползанию и размыву. При высоком содержании песка в отложениях склонов на них формируется типичный бедленд с очень частым расположением промоин. Глинисто-суглинистые грунты при намокании начинают хаотично оползать, образуя языки грунта, осыпи, «слепые» ложбины длиной в первые метры, понижения и т.д. Растительность сдерживала бы безудержное проявление склоновых процессов и эрозии на пластичных грунтах склонов, но её нет.

2. Сползший со склонов пылеватый материал летом очень быстро высыхает и переносится ветром; большая часть пыли и мелкозернистого песка отлагается у подножья холмов, образуя там делювиальный шлейф; другая часть переносится ветром на большие расстояния, заполняя неровности рельефа.

3. Наряду с современной эоловой планацией в предгорном поясе сохраняются крупные конусы выноса материала образованными многочисленными водотоками, стекающими с гор во время таяния снега. Слившись друг с другом, они создают сухие предгорные аллювиальные равнины. Скорее всего, такие равнины являются реликтовыми формами рельефа, образовавшимися в плювиальный период позднеледниковья и раннего голоцена [2]. Аналогичные аллювиальные равнины широко распространены как в семиаридных областях восточного Тибета, так и в гумидных предгорьях Буреинского и других хребтов российского Дальнего Востока.

4. Водные потоки, возникающие на склонах гор зимой и весной, сейчас уже не образуют сплошных конусов выноса, но вырабатывают на плоских равнинах даже на большом расстоянии от предгорий сухие долины с прекрасно сохранившимися аккумулятивными формами руслового рельефа, поймами и даже террасами; борта таких долин прорезаются сухими оврагами и балками.

Вода, протекающая по этим руслам, балкам и оврагам, в начале лета, как правило, испаряется, однако в некоторых понижениях застаивается и сохраняется даже в сухие сезоны. Там образуются озера горько-солёной воды с высо-

кой концентрацией NaCl и MgCl. В котловинах пустынных равнин такие озера далеко не всегда сохраняются продолжительное время – в маловодные годы они испаряются почти полностью; там сохраняется лишь тонкий слой рапы (мощностью 5-10 см) в котором наряду с испарением происходит кристаллизация солей. При этом их поверхность становится разбитой на многоугольные полигоны, подобные тем, которые возникают в рыхлых толщах в районах вечной мерзлоты. Таковы озера Депрячейе-Немек, Гавхуни, Джазмуриан и другие, находящиеся ближе к восточной границе Ирана.

Большим постоянством отличаются соленые озера, возникшие в межгорных котловинах в пределах горных хребтов Загроса и Кухруда – они находятся на высоте около 2 км, где температура воздуха, а следовательно, и испарение, замечено ниже, чем на открытых пространствах равнин. К тому же горные хребты, обрамляющие озерные котловины, создают тень, также препятствующую активному испарению. Таковы озера Мехарлу (Розовое), Тешк, Бехтеган (Нейриз). В соленых озерах производится добыча соли в промышленных масштабах.

5. Наибольшим своеобразием отличаются экзогенные формы рельефа на равнинах обширных прогибов-грабенов. В местах скопления рыхлого, хорошо сортированного мелкозернистого песка образуются типичные барханные цепи с «живыми» барханами и пирамидальными дюнами. Их высота достигает нескольких десятков метров, между ними возникают глубокие понижения округлой формы. По периферии барханных участков пустынь формируются т.н. микробарханы - песчаные гряды высотой не более полутора метров, следующие друг за другом и образующие черепитчатую укладку. Однако следует сказать, что участков с аккумулятивным эоловым рельефом в исследованной части Иранского нагорья оказалось очень мало –, они занимают ограниченные пространства между щебнистыми и каменистыми холмами. Значительно чаще на равнинах центрального Ирана встречаются иные виды рельефа, происхождение которых во-многом остается непонятным.

6. В первую очередь это разбросанные по равнине на близком расстоянии друг от друга холмы, поросшие кустарником. Высота таких холмов составляет 4-5 м, их диаметр колеблется от 10 до 15 м. Сложены они алевритом (супесью) – плотным, но рассыпающимся при ударе материале тёмно-песочного цвета. Иногда на склоне, образовавшимся после механического повреждения, угадывается горизонтальная слоистость. Между холмами поверхность абсолютно ровная и представлена либо щебнистой пустыней, лишенной растительности, либо такырами – растрескавшимися полигонами засохшей грязи. При этом, никаких сухих русел вблизи не обнаруживается.

Происхождение такого пустынного ландшафта остается неясным. Возможно, образование холмов и такыров связано с высоким влагосодержанием поверхностных толщ рыхлых горных пород – вода просачивается сюда от находящихся неподалёку (на расстоянии 5-10 км) отрогов хребтов системы Кухруд (Кухбентан, Кухе-сорх и др.). На наличие здесь подземной воды указывают подземные водонакопители (памятники сельской промышленной архитек-

туры), в которых вода накапливается не только после дождей, но и в сухие сезоны, и используется затем жителями окрестных деревень. При повышении влагонасыщенности может происходить подъем влаги по капиллярам и смачивание поверхностных слоев грунта; при дальнейшем испарении воды грунт высыхает и разбивается на полигоны.

Происхождение самих холмов остается загадкой; возможно, они являются гипертрофированной формой типичной зачаточной формой дефляционно-аккумулятивного эолового рельефа – «холмик-коса»: первичные формы образуются возле кустов, местами разреженно покрывающих увлажнённую пустыню; после редких дождей мелкий песок уплотняется и становится ядром для накопления около него следующих порций песка. На разросшемся песчаном образовании вырастают новые кусты – и далее этот процесс продолжается в геометрической прогрессии. В результате образовавшуюся местность можно условно назвать местностью «бугристых песков».

7. Еще более необычно выглядят группы округлых холмов-полусфер тесно приближенных друг к другу Диаметр округлостей составляет около 2 м, высота – 1,5 м, расстояние между полусферами – не более 10 см. Сложены они суглинком, растительности на них и поблизости от них никакой нет. Первое предположение, объясняющее их происхождение — это остатки древних глинобитных построек, покинутых людьми. Такие полусферы действительно встречаются в местах древних поселений людей, но, как правило, они сосредоточены в пределах цитаделей, окруженных крепостными стенами. Остаётся предположить, что такие полусферы – деформированные микробарханные цепи, структурированные в полусферы из-за различий в податливости уплотняющегося при намокании песка. Тем более, такая избирательная коррозия в полной мере проявляется на некоторых других участках равнинных пустынь центрального Ирана.

8. Речь идет о наиболее эффектных формах эолового рельефа – песчаных скульптурах, напоминающих корразионных истуканов – «гоблинов». Такие скульптуры сосредоточены только в одном месте центрального Ирана – в пустыне Калут на западе пустыни Деште-Лут. Здесь на площади около 7500 кв. км развиты линейные долинообразные понижения, разделенные положительными «хребтами»; ориентированы они с северо-запада на юго-восток.

Возвышенные «хребты» на всем своем протяжении осложненными причудливыми скульптурами – колоннами, башнями, целыми «крепостями» с отвесными стенками и глубокими «рвами» вокруг. Все эти природные «сооружения» сложены разными фракциями песка. Однако плотность песка различна – колонны, башни, другие скульптуры сложены песком плотным, плохо сортированным, с большой примесью глинистых частиц. Долинообразные понижения выстланы мелкозернистым желтым песком; фигурных скульптур на днищах таких понижений нет, но на их бортах прослеживаются прислоненные барханы, образовавшиеся при наддувании песка низу вверх на борта понижений [4]. Ширина таких понижений составляет 4-50 м, ширина разделяющих их «хребтов» -

примерно такая же. То есть расстояние между двумя линейными понижениями не превышает их собственной ширины и составляет около 50 м.

Подобные формы рельефа можно объяснить только с помощью избирательной денудации потоками воздуха слоев песка разной плотности. Плохо сортированный песок с содержанием илистых фракций, которые уплотняются при намачивании, разрушается под действием ветра неодинаково – наиболее плотные слои выдерживают несильный воздушный ветровой напор, менее плотные – подвергаются дефляции. В результате возникают случайные, но очень разнообразные по форме скульптуры. Кровля многих песчаных скульптур представлена еще более плотными песками; на многих скульптурах она наклонена и ориентирована в одну сторону, так, что вершины таких скульптур напоминают куэсты. Такая форма обусловлена как первичным наклоном песчаных слоев, так и господствующим направлением ветров.

Нетрудно заметить, что механизм их образования такой же, как при корразии, но только материал, из которого эти скульптуры созданы, не скальный, а такой же песчаный, только немного более плотный. Поэтому конкретные «скульптуры» из песка недолговечны, хотя в целом данная область представляется весьма устойчивой в пространстве и во времени. В понижениях между «хребтами» напор ветрового потока, суженного стенками, усиливается и выдуваются уже все фракции песка – возникает устойчивое понижение, ориентированное по направляющим ветрам. Определенно, такие понижения не имеют ничего общего с речными долинами, равно как и весь комплекс подобного рельефа образовался без участия текущих водных потоков.

9. Наиболее равнинные и пониженные участки межгорий Иранского нагорья заняты скрытыми солончаками – обширными полями глин, покрытых маломощным белым соляным налётом. Издали такие участки напоминают заснеженные поля. Распространены они на значительных площадях соляной пустыни Деште-Кевир. Скорее всего, засоленные ныне участки пустыни во время плювиального периода раннего голоцена были заняты солеными озерами. При иссушении климата сначала испарился поверхностный слой воды, а затем наступил период почвенной засухи, и вода стала испаряться из насыщенных солёной водой донных озерных отложений. При этом, соли, насыщающие воду, оставались на месте, выстилая стенки капилляров почвы и глинистую поверхность бывшего дна.

10. Если в центральной части Иранского нагорья чередуются низменные равнины, заполненные рыхлыми отложениями, и глыбовые хребты, то на северной периферии котловин Иранского нагорья, примыкающей к активно воздымающемуся хребту Эльбурс, возникают своеобразные формы рельефа – микрокуэсты. Их можно представить, как небольшие по размерам морфоструктуры – они сложены наклоненными в направлении от Эльбурса слоями красноватого песчаника. Отлагавшиеся здесь в доальпийскую эпоху слои песчаника отреагировали на бурное воздымание Эльбурса и приобрели наклон в сторону, противоположную хребту. Локальное разрушение этих наклонившихся пластов про-

исходило по трещинам, вытянутым вдоль простирания пластов. В результате чего территория приобрела вид черепитчатой укладки.

Обсуждение результатов и выводы

Данный обзор не претендует на исчерпывающую полноту описания территории и районирования ее по ландшафтно-геоморфологическим признакам для всего государства Иран. Поэтому здесь отмечено и проведено описание только наиболее характерных и интересных для туристов-природоведов ландшафтов Ирана, оставив между ними обширные «белые пятна» неисследованных территорий. Однако в настоящем описании указаны ареалы с наиболее своеобразными формами эолово-флювиального, аридного и склонового рельефа, которые могут явиться основой для поиска и распространения по всей территории Иранского нагорья аналогичных или еще не встретившихся при данном обследовании привлекательных для туристов-путешественников форм рельефа и ландшафтов в целом. Результатом могла бы стать карта ландшафтно-геоморфологических памятников природы всего Иранского нагорья

Литература

- [1] *Кондратьева Т. И., Алексеев Б.А., Климанова О. А., Ковалева Т.А., Голубев Г.Н.* Физическая география материков и океанов. В 2 томах. Том 1. Физическая география материков и океанов. - М.: изд-во «Академия», 2014.
- [2] *Марков К.К., Величко А.А., Лазуков Г.И., Николаев В.А.* Плейстоцен. М.: изд-во «Высшая школа». - 1968.
- [3] *Притула Т.Ю., Еремина В.А., Спрялин А.Н.* Физическая география материков и океанов М.: Владос, 2003.
- [4] *Чернов А.В.* Рельеф Центральной Сахары и его динамика География: развитие науки и образования. Т.1 // Мат-лы Всерос. научно-практ. Конф. «LXXII Герценовские чтения» 18-21 апреля 2019 года. СПб., издание РГПУ им. А.И. Герцена, 2019.
- [5] <http://www.geonature.ru/> Физическая география материков и океанов. Иранское нагорье.

S u m m a r y: The report contains a professional view of the geographer on the unique and very effective forms of Aeolian, fluvial and slope relief that arose in arid conditions, and objects created by man to live in waterless deserts.

РАССЕЯННОЕ ОСАДОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В МАРТЕ 2019 ГОДА

В.П. Шевченко, С.К. Белоруков, А.Г. Боев, В.Б. Коробов, А.С. Лохов,
Д.П. Стародымова, А.Е. Яковлев

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, vshevch@ocean.ru

DISPERSED SEDIMENTARY IN SNOW COVER OF PRIMORSKY DISTRICT OF ARKHANGELSK REGION IN MARCH 2019

V.P. Shevchenko, S.K. Belorukov, A.G. Boev, V.B. Korobov, A.S. Lokhov,
D.P. Starodymova, A.E. Yakovlev

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. В докладе представлены результаты исследования рассеянного осадочного вещества (нерастворимых частиц) в снежном покрове Приморского района Архангельской области в марте 2019 года. На фоновых участках концентрация нерастворимых частиц в снежном покрове находится на характерном для Арктики уровне. Концентрации возрастают в городах и вблизи шоссе. В составе рассеянного осадочного вещества преобладают литогенные и биогенные частицы. Во всех пробах присутствуют антропогенные частицы (пепел и сажа), доля которых возрастает в г. Архангельске.

Ключевые слова: рассеянное осадочное вещество, снежный покров, природные архивы, загрязнение, водосборный бассейн, черный углерод

Введение

Снежный покров обладает рядом свойств, делающим его удобным индикатором состояния экосистемы. В снежном покрове накапливаются нерастворимые микро- и наночастицы и растворённые вещества, вымытые из атмосферы во время снегопадов и осевшие в период между снегопадами [1-3, 5, 6, 9, 12, 18]. Снежный покров фиксирует атмосферные выпадения за снежный период года. Зимой суша в северных районах покрыта снегом, а реки, озера, моря – слоем льда, поэтому поступление аэрозольного вещества из почвы прилегающих районов минимально, и определяющее значение приобретает вещество, переносимое в атмосфере от дальних различных источников или от локальных антропогенных источников [4, 7, 13, 15, 19, 22].

Регулярные исследования рассеянного осадочного вещества в водосборном бассейне Белого моря проводились с 2001 г. в рамках проекта «Система Белого моря» (руководитель – академик А.П. Лисицын) и продолжают по настоящее время [8, 14]. С 2016 г. такие исследования проводятся на льду озёр Пикалёво и Заднее, а также протоки Кузнечиха, расположенных в Приморском районе Архангельской области [11, 17]. В данном докладе представлены результаты экспедиции, проведённой в Приморском районе Архангельской области (водосбор Двинского залива Белого моря) в марте 2019 г.

Объекты и методы

В конце зимнего сезона 4-6 марта 2019 г. были проведены исследования в Приморском районе Архангельской области (рисунок). Работы на озере Пикалёво выполнены 5 марта 2019 г, на озере Заднее – 6 марта 2019 и на протоке

Кузнечиха – 4 марта 2019 г. Снег отбирали пластмассовой лопатой из шурфа известной площади от поверхности снега до границы снег–лёд и упаковывали в полиэтиленовые мешки, предварительно промытые дистиллированной водой. На озеро Пикалёво отобрана 1 проба снега, на озере Заднее – 7 проб, на протоке Кузнечиха – 1 проба. В лаборатории в г. Архангельске снег растапливали при комнатной температуре в пластиковых ведрах, закрытых крышками, и фильтровали через предварительно взвешенные лавсановые ядерные фильтры (г. Дубна) диаметром 47 мм с диаметром пор 0,45 мкм. После окончания фильтрации фильтры перекладывали в чистые пластиковые чашки Петри диаметром 60 мм, высушивали при температуре 55-60°C и повторно взвешивали.

В лаборатории от каждого ядерного фильтра был отрезан кусочек размером 5×5 мм, который был наклеен на подложку из алюминиевой фольги и напылён золотом. Нерастворимые частицы снега исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе VEGA 3 (Tescan). Элементный состав частиц определяли с помощью энергодисперсионного микроанализатора (микронзонда) Oxford X-MAX в диапазоне напряжений 0-20 кВ.

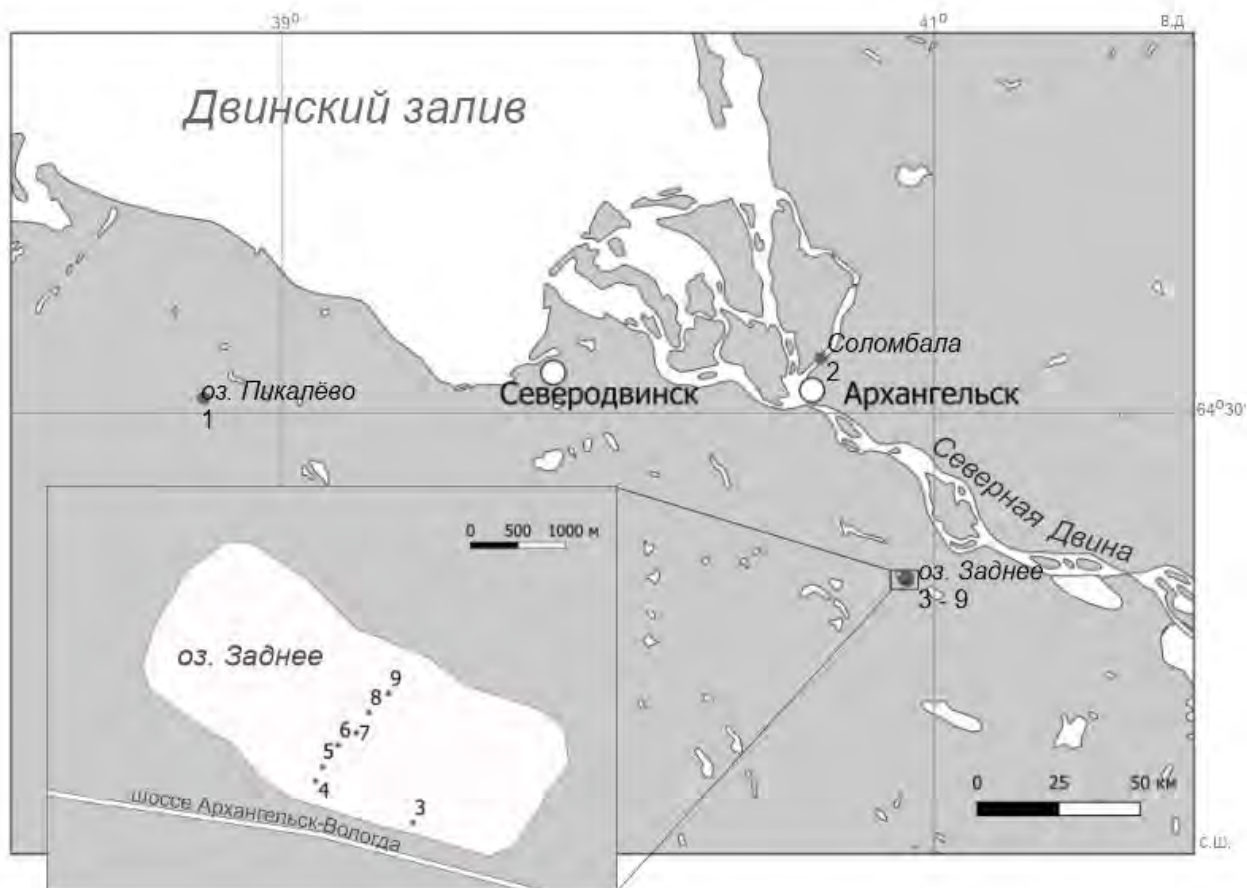


Рис.1 Схема расположения точек отбора проб снега.

Результаты и их обсуждение

Наиболее низкая концентрация нерастворимых частиц (0,96 мг/л) была отмечена 5 марта 2019 г. на льду озера Пикалёво. Это значение практически совпадает с концентрацией нерастворимых частиц в снеге на этом озере в конце зимнего сезона 29 февраля 2016 г. (1,1 мг/л), 20 февраля 2017 г. (0,9 мг/л) и 5

марта 2018 г. (1,11 мг/л) [17] и находится на фоновом уровне как для Арктики, так и для водосборного бассейна Белого моря [14, 16].

Концентрация нерастворимых частиц в снежном покрове на льду около левого берега протоки Кузнечиха в Соломбале (точка № 2) составляла 2,88 мг/л, что значительно ниже концентраций, измеренных нами вблизи этой точки в конце зимних сезонов в 2005 и 2006 гг. (в среднем 9,54 и 11,9 мг/л, соответственно) [14]. Связано это, по-видимому, с уменьшением загрязнения атмосферы Архангельска в результате перевода Архангельской ТЭЦ на использование в качестве топлива природного газа вместо мазута, а также с остановкой в апреле 2013 г. производства ОАО «Соломбальский ЦБК» [10]. Наиболее высокие концентрации нерастворимых частиц на льду озера Заднего отмечены вблизи шоссе Архангельск – Вологда (5,04 мг/л в точке № 3). По мере удаления от шоссе концентрации частиц убывают до 1,48-2,7 мг/л в точках №№ 7-9.

Было выявлено преобладание в рассеянном осадочном веществе снежного покрова на озере Пикалёво минеральных (литогенных) частиц размером менее 10 мкм и биогенных частиц (споры, пыльца, растительные волокна). На льду протоки Кузнечиха преобладал тонкозернистый (<1 мкм) органоминеральный материал (включая глинистые минералы), существенную часть рассеянного осадочного вещества составляли антропогенные (пепел и черный углерод) и биогенные частицы, отмечены неокатанные зёрна плагиоклаза размером до 15x20 мкм и кварца до 7x15 мкм. Во всех пробах отмечено присутствие частиц черного углерода, которые образуются при неполном сгорании различных видов топлива и окрашивает снег в серый (черный) цвет, снижая способность снежного покрова отражать солнечный свет [20, 21].

В снежном покрове озера Заднего на ближних к шоссе точках преобладали минеральные зёрна (в первую очередь кварц, плагиоклаз, диопсид), выдуваемые ветром с шоссе, где песок используется в качестве средства борьбы с гололёдом. По мере удаления от шоссе возрастала доля биогенных и антропогенных (пепел и черный углерод) частиц.

Выводы

На фоновых участках Приморского района Архангельской области в начале марта 2019 г. концентрация рассеянного осадочного материала (нерастворимых частиц) в снежном покрове находится на фоновом для Арктики уровне. Концентрации возрастали в г. Архангельске и вблизи шоссе Архангельск–Вологда.

Основными компонентами рассеянного осадочного вещества в изученных пробах снежного покрова являются литогенные (в первую очередь глинистые минералы, кварц, плагиоклаз) и биогенные частицы. Во всех пробах отмечены антропогенные частицы (пепел и черный углерод), доля которых возрастает в г. Архангельске.

Благодарности

Авторы благодарны академику А.П. Лисицыну за поддержку и ценные советы. Исследования были проведены при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00938-а).

Литература

- [1] Бояркина А.П., Байковский В.В., Васильев Н.В. и др. Аэрозоли в природных планшетах Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 157 с.
- [2] Василевич М.И., Василевич Р.С., Михайлов В.И., Кривошапкин П.В. Оценка свойств атмосферных взвесей в снеге фоновых территорий таежной зоны Европейского северо-востока России // Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 2. С. 184-190.
- [3] Голохваст К.С., Чекрыжов И.Ю., Паничев А.М. и др. Первые данные по вещественному составу атмосферных взвесей Владивостока // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, №1(8). С. 1853-1857.
- [4] Дунаева Е.А., Айвазова Е.А., Чагина Н.Б., Варакин Е.А. Исследование накопления металлов и взвешенных частиц в снеговых выпадениях г. Архангельска // Молодёжь и медицинская наука. Материалы III межвузовской научно-практической конференции молодых учёных (Тверь, 2015). Тверь: Изд-во ГБОУ ВПО Тверского ГМУ Минздрава России, 2015. С. 82-86.
- [5] Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2012. № 4. С. 14-24.
- [6] Котова Е.И., Коробов В.Б., Шевченко В.П. Особенности формирования ионного состава снежного покрова в прибрежной зоне западного сектора Арктических морей России // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7843> (дата обращения: 29.02.2020).
- [7] Лисицын А.П. Нерешенные проблемы океанологии Арктики // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. М.: Научный мир, 2001. С. 31-74.
- [8] Лисицын А.П., Шевченко В.П., Немировская И.А. и др. Развитие четырехмерной океанологии и создание фундаментальных основ комплексного мониторинга морских экосистем (на примере Белого моря) // Физические, геологические и биологические исследования океанов и морей / Отв. ред. С.М. Шаповалов. М.: Научный мир, 2010. С. 559-597.
- [9] Митяев М.В., Герасимова М.В., Рыжик И.В., Ишкулова Т.Г. Нерастворимые фракции аэрозолей и тяжелых металлов в сежевыпавшем снеге на северо-западе Кольского полуострова в 2018 г. // Лёд и Снег. 2019. Т.59. №3. С. 307-318.
- [10] Состояние окружающей среды в муниципальном образовании «Город Архангельск» в 2015 г. Архангельск, 2016. 72 с.
- [11] Стародымова Д.П., Шевченко В.П., Белоруков С.К. и др. Элементный состав рассеянного осадочного вещества снежного покрова Приморского района Архангельской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 2(92). Ч. 1. С. 111-119.

- [12] *Таловская А.В., Язиков Е.Г., Панченко М.В., Козлов В.С.* Мониторинг потоков аэрозольных выпадений в фоновых районах Томской области // *Оптика атмосферы и океана*. 2007. Т. 20. № 6. С. 517-523.
- [13] *Шевченко В.П.* Аэрозоли – влияние на осадконакопление и условия среды в Арктике. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М., 2000. 213 с.
- [14] *Шевченко В.П., Алиев Р.А., Бобров В.А. и др.* Эоловый материал в природных архивах // *Система Белого моря. Т. II. Водная толща и взаимодействующие с ней атмосфера, криосфера, речной сток и биосфера* / Отв. ред. Лисицын А.П., ред. Немировская И.А. М.: Научный мир, 2012. С. 70-107.
- [15] *Шевченко В.П., Коробов В.Б., Лисицын А.П. и др.* Первые данные о составе пыли, окрасившей снег на Европейском севере России в желтый цвет (март 2008 г.) // *Доклады Академии наук*. 2010. Т. 431. № 5. С. 675-679.
- [16] *Шевченко В.П., Лисицын А.П., Штайн Р. (Stein R.) и др.* Распределение и состав нерастворимых частиц в снеге Арктики // *Проблемы Арктики и Антарктики*. № 75. Санкт-Петербург: ААНИИ, 2007. С. 106-118.
- [17] *Шевченко В.П., Стародымова Д.П., Белоруков С.К. и др.* Рассеянное осадочное вещество в снежном покрове Приморского района Архангельской области в конце зимнего периода // *География: развитие науки и образование*. Т. I. Коллект. Моногр. по мат-лам ежегодной Всерос. с междунар. участием научно-практической конф. LXXII Герценовские чтения, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 18-21 апреля 2019 года / СПб.: Астерион, 2019. С. 213–217.
- [18] *Callaghan T.V., Johansson M., Brown R.D. et al.* Changing snow cover and its impacts // *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere*. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2011. P. 4.1–4.58.
- [19] *Darby D.A., Burckle L.H., Clark D.L.* Airborne dust on the Arctic pack ice: Its composition and fallout rate // *Earth and Planetary Science Letters*. 1974. V.24. P. 166-172.
- [20] *Evangelidou N., Shevchenko V.P., Yttri K.E. et al.* Origin of elemental carbon in snow from western Siberia and northwestern European Russia during winter–spring 2014, 2015 and 2016 // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2018. V.18. P. 963-977.
- [21] *Quinn P.K., Stohl A., Arneth A. et al.* The Impact of Black Carbon on Arctic Climate. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2011. 72 p.
- [22] *Walker T.R., Crittenden P.D., Young S.D.* Regional variation in the chemical composition of winter snow pack and terricolous lichens in relation to sources of acid emissions in the Usa river basin, Northeast European Russia // *Environmental Pollution*. 2003. V. 125. P. 401-412.

S u m m a r y. The report presents the results of a study of dispersed sedimentary substances (insoluble particles) in the snow cover of the Primorsky District of the Arkhangelsk Region in March 2019. In the background areas the concentration of insoluble particles in the snow cover is at a level characteristic of the Arctic. Concentrations are increasing in cities and near the highway. The composition of the dispersed sedimentary substance is dominated by lithogenic and biogenic particles. All samples contain anthropogenic particles (ash and black carbon), the proportion of which increases in the city of Arkhangelsk.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЛЕДНИКИ БАСЕЙНА РЕКИ ИНГУРИ (ГРУЗИЯ)

Л.Д. Шенгелия*, Г.И. Кордзахия*, Г.А. Тваури**, М.Ш. Дзадзамия***

*Грузинский технический университет, институт гидрометеорологии, Тбилиси, Грузия,
Larisa.shengelia@gmail.com

**Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили,
институт физики им. Э. Андроникашвили, Тбилиси, Грузия

***Национальное агентство по окружающей среде, Тбилиси, Грузия

CLIMATE CHANGE IMPACT ON THE GLACIERS OF THE INGURI RIVER BASIN (GEORGIA)

L.D. Shengelia*, G.I. Kordzakhia*, G.A. Tvauri**, M.S. Dzadzamia***

*Hydrometeorological Institute, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

**Andronikashvili Institute of Physics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

***National Environmental Agency, Tbilisi, Georgia

Аннотация. Проблема изменения криосферы является приоритетной задачей исследований МГЭИК. ООН приняла специальную резолюцию в отношении высокогорных регионов, в которой проблеме влияния изменения климата на ледники и рискам, которые связаны с их деградацией отводится одна из главных ролей. С начала XXI века исследования ледников в Грузии приобретают все большее значение. Это, в основном, обусловлено тем, что деградация ледников вызывает увеличение интенсивности и частоты стихийных бедствий ледникового и гидрологического характера, повышение уровня воды в Черном море, и изменение речного стока. Изучение современного состояния ледникового покрова в Грузии важная народно-хозяйственная задача и для получения научно обоснованного ответа с учетом воздействия текущего изменения климата, необходимо использовать спутниковое дистанционное зондирование (СДЗ) с высоким разрешением. Ледниковый бассейн реки Ингури один из наиболее мощных бассейнов Грузии и ее изменение представляет большой интерес. В представленной работе, детально изучена деградация ледников бассейна реки Ингури вследствие влияния текущего изменения климата.

Ключевые слова: ледники Грузии, деградация, изменение климата, спутниковое дистанционное зондирование.

Введение

Научные исследования ледников на Кавказе были начаты во второй половине XIX века. Ряд ученых разных поколений в течение столетий участвовали в полевых работах и определили различные характеристики ледников [1–4].

Результаты более 100-летних крупномасштабных гляциологических исследований о ледниках Грузии, начатых с 1860 г. в бывшей Российской империи и продолженных в течении 70-ых гг. в Советском Союзе, были суммированы и представлены в нескольких выпусках каталога ледников бывшего Советского Союза (далее - каталог) [5]. Ледники Грузии в этом каталоге не были представлены независимо и были систематизированы как часть кавказской системы ледников. Из-за важности этого каталога, позже он был включен в инвентаризацию ледников мира (WGI).

В условиях глобального потепления (приблизительно со второй половины XX века) ледники Грузии отступают и деградируют [6–8]. Эти процессы приводят к увеличению количества ледниковых и гидрологических катастроф. Из-за разрушения ледников происходит блокирование русла реки и образование есте-

ственных плотин, их прорыв и прохождение катастрофических паводков и селевых потоков. Достаточно вспомнить гляциологический коллапс в мае и августе 2014 года в ущелье Амали-Девдораки (бассейн р. Терек), что сопровождалось человеческими жертвами и значительным материальным ущербом. Схожие процессы имели место в июле 2019 года в ущелье Местиачала (бассейн р. Ингури). Стихиям предшествовало таяние ледников и оставшегося в горах снега, что совпало с обильными атмосферными осадками.

Регион исследований, объекты и методы

Регионом исследования является ледниковый бассейн р. Ингури. Этот ледниковый бассейн расположен в высокогорном крае Сванетии – горном регионе на северо-западе Грузии. В этом высокогорном регионе, в июле 2019 года мощные водные потоки затопили здание и часть объектов «Местиачала ГЭС-1», снесли мост и нанесли тяжелый урон инфраструктуре Местийского муниципалитета. Стихии предшествовало таяние ледника Мурквами (рис.1 № 253). От ледника Мурквами берёт начало р. Мурквами, которая является левым притоком р. Местиачала. В свою очередь р. Местиачала около поселка Местия с правой стороны впадает в р. Мулхра, которая втекает в р. Ингури.

Чтобы дать научно обоснованный ответ на проблему таяния ледников и определить соответствующие риски под воздействием современных климатических изменений, необходимо использовать СДЗ с высоким разрешением, поскольку оно позволяет одновременно изучать ледники для больших регионов с необходимым разрешением и точностью в пределах ограниченных ресурсов и времени.

Технологические и методологические подходы, основанные на СДЗ, оказались эффективными для исследований оледенения. Поэтому для решения намеченных задач и целей используются методы, апробированные как зарубежными исследователями, например [9], так и разработанные авторами настоящей работы [6-8]. Использование СДЗ делает возможным за короткий промежуток времени определить большинство характеристик ледника: максимальной длины, площади, минимальных и максимальных высот, высоты фирновой линии, площадей аккумуляции и абляции. Основу нашей методологии составляет, наряду с данными СДЗ, комплексное использование исторических данных [5], схем ледников из каталога (рис. 1), существующих полевых материалов и применение экспертных знаний. Важно, что методология включает реализацию эффективных процедур оценки и контроля качества (QA / QC) данных СДЗ [6-8].

Влияние текущих изменений климата на ледники Грузии четко выявляется в статистике таяния малых ледников (площадь в диапазоне от 0,1 до 0,5 км²), прослеживается в изменениях как интегральных, так и детальных характеристик ледников: площадь и количество ледников в ледниковых бассейнах и в отступлении крупных ледников (площадь более 2 км²).

В работе исследован ледниковый бассейн реки Ингури, который является одним из наиболее мощных и важных бассейнов Грузии. Естественен большой интерес к его изучению. С этой целью используются снимки СДЗ, а именно данные, полученные со спутников Landsat (разрешение 15-30 м) и нескольких

архивов спутниковых данных, а именно данные Национального космического управления по авиации (NASA) и проекта «Глобальные измерения сухопутного льда из космоса» (GLIMS). Эффективна программа Google Earth, которая предлагает спутниковые снимки с высоким пространственным разрешением (0,5-0,8 м), что позволяет более точно определить контуры ледника. Для обработки спутниковых данных используются различные форматы ГИС.

Обсуждение результатов

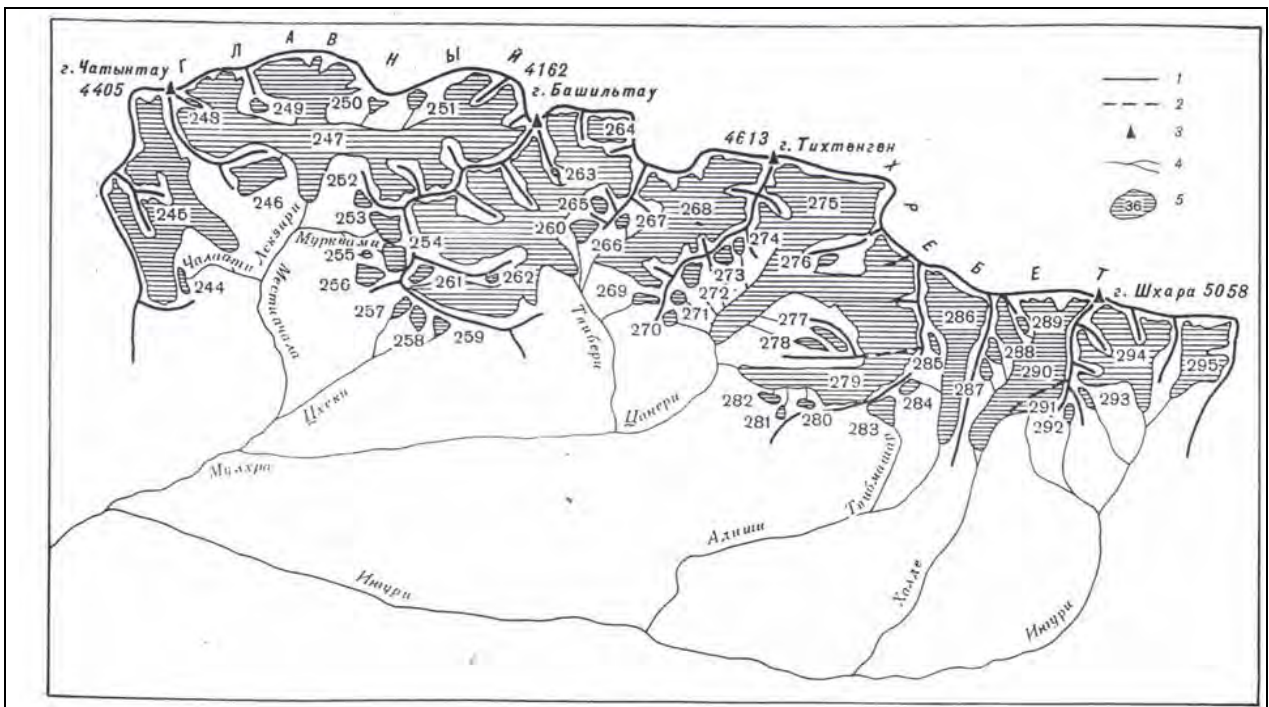
Для определения воздействия изменения климата на ледниковые бассейны, данные ледников, полученные по вышеупомянутой методологии с использованием СДЗ, сравниваются с данными тех же ледников из каталога. Разница в 50 лет между данными каталога и СДЗ создает предпосылку для определения изменений в бассейнах оледенения.

Схема ледников (рис.1. а) из каталога используется для идентификации (установление соответствующих номеров и соответственно местоположения ледников) ледников (особенно небольших ледников) на изображениях СДЗ. По каталогу в бассейне р. Ингури расположены 194 ледника и каждый из них был идентифицирован. На рис.1. б, как пример, приведены два идентифицированных ледника.

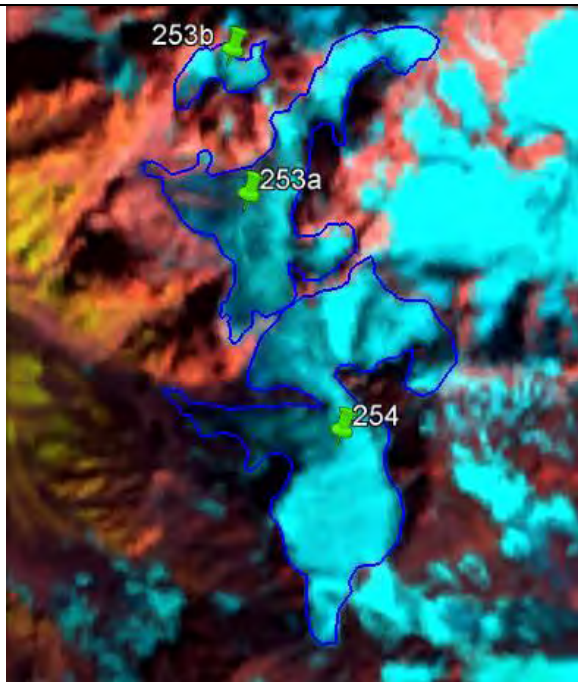
Следующим шагом является определение значений площадей изучаемых ледников на снимках СДЗ и их сравнение с данными тех же ледников из каталога и топографических карт 60-х годов прошлого века (рис. 1. г). При сравнении контуров ледников полученных по данным СДЗ с контурами на топографических картах выяснилось, что площади всех ледников в Грузии сократились за последние 50 лет. Вместе с тем, для отдельных ледников данные о площади в каталоге оказались меньше, чем по данным СДЗ и топографическим картам, создавая впечатление, что площадь таких ледников увеличилась по сравнению с 60-ми годами. Использование очертаний ледников, показанные на топографической карте того же периода позволило исправить неточные данные каталога.

В таблице 1 приведены основные характеристики ледников бассейна р. Местиачала (#244–259) по данным СДЗ (столбец 1), каталога (столбец 2) и исправленные неточные данные каталога с помощью топографических карт (столбец 3). В таблице 1 знаком *** обозначены снежники*, которые не указаны в каталоге.

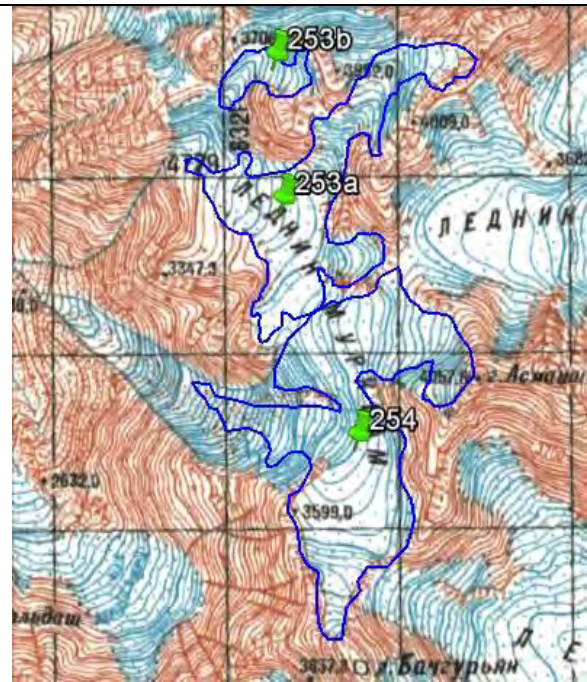
* Снежник - неподвижное естественное скопление снега, фирна и льда, в местах, защищённых от ветра и солнца, ниже снеговой линии, сохраняющееся после стаивания окружающего снежного покрова (сезонный снежник) или не тающее в течение всего года (постоянный снежник, перелемток). При деградации ледников снежники выступают как их остаток.



а



б



г

Рис.1. а. Схема расположения ледников в бассейнах рек Мулхры, Адиши, Халде и верховьев р. Ингури. 1 – водоразделы, 2 – ледоразделы, 3 – вершины, 4 – реки, 5 – ледники и их номера; б. Идентифицированные ледники Мурквами №253 и №254, на спутниковом снимке; и г.– на топографической карте 60-х годов прошлого века. Для сравнения синим цветом представлены контуры ледников, как на спутниковом снимке (б), так и на топографической карте (г).

Таблица 1

Основные характеристики ледников бассейна р. Местичала (№244-259)
по данным СДЗ (1), каталога (2) и исправленные неточные данные
каталога с помощью топографических карт (3)

№	имя и № по каталогу	идентификационный номер по WGI	№ на снимках ДЗЗ	макс. длина (км)		Площадь (км ²)			мин. высота (м)		Макс. высота (м)	
				(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)
1	231a	SU5T09105244	244		0.5	0.02	0.1			3050		3150
2	Чалаати, 231b	SU5T09105245	245	6.7	7.3	11.7	11.3	13.6	1922	1850	4377	3900
			***			0.09						
			***			0.05						
			***			0.03						
			***			0.03						
			***			0.03						
3	234a	SU5T09105246	246	1.7	2.2	1.4	1.8		2684	2410	3586	3370
4	Лехзири, 234b	SU5T09105247	247a	10.8	11.8	24.8	33.7		2212	2020	4238	4050
			247b	3.9		6.5			2519		4035	
5	234c	SU5T09105248	248		0.8	0.01	0.1			3450		3700
6	234d	SU5T09105249	249a	1.1	0.6	0.2	0.1	0.5	3127	3450	3797	3750
			249b			0.05						
7	234e	SU5T09105250	250a	0.4	0.6	0.1	0.2		3484	3250	3885	3500
			250b			0.04						
			250c			0.01						
8	234f	SU5T09105251	251a		0.8	0.06	0.2			3600		3750
			251b			0.02						
9	236	SU5T09105252	252a		0.7	0.02	0.1			2970		3450
			252b			0.01						
			***			0.05						
			***			0.01						
10	Мурквами, 237a	SU5T09105253	253a	2.0	2.0	0.8	1.5		3141	2850	3980	3870
			253b	0.6		0.1			3322		3701	
11	237b	SU5T09105254	254	2.0	2.2	1.2	0.7	1.8	2912	2900	3988	3650
12	237c	SU5T09105255	255		0.6	0	0.1			3100		3400
13	237d	SU5T09105256	256	1.4	1.5	0.6	0.5	0.6	2546	2650	3348	3450
14	Бангуриани, 238	SU5T09105257	257	0.6	1.1	0.2	0.4		3210	3000	3439	3400
15	239a	SU5T09105258	258		0.8	0.08	0.2			2950		3250
16	Комсомолец, 239b	SU5T09105259	259	0.6	1.0	0.2	0.4		3161	3050	3436	3400

В таблице 2 представлены интегральные данные (количество и площадь ледников) по соответствующим размерам ледников в бассейне р. Ингури. Данные из каталога помещены в столбце (1), а данные СДЗ - в столбце (2). Δ – Обозначает отклонения количеств и площадей между каталогом и данными СДЗ.

Таблица 2

Количество и площадь ледников в бассейне р. Ингури

Бассейн р. Ингури							
№ ледников		количество			площадь		
137–295, 297–331	размер	(1)	(2)	Δ	(1)	(2)	Δ
	малый	107	82	25	25.5	21.3	4.2
	средний	60	47	13	66.2	49.2	17
	большой	27	24	3	213.5	165.9	47.6
	всего	194	153	41	305.2	236.4	68.8

Согласно каталогу, в ледниковом бассейне р. Ингури количество ледников равнялось 194. Было 27 больших, 60 средних и 107 малых ледников. В настоящее время, по данным СДЗ, из-за воздействия текущего изменения климата на ледниковый бассейн р. Ингури осталось 24 больших, 47 средних и 82 небольших ледника, всего 153 ледника. Таким образом, общее количество ледников сократилось на 41. Количество оставшихся ледников составило 78.9% от существующего в каталоге.

Согласно каталогу, в ледниковом бассейне р. Ингури общая площадь ледников составляла 305.2 км². Площадь оледенения р. Ингури уменьшилось на 68.8 км², и ее значение составляет 77,3% от существующего в каталоге.

Выводы

Воздействие текущего изменения климата на деградацию ледников бассейна р. Ингури можно обобщить следующим образом:

1. Исследовано и установлено изменение каждого ледника ледникового бассейна реки Ингури;
2. Площадь оледенения ледникового бассейна р. Ингури и количество ледников значительно сократились за последние 50 лет;
3. Площадь оледенения ледникового бассейна р. Ингури уменьшилась на 68.8 км², и ее значение составляет 77,3% от существующего в каталоге, соответственно, количество ледников уменьшилось на 41 единицу, что составляет 78.9% от существующего в каталоге.

Литература

- [1] Хатисян Г. С. Краткий очерк действий двух комиссий для исследования Казбекских ледников в 1862 и 1863 гг. – Тифлис: Зап. КОРГО, 1864. – Кн. 6. № 2. – С. 220-230.

- [2] *Статковский Б. И.* Краткая записка о действиях в 1865 г. экспедиции для исследования причин происхождения периодического Казбекского завала. – Тифлис: Зап. КОРГО, 1866. – Кн.7. Вып.1. – С. 1-28.
- [3] *Абих Г. В.* Исследование настоящих и древних ледников Кавказа; Отдел 1) Описание ныне существующего Девдоракского ледника и следов действия прежних ледников в долине Терека; Отдел 2) О следах действия прежних ледников в долинах рек Ассы, Наридона и Шасни / Г. Абих ; Пер. Ф. фон-Кошкул. – Тифлис: 1870. – 42 с.
- [4] *Цомаев В. Ш., Дробышев О. А.* Результаты гляциологических наблюдений на ледниках Кавказа // Труды ЗакНИГМИ. – Тб.: 1970. – С. 141–146.
- [5] Каталог Ледников СССР. – Л.: Гидрометеиздат, – 1975. Т. 9. Вып. 1. Ч. 2-6. Вып. 3. Ч. 1. –1977. Т. 8. Ч. 11. Ч.12.
- [6] *George Kordzakhia, Larisa Shengelia, Genadi Tvauri, Murman Dzadzamia.* Impact of Modern Climate Change on Glaciers in East Georgia. // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. – Tbilisi: 2016. Vol. 10. №4. – P. 56-63.
- [7] *Шенгелия Л. Д., Кордзахия Г. И., Тваури Г. А., Дзадзамия М.Ш.* Влияние текущего изменения климата на большие ледники Грузии. «География: развитие науки и образования», Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения 18-21 апреля 2019 года. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. – Том I, – С. 218–226.
- [8] *Kordzakhia G. I., Shengelia L. D., Tvauri G. A., Dzadzamia M. Sh.* (2019). The climate change impact on the glaciers of Georgia. // World science. –Warsaw, Poland: 2019. – Vol.1, №4(44), – P. 29-34.
- [9] *Petri Pellikka, W. Gareth Rees.* Remote Sensing of Glaciers: Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers. – London: CRC Press, 2010. – 340 p.

S u m m a r y. The problem of changing the cryosphere is a priority for the IPCC. The UN adopted a special resolution on high mountain regions, in which one of the main roles is assigned to the problem of the impact of climate change on glaciers and the risks associated with their degradation. Since the beginning of the 21st century, studies of glaciers in Georgia have become increasingly important. This is mainly due to the fact that the degradation of glaciers causes an increase in the intensity and frequency of natural disasters of a glacial and hydrological nature, an increase in water levels in the Black Sea, and a change in river flow. Studying the current state of the ice sheet in Georgia is an important national economic task and to obtain a scientifically sound answer, taking into account the impact of current climate change, it is necessary to use high-resolution satellite remote sensing (SRS). The Enguri glacier basin is one of the most powerful basins in Georgia and its change is of great interest. In the presented work, the degradation of the glaciers of the Enguri River Basin due to the impact of current climate change is studied in detail.

ПОЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

POLAR RESEARCH AND WAYS TO DEVELOP THE ARCTIC
AND ANTARCTIC

РЕГИОНАЛЬНЫЕ УРОВНИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

А.В. Волгин, Д.А. Волгин, А.А. Шильнов, К.В. Андреев
МГОУ, город Москва, kaf-ekogeo@mgou.ru

REGIONAL LEVELS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT AND ENVI-
RONMENTAL SITUATION IN THE ARCTIC ZONE OF EUROPEAN RUSSIA

A.V. Volgin, D.A. Volgin, A.A. Shilnov, K.V. Andreev
MGOU, Moscow

Аннотация. В статье анализируется социально-экономическая и экологическая ситуация в Арктической зоне европейской России в составе субъектов Северного экономического района. Проведён сравнительный анализ социально-экономического развития и экологической ситуации субъектов, подчеркнута их роль и значение в хозяйственном освоении Европейского Севера.

Ключевые слова: Арктическая зона, социально-экономический анализ, субъекты РФ, Европейский Север, ВРП, социально-экономическое развитие, экономический потенциал, экологическая ситуация.

Введение

Арктическая зона России занимает площадь 3,75 млн. км² территории страны, где на огромном пространстве хозяйственная деятельность имеет разную структуру и степень влияния на окружающую среду. Особенностью анализа является то, что в состав Арктической зоны *Европейской* России входят Мурманская и Архангельская (3 муниципальных района и территории муниципальных образований «Город Архангельск», «Город Новодвинск», «Северодвинск» и «Новая Земля») области, Ненецкий автономный округ, республики Коми (территории муниципального образования ГО «Воркута») и Карелия (3 муниципальных района). Очевидно, что выделение территорий, представленных субъектами РФ, отдельными муниципальными образованиями в рамках данных субъектов не позволяет подойти корректно к выполнению сравнительного анализа территорий. Представляется, что в интересах анализа целесообразно рассматривать субъекты РФ, входящих в состав Северного экономического района (все перечисленные выше субъекты, а также Вологодская область). Это позволит более корректно оценить потенциал субъектов РФ, входящих в состав Северного экономического района (ЭР), а также прилегающих территорий, где в обозримой перспективе будет осуществляться наиболее интенсивная хозяйственная деятельность.

Объекты и методы

В исследовании использовались сравнительный географический, статистической, исторический методы, а также элементы геосистемного анализа. Для характеристики уровня экономического развития региона использовался ряд показателей, основными из которых являются валовой региональный продукт и/или валовая добавленная стоимость, их отраслевая структура, а также региональный продукт (ВРП).

Для оценки уровня социального развития регионов были выбраны наиболее представительные в контексте данной работы показатели, характеризующие среднедушевые денежные доходы населения, среднемесячную номинальную начисленную заработную плату работников организаций, потребительские расходы (в среднем на душу населения), а также валовой региональный продукт на душу населения. Следует отметить, что выполненный корреляционный анализ (данные за 2018 год по 85 субъектам РФ) свидетельствует о наличии сильной статистической связи приведенных выше показателей. Так, коэффициенты корреляции между валовым региональным продуктом, приходящимся на душу населения, и средними душевыми доходами и номинальной заработной платой составляют 0,781 и 0,704 соответственно. Статистическая связь с показателем, характеризующим потребительские расходы, несколько ниже (коэффициент корреляции 0,451). Еще более ярко выражена статистическая связь между среднемесячной заработной платой, потребительскими расходами населения со среднедушевыми доходами (коэффициенты корреляции 0,937 и 0,813 соответственно).

Обсуждение результатов

Валовой региональный продукт. В 2017 году объем ВРП, произведенный в Северном экономическом районе (ЭР), составил 2524,7 млрд. руб. (3,4% от суммарного по РФ), из них на долю Республики Коми приходится 22,8%, Вологодской области 20,1%, Архангельской области – 18,5%, Республики Карелия – 10%. На Мурманскую область и Ненецкий АО, полностью входящих в состав Арктической зоны, приходится 445,8 и 276,5 млрд. руб. (17,7 и 11% от объема ВРП Северного ЭР соответственно).

Распределение субъектов РФ, входящих в состав Северного ЭР, по величине ВРП на душу населения в 2018 году представлено на рис. 2. Анализ данных, приведенных на рис. 2, показывает, что в 3 из 6 субъектов (Республика Карелия, Архангельская область без АО и Вологодская область) ВРП на душу населения ниже, чем по РФ в целом (510,5 тыс. рублей). В Мурманской области и Республике Коми превышают общероссийские показатели (595,9 и 691,9 тыс. рублей соответственно). Среди субъектов РФ, входящих в состав Северного ЭР, по рассматриваемому показателю выделяется Ненецкий АО (6312,4 тыс. рублей, что на порядок и более превышает аналогичный показатель субъектов в составе экономического района).



Рис. 1. Доля субъектов РФ в общем объеме ВРП Северного ЭР в 2017 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [4]).

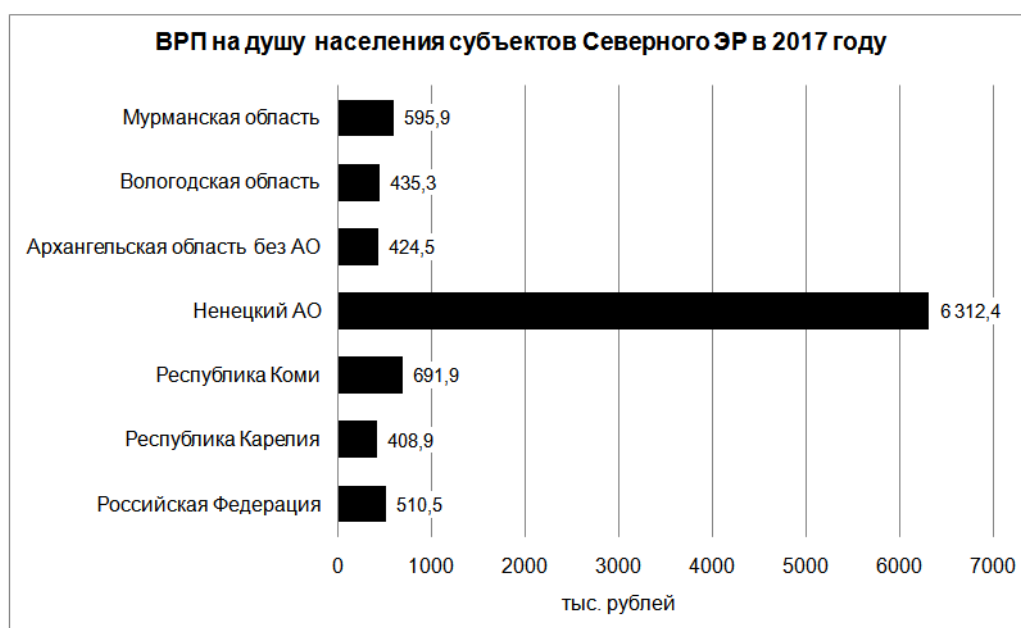


Рис.2. Распределение субъектов РФ в составе Северного ЭР по величине ВРП на душу населения в 2017 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [4]).

Дифференциация субъектов РФ в составе Северного ЭР по специализации и уровню экономического развития региона. Доля субъектов РФ, входящих в состав Северного ЭР, в общих объемах отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду экономической деятельности (ВЭД) «Добыча полезных ископаемых» в 2018 году представлена на рисунке 3.

В 2018 году объем добычи полезных ископаемых, произведенный в Северном ЭР, оценивается в 966226 млн. руб.(5,3% от общей добычи в Россий-

ской Федерации), из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, в полном составе входящих в Арктическую зону (рис. 3), приходится 352134 и 96258 млн. руб. (36,4% и 10% от объема Северного ЭР соответственно).



Рис. 3. Доля субъектов РФ в общем объеме добычи полезных ископаемых Северного ЭР в 2018 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [4]).

В целом же вклад субъектов РФ, входящих в состав Северного ЭР, составил: Республика Коми – 41.4%, Республика Карелия – 8,6%, Архангельская область (без АО) – 3,4%, Вологодская область – 0,1% от общего объема добычи полезных ископаемых Северного ЭР.

В 2018 году объем производства по ВЭД «Обрабатывающие производства» в Северном ЭР составил 1441630 млн. руб., почти в 1,5 раза больше, чем в добыче полезных ископаемых. Из них на долю Мурманской области и Ненецкого АО, входящих в состав Арктической зоны (рис. 4), приходится 185431 и 14960 млн. руб. (12,9% и 1,0% от объема Северного ЭР соответственно).

Вклад субъектов РФ, входящих в состав Северного ЭР, в объемы производства по ВЭД «Обрабатывающие производства» составил: Вологодская область – 692721 млн. руб. (48,1% суммарного объема обрабатывающих производств в экономическом районе), Архангельская область без АО – 232651 млн. руб. (16,1%), Республика Коми – 194301 млн. руб. (13,5%), Республика Карелия – 121610 млн. руб. (8,4%).

Сравнительный анализ вкладов субъектов РФ в составе Северного ЭР в объемы добычи полезных ископаемых и обрабатывающих производств показывает, что в 3 субъектах, входящих в состав Северного ЭР, в достаточной



Рис. 4. Доля субъектов РФ в общем объеме обрабатывающих производств Северного ЭР в 2018 году (составлено по данным Федеральной службы гос. статистики [4]).

мере развиты оба вида экономической деятельности: Республика Коми (доля в добыче полезных ископаемых составляет 41,4%, в производство продукции обрабатывающих производств – 13,5%), Мурманская область (10 и 12,9%), а также Республика Карелия (8,6 и 8,4%). К этой же группе можно отнести и Архангельскую область (3,4 и 16,1%). Вологодская область и Ненецкий АО вносят основной вклад в объемы производства обрабатывающей продукции (48,1%) и добычи полезных ископаемых (36,4%) соответственно.

Приведенные выше оценки, характеризующие состояние экономики регионов, входящих в состав Северного экономического района и Арктической зоны европейской России, позволяют выполнить анализ дифференциации субъектов РФ в составе Северного ЭР по уровню социально-экономического развития региона.

Распределение субъектов РФ в составе Северного ЭР по уровню среднедушевых доходов населения, средней заработной плате и потребительским расходам в 2018 году приведено на рисунке 5.

Анализ данных, приведенных на рисунке 5, показывает, что среднедушевые доходы населения Республики Карелия, Вологодской и Архангельской областей (29150, 26982 и 32054 руб. соответственно) ниже общероссийского уровня (33178 руб.). Среднедушевые доходы населения Мурманской области (41564 руб.) значительно превышают аналогичные показатели других субъектов Северного ЭР. Среднедушевые доходы населения Ненецкого АО (78549 руб.) в несколько раз выше, чем в Северном ЭР и РФ в целом (33178 руб.).

Ведущее место по величине среднемесячной номинальной начисленной

заработной платы работников организаций занимает Ненецкий АО - 82786 рублей, что почти в 2 раза превышает общероссийские показатели (43724 руб.). Далее следуют субъекты, заработная плата в которых превышает общероссийские показатели: Мурманская область (58045 руб.), Республика Коми (50413 руб.) и Архангельская область (45427 руб.). В Республике Карелия и Вологодской области заработные платы ниже средних по стране в целом 39402 и 35497 рублей соответственно.

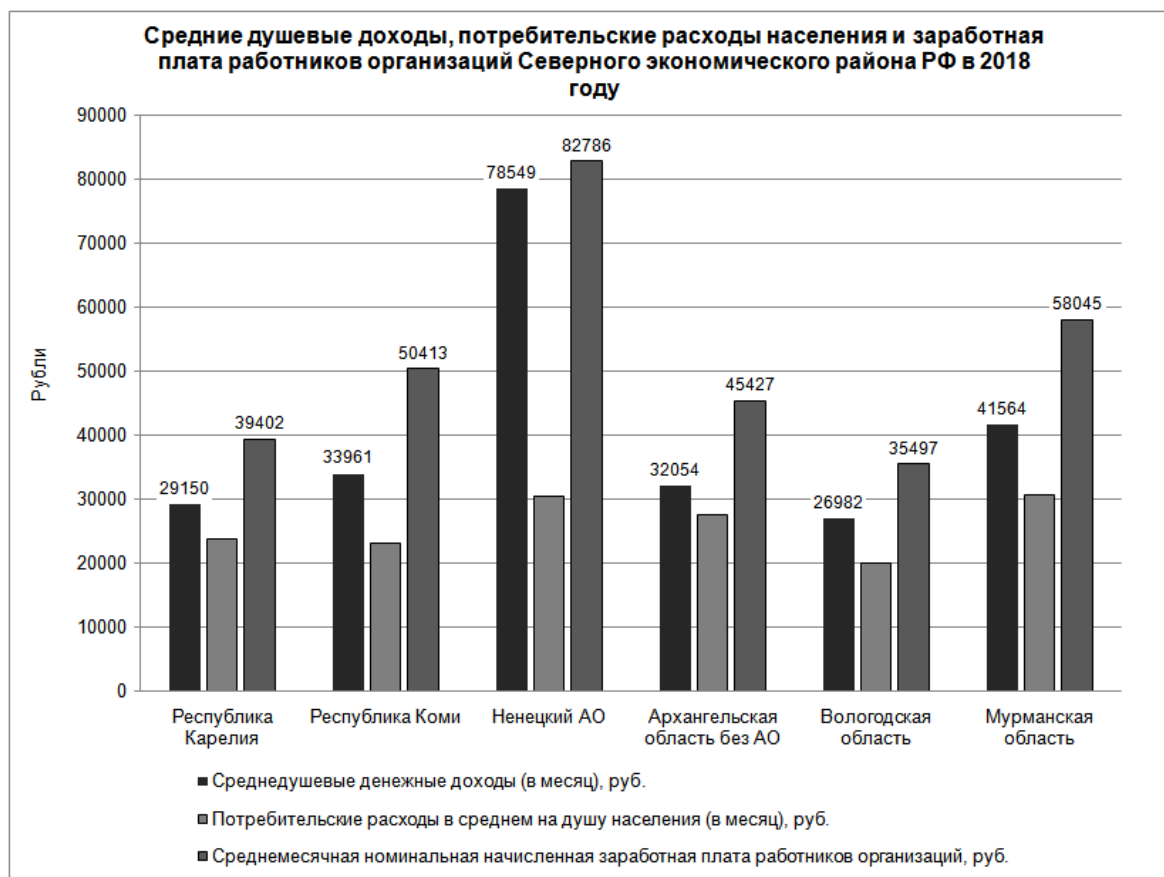


Рис. 5. Распределение субъектов РФ в составе Северного ЭР по уровню среднедушевых доходов населения, средней заработной плате и потребительским расходам в 2018 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [4]).

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что заработные платы работников, среднедушевые доходы, потребительские расходы население субъектов Российской Федерации, входящих в состав Северного района, превышают аналогичные показатели большинства регионов Европейской России. Однако, несмотря на комплекс положительных факторов, характеризующих комфортность проживания на указанных территориях (следует признать, что негативных факторов, влияющих на условия жизни на Русском Севере, тоже предостаточно), в последние годы наблюдается устойчивый отток населения. Если указанная тенденция сохранится в обозримой перспективе, то можно утверждать, что отток населения, острая нехватка рабочей силы (особенно квалифицированной) поставит под угрозу реализацию программ социально-экономического развития региона.

Так, за период 2010-2018 годов численность населения Северного экономического района снизилась на 255,8 тыс. человек, при этом население Архангельской области (без Ненецкого автономного округа) уменьшилось на 83,4 тыс. человек, Республики Коми - на 79,1 тыс. человек, Мурманской области – на 46,1 тыс. человек, Вологодской области и Республики Карелия – на 32,6 и 25,4 тыс. человек соответственно, и только население Ненецкого АО увеличилось на 1,8 тыс. человек.

Анализ показывает, что в указанный период только в Ненецком АО отмечен положительный коэффициент естественного прироста населения (4,7 – 9,6 в расчете на 1000 населения). Незначительный положительный коэффициент (0,3-0,9 на 1000 человек) наблюдался в Мурманской области в период 2012 – 2015 гг. и Республике Коми (0,7-2,2 на 1000 человек в 2011-2016 гг.). Снижению численности населения в значительной степени способствовал миграционный отток, который в означенный период наблюдался во всех субъектах РФ, входящих в состав Северного экономического района. Наиболее интенсивно этот процесс развивался в Республике Коми (коэффициент миграционного прироста составлял от -8,1 до – 13,9 в расчете на 1000 населения) и Мурманской области (от -4,6 до – 12,9). По состоянию на 2018 год во всех субъектах в составе Северного экономического района наблюдался отрицательный миграционный прирост от -2,1 (Республика Карелия) до -11,1 (Республика Коми). Рамки данной статьи не позволяют выполнить более детальный анализ, отметим лишь, что одной из причин, определяющих указанные процессы, является достаточно сложная экологическая обстановка, сложившаяся в отдельных районах рассматриваемого региона, в сочетании со сложными климатическими условиями и условиями жизни в целом.

Арктическая зона Европейской России – огромный регион, который исторически формировался под воздействием множества факторов, основными из которых является уникальное географическое положение, специфические природные условия, богатейший природно-ресурсный потенциал, выход к северным морям и ряд других. Активное освоение новых территорий, развертывание на разнообразной ресурсной базе региона различных видов хозяйственной деятельности, обусловило значительную дифференциацию степени антропогенной нагрузки на окружающую природную среду и, следовательно, экологической обстановки.

В соответствии с результатами комплексного районирования территории России по экологической и социально-экономической ситуации, приведенными в [1], что на территории европейской части Арктической зоны, где традиционно осуществлялась интенсивная хозяйственная деятельность, выделены 3 экорегиона с высокой и относительно высокой экологической напряженностью (всего на территории России в зависимости от экологической напряженности выделены 7 рангов экорегионов с очень низкой, низкой, относительно низкой, средней, относительно высокой, высокой и очень высокой напряженностью). В рассматриваемом районе к экорегионам с высокой экологической напряженностью (ранг 6) отнесен Западно-Кольский экорегион. Относительно высокой экологи-

ческой напряженностью характеризуется Канинско-Печорский и северо-восточная часть Печоро-Вычегодского экорегионов (ранг 5). Восточно-Кольский и Новоземельский экорегионы характеризуются низкой и очень низкой экологической напряженностью.

Анализ результатов комплексного районирования территории, показывает, что наиболее проблемным представляется Западно-Кольский экорегион. Его характеризует контрастная экологическая обстановка, в которой, очень острые и умеренно острые экологические ситуации характерны для 42% и 50% территорий соответственно. Регион характеризуется активной хозяйственной деятельностью, значительным количеством промышленных предприятий, относительно высокой плотностью населения, существенным воздействием хозяйственной деятельности на природные ландшафты. Ареалы хронического загрязнения территории связаны с предприятиями г. Апатиты, Мончегорск, Оленегорск и Кировск [1].

Среди группы проблем, ухудшающих условия жизни населения, выделяется загрязнение вод суши и прибрежных морских вод, загрязнение атмосферы, опасность радиоактивного загрязнения территории. Не менее актуальными представляются проблемы, связанные с истощением и утратой элементов природно-ресурсного потенциала, нарушение режима поверхностного стока, деградация лесных массивов, истощение рыбных ресурсов и запасов морских промысловых ресурсов. Не менее актуальны проблемы, приводящие к изменениям естественного состояния или гибели ценных природных ландшафтов [1].

Следует отметить, что указанные выше оценки получены в результате исследований, выполненных более 20 лет назад, поэтому практический интерес представляет анализ тенденций, которые обусловили произошедшие за два десятилетия изменения. Результаты подобного анализа, выполненные авторами данной статьи применительно к субъектам РФ, входящих в состав Арктической зоны, приведены в [2, 3]. В частности, показано, что достаточно надежным индикатором изменений остроты экологических ситуаций могут служить показатели, характеризующие объемы, структуру и динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, исходящие от стационарных источников, сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, а также объемы образования отходов производства и потребления в Северном экономическом районе.

Вклады субъектов РФ в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, образования отходов производства и потребления в Северном ЭР в 2018 году, приведены на рисунках 6-8 соответственно.

Анализ данных, приведенных на рисунке 6, показывает, что наибольший вклад в объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Северного ЭР вносят стационарные источники, расположенные на территории Республики Коми (34,7%), Вологодской (26,7%) и Мурманской (15,3%) областей.

Анализ динамики объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников Мурманской области с 2005 по 2018 год показал устойчивое снижение объемов выбросов за указанный период с 301 тыс. тонн в

2005 году до 215,3 тыс. тонн. В структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух преобладают выбросы, связанные с деятельностью по добыче полезных ископаемых.

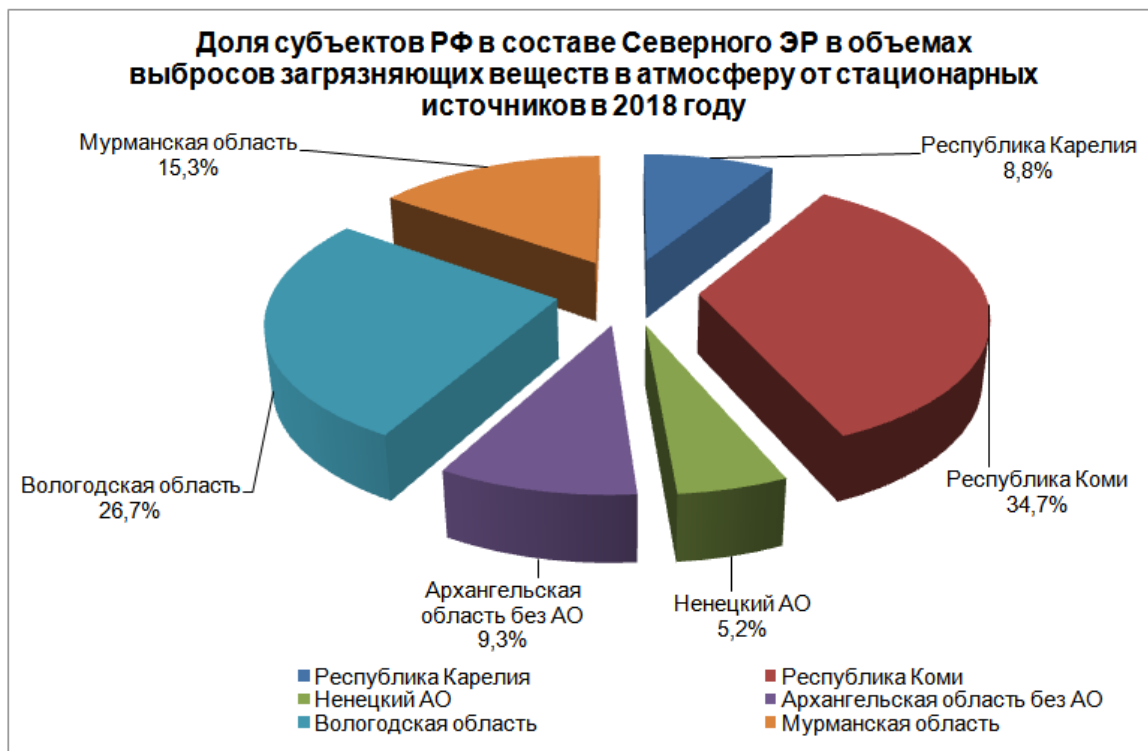


Рис. 6. Доля субъектов РФ в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Северного ЭР в 2018 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [5]).

Анализ данных, приведенных на рисунке 7, показывает, что наибольший вклад в объемы сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты Северного ЭР вносят стационарные источники Архангельская область (27,0%), Республики Коми (24,0%) и Мурманская область (24,9%).

В Мурманской области сброс загрязненных сточных вод без очистки в 2018 г. составил 37,91 млн. м³, недостаточно очищенных загрязненных сточных вод - 259,95 млн. м³. В период с 2010 по 2018 год объемы сбросов недостаточно очищенных вод оставался практически постоянными, объемы загрязненных сточных вод с 2015 года демонстрировали положительную динамику.

Анализ данных, приведенных на рис. 8, показывает, что наибольший вклад в объемы образования отходов производства и потребления Северного ЭР вносят Мурманская область (48,9%), Республика Карелия (30,2%) и Архангельская область (16,4%).

Динамика объемов образования отходов производства и потребления в Мурманской области имеет достаточно сложный характер, с 2010 по 2013 год наблюдалось увеличение объемов образования отходов со 187, до 240,9 млн. тонн, далее последовал резкий спад и последующий подъем с 186,6 до 230 млн. тонн.

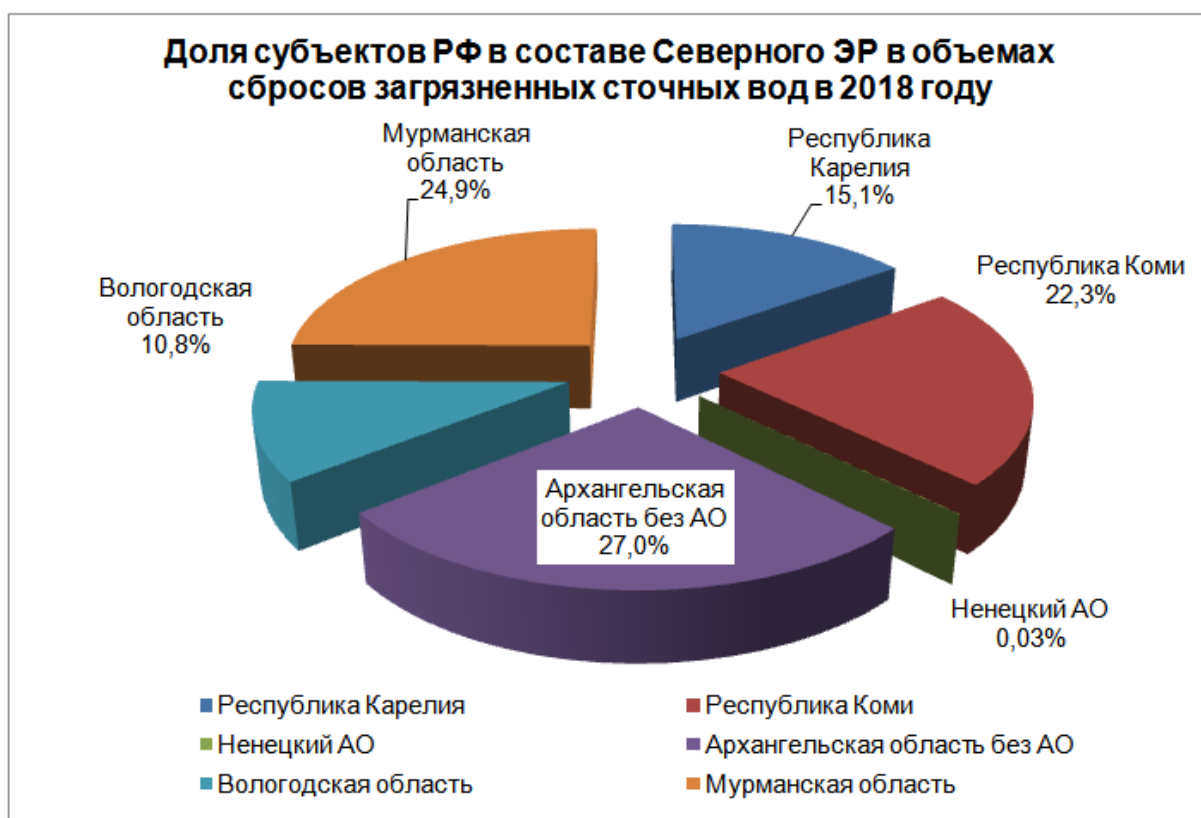


Рис. 7. Доля субъектов РФ в общем объеме сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты Северного ЭР в 2018 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [5, 6]).



Рис. 8. Доля субъектов РФ в общем объеме образования отходов производства и потребления Северного ЭР в 2018 году (составлено по данным Федеральной службы государственной статистики [5, 6]).

Выводы

Таким образом, в статье рассмотрены некоторые вопросы социально-экономического развития и экологические проблемы Европейского Севера.

Сравнительный анализ вкладов субъектов РФ в составе Северного ЭР в объемы добычи полезных ископаемых и обрабатывающих производств (основные виды экономической деятельности) показал, что в 3 субъектах, входящих в состав Северного ЭР, в достаточной мере развиты оба вида экономической деятельности: Республика Коми (доля в добыче полезных ископаемых составляет 41,4%, в производство продукции обрабатывающих производств - 13,5%), Мурманская область (10 и 12,9%), а также Республика Карелия (8,6 и 8,4%). К этой же группе можно отнести и Архангельскую область (3,4 и 16,1%). Вологодская область и Ненецкий АО вносят основной вклад в объемы производства обрабатывающей продукции (48,1%) и добычи полезных ископаемых (36,4%) соответственно.

Выявлено, что в результате достаточно длительного антропогенного воздействия на окружающую среду в районах с наиболее интенсивной хозяйственной деятельностью сложилась сложная экологическая обстановка. Наиболее сложные экологические проблемы характерны для территории Западно-Кольского экорегиона. Здесь среди группы проблем, ухудшающих условия жизни населения, выделяется загрязнение вод суши и прибрежных морских вод, загрязнение атмосферы, опасность радиоактивного загрязнения территории. Не менее актуальными представляются проблемы, связанные с истощением и утратой элементов природно-ресурсного потенциала, нарушение режима поверхностного стока, деградация лесных массивов, истощение рыбных ресурсов и запасов морских промысловых ресурсов. Не менее актуальны проблемы, приводящие к изменениям естественного состояния или гибели ценных природных ландшафтов.

Основное внимание в статье уделено Мурманской области, которая согласно положениям документов, определяющих перспективы социально-экономического развития региона, в обозримом будущем должна стать стратегическим центром Арктической зоны РФ. Вместе с тем, здесь сформировался целый комплекс социально-экономических и экологических проблем, без решения которых, как представляется, невозможно достичь указанной цели.

Литература

- [1] *Антипова А.В.* Россия. Эколого-географический анализ территории. – Москва-Смоленск: Маджента, 2011. – 384 с.
- [2] *Волгин А.В., Волгин Д.А., Андреев К.В., Шильнов А.А.* Арктическая зона России. Региональные уровни социально-экономического развития. СПб. Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения, 18-21 апреля 2019 года.- С.233-240.
- [3] *Волгин А.В., Андреев К.В., Шильнов А.А.* Арктическая зона Европейской России. Региональные уровни состояния окружающей среды. СПб. РГПУ им.

А.И. Герцена. XVIII международный семинар «Геология, геоэкология, эволюционная география», 20-21 декабря 2019.

[4] Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 1204 с.

[5] Охрана окружающей среды в России. 2018: Стат. сб./Росстат. - М.: 2018. – 125 с.

[6] «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». Государственный доклад.- М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

S u m m a r y. Thus, the article deals with some issues of socio-economic development and environmental problems of the Arctic zone of Russia. It is revealed that as a result of a rather long-term anthropogenic impact on the environment, a complex environmental situation has developed in areas with the most intensive economic activity. The most complex environmental problems are typical for the territory of the Western Kola ecological region. Here, among the group of problems that worsen the living conditions of the population, there is pollution of land and coastal sea waters, air pollution, and the risk of radioactive contamination of the territory.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ВОДОТОКАХ КРИОЛИТОЗОНЫ

Е.И. Дебольская***

**ИВП РАН, г. Москва, e_debolskaya@yahoo.com*

***МГСУ, г. Москва*

ASSESSING THE FILTRATION INFLUENCE IN THE POLLUTION MODELS OF THE PERMAFROST WATER FLOWS

E.I. Debolskaya

Water Problems Institute of RAS, Moscow

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

Аннотация. В работе проведена оценка влияния фильтрации воды через оттаявшие и деформируемые русла рек криолитозоны на распространение загрязнений, освобожденных в процессе таяния. Метод исследования – анализ численных экспериментов, проведенных с помощью разработанной математической модели, состоящей из термического, гидродинамического и деформационного блоков. В блоке, отвечающем за перенос примеси, учтен также процесс возможной фильтрации через грунт.

Ключевые слова: математическая модель, таяние, деформации, водный поток, фильтрация, загрязнения.

Введение

Современное потепление климата вызывает оттаивание вечной мерзлоты, что влияет не только на гидрологический цикл, но и на качество воды [8, 11]. Увеличивается время пребывания грунтовых вод, усиливается вымывание микроэлементов из мерзлой почвы в поверхностные воды [5]. Вещества, до сих пор сохранявшиеся в мерзлой почве, могут высвободиться в процессе оттаивания [9] берегов и увеличения размеров таликов и переноситься водными потоками. Исследования, проведенные в районах вечной мерзлоты в австрийско-итальянских Альпах [6] и в Скалистых горах Колорадо [12], показали, что отта-

ивание вечной мерзлоты изменяет химический состав воды, что влияет на состояние водной экосистемы и источники питьевой воды [7].

Анализ 30-летней базы данных химического состава водных потоков [10], выявил связь между увеличением концентрации загрязняющих веществ, таянием вечной мерзлоты и падением уровня грунтовых вод.

Эти и многие другие факты определяют цели и задачи настоящего исследования, состоящие в оценке вклада фильтрационных процессов при моделировании распространения загрязняющих примесей, переносимых водными потоками криолитозоны.

Исследование основано на результатах численных экспериментов, проведенных с помощью усовершенствованной математической модели [1-3], разработанной ранее автором. В новой версии модели в блоке, отвечающем за перенос примеси, учтены фильтрационные процессы.

Объекты и методы

Численные расчеты проводились на модели водного потока в русле с трапецеидальным поперечным сечением. Угол заложения берегового склона α .

Описание математической модели, состоящей из теплового, гидродинамического, деформационного блоков и блока переноса примеси, дано в предыдущих работах автора [1-3]. В гидродинамическом блоке модели использовались двумерные уравнения движения жидкости и уравнение неразрывности. В деформационном модуле рассчитываются изменения отметок дна из уравнения русловых деформаций. В тепловом модуле для расчета температур грунта используется однородное уравнение теплопроводности. В новой версии предусмотрена возможность изменения льдистости в мерзлых включениях, кроме изменения положения поверхности, контактирующей с водой, учтено изменение положения поверхностей, граничащих с теплым грунтом. При расчете положения границы "вода-лед/мерзлый грунт" в условие Стефана добавлен конвективный член, ответственный за перенос оттаявших частиц потоком воды, как это было сделано в модели [4]. Блок переноса примеси основан на решении двухмерного нестационарного уравнения переноса примеси. Источник примеси задается в мерзлом включении и начинает действовать, когда температура грунта достигает нулевого значения. Уравнение переноса примеси дополнено двумя слагаемыми, отвечающими за фильтрацию, обусловленную градиентами давления по направлению основного русла и берегового склона:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + (u - k_f i) \frac{\partial c}{\partial x} + (v - k_f \alpha) \frac{\partial c}{\partial y} - D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = C(x, y, t)$$

где c – концентрация примеси, u и v – продольная и поперечная скорости водного потока соответственно, i – продольный уклон русла, k_f – коэффициент фильтрации, D_x, D_y – коэффициенты продольного и поперечного вертикального турбулентного обмена веществом соответственно. Для их определения также, как и в гидродинамическом блоке, было использовано эмпирическое соотношение для связи коэффициента турбулентной диффузии с глубиной и средней по

глубине горизонтальной скоростью потока в реках. Максимальная концентрация источника $C(x,y)$ принималась равной 100 условным единицам.

Обсуждение результатов

На рис. 1 представлены распределения концентрации примеси в горизонтальной проекции (вид сверху) через 5 минут модельного времени на участке ниже по течению от источника для потока с параметрами, соответствующими лабораторному эксперименту в гидравлическом лотке [4]. Расчеты были проведены для случаев, когда в береговом откосе находятся включения в виде брусков со скошенной гранью из чистого льда и замороженного грунта. Длина пластинок 28 см, ширина 14 см, высота 8 см. В численных экспериментах варьировались такие параметры, как: льдистость (от 1 до 0.2), пористость грунта (от 0.3 до 0.5), коэффициент фильтрации грунта (от 10^{-2} до 10^{-3} м/с). Температура замороженных включений -18°C , окружающего грунта и воды 10°C . Для выявления роли фильтрации были рассчитаны сценарии без ее учета.

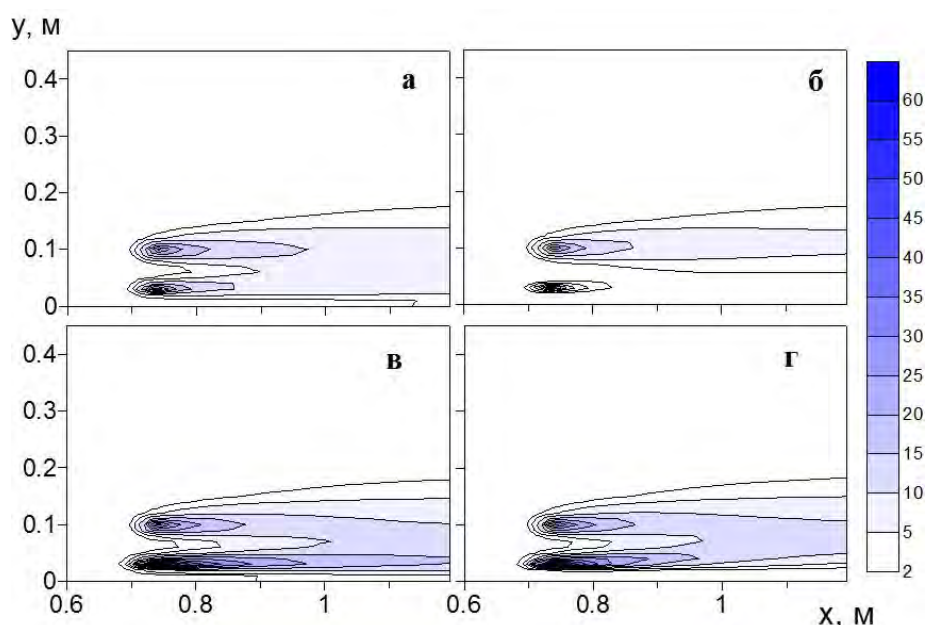


Рис. 1. Распределения концентрации примеси через 5 минут модельного времени для образцов из чистого льда (*а* и *б*) и замороженного грунта с льдистостью 0.5 (*в* и *г*) без учета фильтрации (*а* и *в*), с ее учетом (*б* и *г*).

Изменение в осредненных по всему расчетному участку значениях концентрации примеси в случае учета фильтрации и без него отличаются для льда на 80%, для мерзлого грунта на 20% при максимально возможных коэффициентах фильтрации $k_f=10^{-2}$ м/с. При меньших коэффициентах фильтрации отличия значительно меньше. В отсутствие мерзлых включений учет фильтраций даже с большим коэффициентом дает отличие только в 10%. Характер этих отличий хорошо интерпретируют представленные на рис. 2 зависимости осредненных по всему расчетному участку концентраций от времени (рис.2а) и распределение по длине участка концентраций, осредненных по ширине створа (рис.2б) через 5 минут после начала таяния.

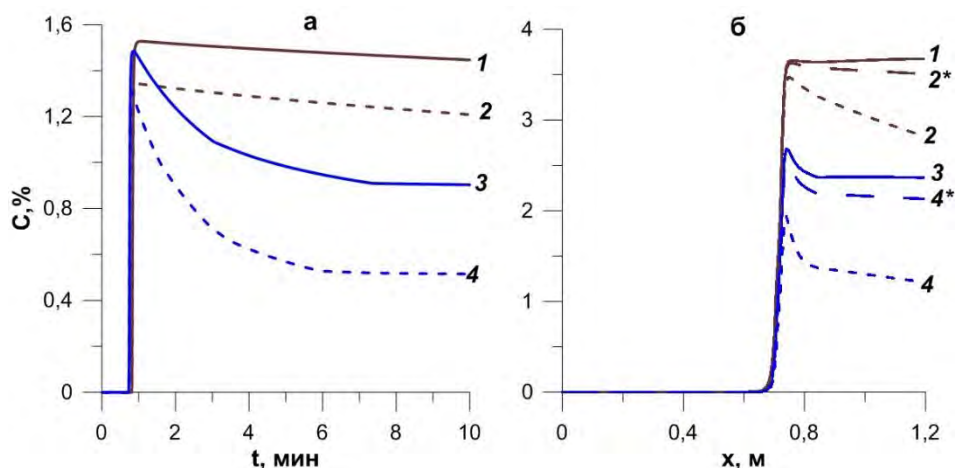


Рис. 2. Зависимости осредненных по всему расчетному участку концентраций от времени (а), распределение по длине участка концентраций, осредненных по ширине створа (б): 1, 2 – чистый лед без учета фильтраций и с учетом ($k_f=10^{-2}$ м/с) соответственно, 2*– лед с $k_f=10^{-3}$ м/с; 3, 4 – замороженный грунт с льдистостью 0.5 без учета фильтраций и с учетом ($k_f=10^{-2}$ м/с) соответственно, 4*– грунт с $k_f=10^{-3}$ м/с.

На рисунке 3 представлен рельеф русла, полученный в результате расчетов через 10 минут после начала таяния, для сценария, когда в береговой склон был помещен брусок из чистого льда. В случае замороженного грунта деформации берегового склона значительно меньше. Возникновением таких значительных береговых деформаций возможно объясняются существенные различия в характере распространения примеси. Так через 5 мин. концентрации, рассчитанные без учета фильтрации, для случая замороженного грунта в 1.5 раза больше, чем для чистого льда, а при учете фильтрации в 2. 5 раза больше.

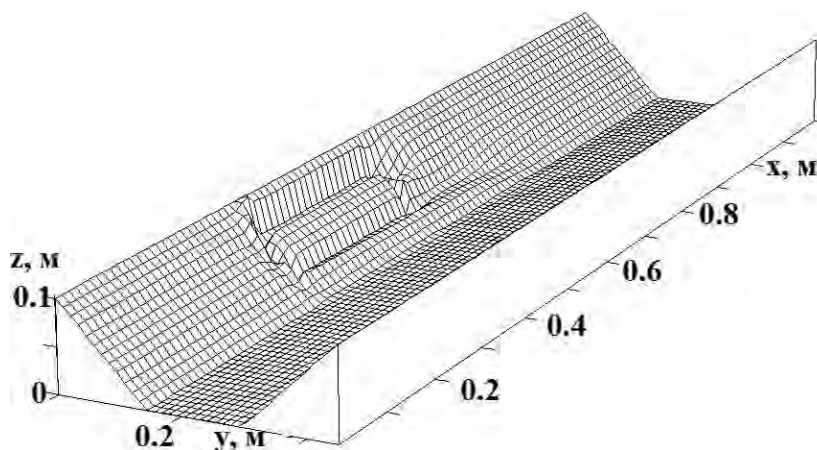


Рис. 3. Рассчитанный рельеф русла через 10 мин. после начала таяния ледяного бруска, помещенного в береговой склон.

При этом концентрации, рассчитанные для сценария без мерзлых включений, когда русловые деформации отсутствуют, в 5.5 раз больше, чем для сценария со льдом, и в 3.7 раза больше, чем для сценария с замороженным грунтом. Это результаты расчетов без учета фильтраций. При учете фильтраций эти различия еще существенней: в 10 раз больше, чем для сценария со льдом и в 4.2 раза больше, чем для грунта.

Выводы

На основании анализа численных экспериментов, проведенных с использованием математической модели термоэрозии для рек криолитозоны, показано, что учет процесса фильтрации при существенных ее коэффициентах вносит значительные изменения в результаты расчетов распространения примеси в руслах, когда в береговом склоне находятся ледяные включения, по сравнению со случаями теплых русел.

Математическое моделирование проводилось при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-05-00178 и 20-08-00807, численные эксперименты и их анализ в рамках темы Государственного задания № 0147-2019-0001 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090056-0).

Литература

- [1] Дебольская Е.И. Математическая модель русловых деформаций рек криолитозоны // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 5. С. 496-506
- [3] Дебольская Е.И., Гришук И.И., Дебольский В.К., Ионов Д.Н., Масликова О.Я. Влияние береговых деформаций на распространение примесей в реках криолитозоны (лабораторное и математическое моделирование) // Вод. ресурсы. 2018. № 4. С. 396-407.
- [4] Дебольская Е.И., Иванов А.В. Сравнительный анализ применимости моделей русловых деформаций, обусловленных термоэрозией, на реках криолитозоны // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 1. С. 45-56.
- [5] Antcibor I., Eschenbach A., Zubrzycki S., et al. Trace metal distribution in pristine permafrost-affected soils of the Lena River delta and its hinterland, northern Siberia, Russia // Biogeosciences. 2014.11(1). P.1-15.
- [6] Krainer K., Bressan D., Dietre B., et al. A 10,300-year-old permafrost core from the active rock glacier Lazaun, southern Ötztal Alps (South Tyrol, northern Italy). Quaternary Research. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2014.12.005>
- [7] Jin HJ, He R, Cheng G, et al. Changes in frozen ground in the source area of the yellow river on the Qinghai-Tibet Plateau, China, and their eco-environmental impacts // Environ. Res. Lett. 2009. 4(4). 045206. 11p.
- [8] O'Donnell J.A., Jorgenson M.T., Harden J.W., et al. The effects of permafrost thaw on soil hydrologic, thermal, and carbon dynamics in an Alaskan Peatland // Ecosystems. 2012.15(2). P. 213-229.
- [9] Schuur E.A.G., Vogel J.G., Crummer K.G., et al. The effect of permafrost thaw on old carbon release and net carbon exchange from tundra // Nature. 2009. 459(7246). P. 556-559.
- [10] Todd A.S., Manning A.H., Verplanck P.L., et al. Climate-change-driven deterioration of water quality in a mineralized watershed // Environ Sci Technol. 2012. 46(17) P. 9324-9332.
- [11] Vonk J.E., Tank S.E., Bowden W.B., et al. Reviews and syntheses: effects of permafrost thaw on Arctic aquatic ecosystems // Biogeosciences. 2015.12(23). P. 7129-7167.

[12] Williams M.W., Knauf M., Caine N., et al. Geochemistry and source waters of rock glacier outflow, Colorado Front Range // Permafrost Periglacial Processes. 2006.17(1) P. 13-33.

S u m m a r y. The paper assesses the effect of water filtration through thawed and deformable river beds of the permafrost zone on the spread of pollution released during melting. The research method is the analysis of numerical experiments carried out using the developed mathematical model, consisting of thermal, hydrodynamic and deformation blocks. In the block responsible for the transfer of impurities, the process of possible filtration through the soil is also taken into account.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ УСТЬЕВ РЕК СУБАРКТИЧЕСКОГО РАЙОНА В УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Е.Н. Долгополова*, О.Я. Масликова*, В.К. Дебольский*, И.И. Грицук****

*Институт водных проблем РАН, г. Москва, dolgopolova@gmail.com

**РУДН, Москва,

**Российский Университет дружбы народов, г. Москва, Россия

***Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

HYDROLOGICAL REGIME OF RIVER MOUTHS IN SUBARCTIC TERRITORY UNDER THE CONDITIONS OF WARMING CLIMATE

E.N. Dolgopolova*, O.Ya. Maslikova*, V.K. Debolsky*, I.I. Gritsuk****

*Russian Academy of Sciences Water Problems Institute, Moscow

**Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

***Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow

Аннотация. Режим устьев рек субарктического района зависит от стока воды в вершинах устьев, который изменяется под влиянием потепления климата и зависит от свойств мерзлого грунта на поверхности водосбора рек. В работе приводится краткий обзор изменения температуры воздуха, поверхности почвы и глубины протаивания мерзлого грунта на территории устьев рек. Обсуждается оцененный диапазон увеличения расходов воды в вершинах устьев нескольких рек, составивший 8-16.5% среднего значения расхода воды в начале XXI в. Исследуется изменение ледового режима арктических устьев.

Ключевые слова: арктические устья, мерзлые породы, расход воды, ледовый режим

Введение

Изменения климата, приводящие к росту среднегодовых температур воздуха на Земле и в прибрежных районах Арктики, вызывает изменение количества осадков, увеличение глубины оттаивания многолетнемерзлых пород (ММП) и развитие деструктивных процессов территории, что сказывается на режиме устьев в этих районах [2, 12]. Освоение земель на побережье и шельфе Северного Ледовитого океана приводит к активизации естественных динамических процессов (термокарст, солифлюкция, разрушение бугров пучения), вызывающих деградации ММП. Льдистая основа ландшафтов при техногенных нагрузках усугубляет разрушение естественных ландшафтов. Таким образом, устьевым областям рек угрожают существенные изменения гидрологического и ледового режима, как за счёт хозяйственного освоения площадей, так и в результате общего потепления климата. На режим устьев рек влияют многие при-

родные факторы, основные из которых: речные (сток воды и наносов, уровни воды в реке и др.), морские, геологические, физико-географические и антропогенные. В работе рассматривается изменение свойств ММП под влиянием увеличения температуры воздуха, рост расхода рек криосферы и их ледовый режим.

Объекты и методы

Сток воды W в вершине устья реки – это интегральная характеристика, отражающая изменения условий формирования стока на территории всего бассейна реки. В работе анализируются результаты сравнения тенденций изменения стока воды W устьев рек, расположенных в субарктических областях России [11, 3], Канады и США [6, 7, 9]. Устойчивый тренд среднегодовой температуры воздуха T в бассейнах рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, приводит к повышению температуры поверхности земли T_g , увеличению толщины слоя сезонного протаивания d и смещению к северу границы распространения сплошных мерзлых грунтов. Циклические изменения климата вызывают периодические колебания d на территории зоны ММП и формирование легкоразмываемых грунтов в зоне миграции границы распространения ММП, что может сказаться на величине стока наносов в устьях рек криолитозоны.

Обсуждение результатов

Исследование T приповерхностного слоя атмосферы Земли в 2017 г. и сравнение с T , осредненной за период 1880-1920 гг. (условный «доиндустриальный» период) показало рост средней T на $+1.17^\circ\text{C}$ [10]. При этом наибольший рост T при сравнении с периодом 1951-1989 гг. наблюдался в приполярных областях Северной Америки и России, а также в центральных областях Сибири, и составил $2-3^\circ\text{C}$. На побережье моря Бофорта (о. Ричардс) и в дельте Маккензи начиная с 1970 г. рост T составил 2.5°C [9]. На Аляске в период 1949–2016 гг. наибольшее увеличение $T \sim 3.3^\circ\text{C}$ отмечено на северном побережье вблизи устья р. Колвилл [14]; в низовье Юкона T повысилась на 1.5°C .

Сравнение изменения величин T_g и d по данным [5] и [4] показывает, что в районе устьев Оби, Лены, Колымы, Анадыря рост T_g приводит к увеличению глубины протаивания. В то же время, на станциях в устье р. Яны и в низовьях р. Индигирки за короткий период 1999-2008 гг. зарегистрировано уменьшение глубины протаивания. Для утверждений об определенной тенденции в состоянии мерзлых грунтов необходим совместный анализ более длинных рядов d и T .

Рост T_g в дельте р. Маккензи в период 1970–2008 гг. составил $1.5-2.5^\circ\text{C}$, d увеличилась на 8 см за 1983-2008 гг. [9]. В 2005–2009 гг. зарегистрированный рост d в районе дельты Маккензи, привел к увеличению времени замерзания оттаявшего грунта в аллювиальных низинах (101 день) вдвое по сравнению со временем замерзания возвышенных и не столь увлажненных областей [12]. Исследования T_g мерзлых пород на севере Аляски в период 1900-1980 гг. показали ее увеличение на $2-4^\circ\text{C}$ [6]. На севере Аляски вблизи дельты р. Колвилл увеличение температуры грунта на глубине 1.2 м за 1999-2010 гг. составило более 1°C [13]. Таким образом, оттаивание мерзлых пород на территории бассейнов

рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, вносит свой вклад в увеличение стока рек, приводит к изменению свойств грунта и размывам берегов. Катастрофические ямы размыва наблюдаются в рукавах дельты Маккензи, до 30 м глубиной, и их число выросло до 18 в 2004 г. [8].

Исследования изменения стока рек Арктического побережья показывают рост стока рек этого района, особенно в последние 20 лет [1]. Расчет увеличения стока р. Маккензи дает рост Q на ~8% в период 1972-2011 гг. Например, расчет изменений среднегодового расхода воды Q за 1936-2008 гг. показал, что в вершине устья Енисея Q вырос на ~9%, а Лены – на ~15% среднемноголетнего Q (рис. 1) [3]. Сток рек Маккензи и Енисея зарегулирован и более сезонно выровнен в отличие от стока Лены, находящейся в естественных условиях. В вершине дельты Печоры (западная граница распространения ММП [5, 3]) рост Q за 1936-2005 гг. составил 16.5% (рис. 2а). Сток Печоры, так же, как и Лены, не зарегулирован, что является одной из причин такого роста Q наравне с западным положением устья.

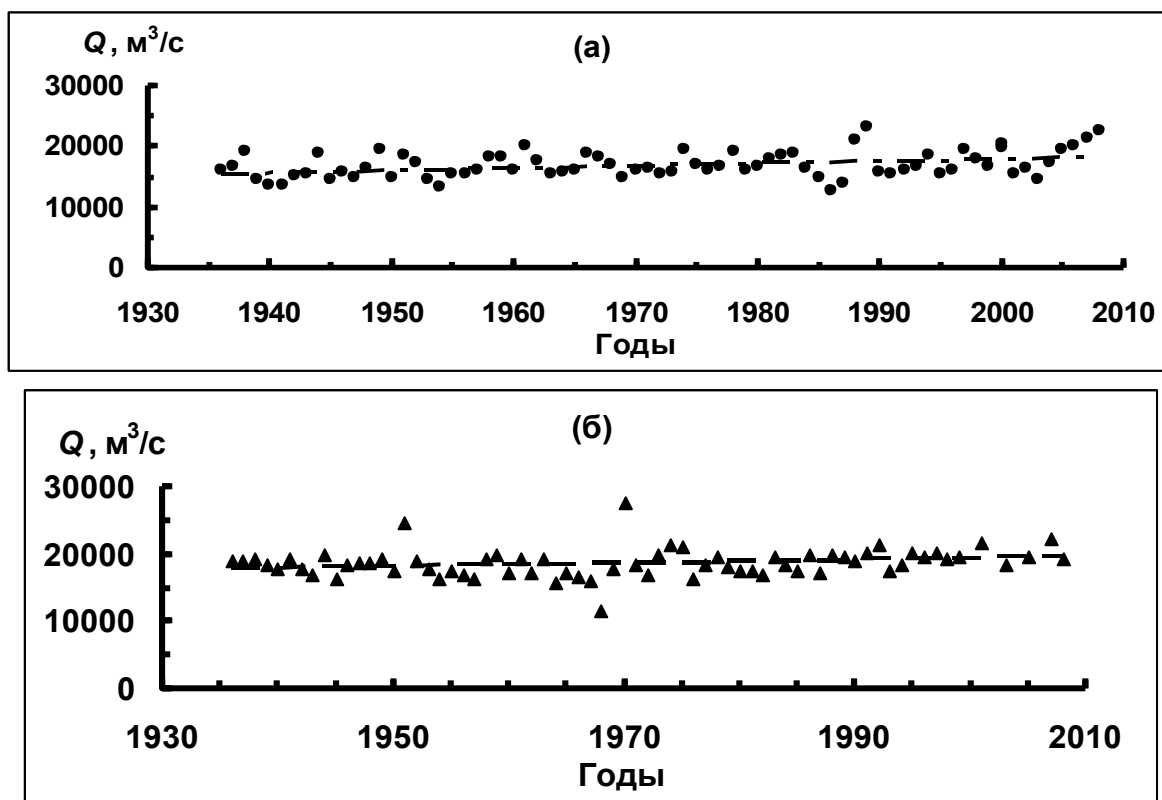


Рис. 1. Изменение Q в вершине дельты Лены (г/п Кюсюр) (а) и в вершине устья Енисея (г. Игарка) (б).

Кроме увеличения Q в реках потепление климата влияет на ледовый режим реки в целом и ее устья. Ледовый режим характеризуется двумя динамически активными состояниями потока: замерзание и вскрытие реки, и промежуточным спокойным периодом уменьшения расхода воды и нарастания толщины ледяного покрова. Фазы ледового режима формируются под влиянием гидрометеорологических условий. Ледостав происходит на несколько дней позже, а вскрытие – на несколько дней раньше в последнюю четверть XX в., [8 2009].

Например, в вершине дельты Печоры полное замерзание потока стало происходить на 1 день позже, а полное очищение ото льда – на 4,5 дня раньше в 2005 г. по сравнению с 1936 г. (рис. 2 б). Таким образом, длительность ледостава за этот период сократилась на 5.5 дней. Это приближенная оценка, так как велик разброс значений и отсутствуют данные наблюдений за 13 лет.

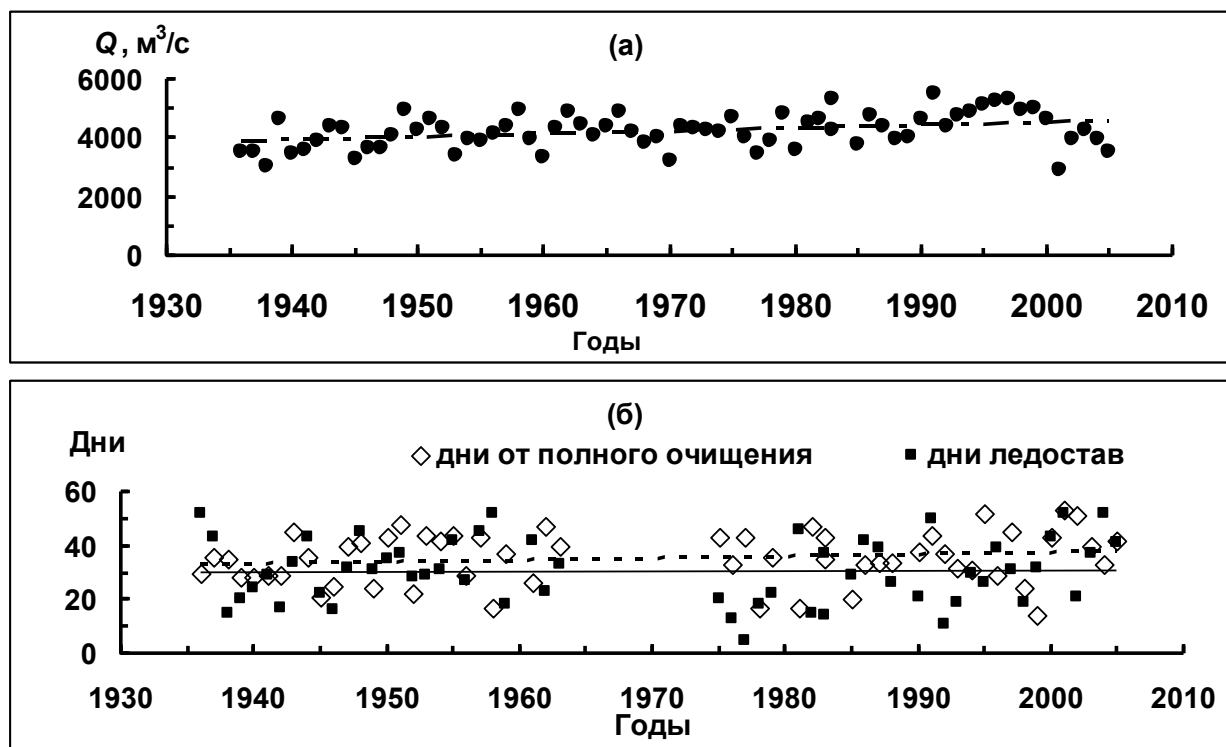


Рис. 2. Изменение расхода воды в Печоре (г/п Оксино) (а) в период 1936–2005 гг., и сроков ледостава и полного очищения ото льда (б), исключая годы: 1960, 1964–1975, 1980, 1989.

Максимальная толщина льда на больших реках России в 1980-2000 гг. уменьшилась на 2-14 см по сравнению с толщиной льда в предыдущие 30 лет. При дальнейшем увеличении T прогнозируется сокращение срока ледостава; при замерзании будут возникать условия для образования осенних скоплений шуги (зажоров) и наводнений; высокие уровни воды при замерзании реки требуют больших сил при вскрытии реки, поэтому динамические вскрытие будут происходить реже, чем тепловые, которые происходят без ледяных заторов. Однако больший Q при вскрытии будет вызывать более суровые ледяные заторы, вызывающие катастрофические наводнения, которые будут происходить реже.

Выводы

Увеличение температуры воздуха приводит к изменению свойств мерзлых пород, росту температуры поверхности грунта и толщины активного слоя, повышению эрозионной способности берегов рек. Рост расхода воды отмечается во всех реках, устья которых находятся в зоне ММП. Наблюдается уменьшение длительности ледостава и уменьшение толщины льда. Увеличение температуры воздуха может способствовать уменьшению числа ледяных заторов и увеличению их мощности и заторных уровней воды.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0001 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090056-0) Государственного задания ИВП РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №18-05-00178, №20-08-00807).

Литература

- [1] *Добровольский С.Г.* Глобальная гидрология. Процессы и прогнозы. М. ГЕОС. 2017. 526 с.
- [2] *Долгополова Е.Н.* Роль многолетнемерзлых пород в формировании гидролого-морфологического режима устьев рек водосбора Северного Ледовитого океана // *Арктика: экология и экономика*. 2018. № 4 (32). С. 70-85.
- [3] *Долгополова Е.Н., Котляков А.В.* Многолетнемерзлые породы в устьевых областях арктических рек России // *Лед и Снег*. 2011. Т.113. №1. С. 81-92.
- [4] Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем: под ред. С.М. Семенова. М.: Росгидромет. 2012, 508 с.
- [5] *Павлов А.В., Малкова Г.В.* Мелкомасштабное картографирование трендов современных изменений температуры грунтов на Севере России // *Криосфера Земли*. 2009. Т. XIII № 4. С. 32-39.
- [6] Alaska's Thawing Permafrost // USGS – NASA. <http://landsat.gsfc.nasa.gov>
- [7] *Beltaos S., Carter T., Prowse T.* Morphology and genesis of deep scour holes in the Mackenzie Delta // *Can. J. Civil Engineering*, 2011, V.38. P. 638-649.
- [8] *Beltaos S., Prowse T.* River-ice hydrology in a shrinking cryosphere // *Hydrological Processes*. 2009. V. 23. P. 122-144.
- [9] *Burn C.R., Kokelj S.V.* The environmental and permafrost of the Mackenzie delta area // *Permafrost and periglacial processes*. 2009. V.80. P. 83–105.
- [10] *Hansen J, Sato M., Ruedy R. et al.* Global temperature 2017 // *Print* 18.01.2018. P. 1-5.
- [11] *Magritsky D. et al.* Changes in hydrological regime and morphology of river deltas in the Russian Arctic // *Proceedings of HP1, IAHS-IAPSO-IASPEL Assembly*, 2013. Gothenburg, Sweden. IAHS Press. P. 67-79.
- [12] *Morse P.D. et al.* Influence of snow on near-surface ground temperatures in upland and alluvial environments of the outer Mackenzie Delta, Northwest Territories // *Canadian Journal of Earth Sciences*. 2012. V 49. no. 8. P. 895-913.
- [13] *Payne C., Panda S., Prakash A.* Remote Sensing of River Erosion on the Colville River, North Slope Alaska // *Remote Sens*. 2018. V.10. No. 397. P. 1-20.
- [14] *Wendler G., Gordon T., Stuefer M.* On the Precipitation and Precipitation Change in Alaska // *Atmosphere*, 2017. Vol. 253. No. 8, P. 1-10.

S u m m a r y. Regime of the river mouths of subarctic region depends on river runoff at the mouth heads, which changes due to the climate warming impact, and also depends on permafrost property at the surface of river watershed. The paper presents a short review of air and ground temperature changes and increase of the depth of active layer at the Arctic Ocean coast. Estimated range of water discharge increase at the mouths of several rivers, giving 8–16.5% of mean annual discharge at the beginning of XXI, is discussed. Change of ice regime of the river mouths is studied.

ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПУЛОВ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ВОРКУТИНСКОЙ ОПОРНОЙ ЗОНЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

А.В. Евсеев, Т.М. Красовская

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, avevseev@yandex.ru

FACTORS CONTROLLING ECOSYSTEMS SERVICES POOLS IN VORKUTA ADVANCED DEVELOPMENT ZONE OF THE RUSSIAN ARCTIC

A.V. Evseev, T.M. Krasovskaya

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Территориальное планирование Воркутинской опорной зоны развития Арктики России предполагает прогнозирование природных и антропогенных факторов возможного изменения её природного капитала, что необходимо для обеспечения устойчивого развития, декларируемого Арктической Доктриной РФ. Анализ изменений включает динамику пулов экосистемных услуг, определяющих возможности развития природопользования, в связи с изменением климатических, экономических и социальных факторов. Сделана попытка оценки этих факторов.

Ключевые слова: *природопользование, экосистемные услуги, динамика, Воркута, Арктика.*

Введение

Арктической Доктриной России, включающей принятые в последние годы программы социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации до 2030 г., планируется ускоренное хозяйственное освоение, либо его расширение в восьми опорных зонах, среди которых – Воркутинская. Социально-экономическое развитие этой зоны предусматривает расширение транспортной инфраструктуры: увеличение протяженности автомобильных дорог на 450 км, включая трассу «Сыктывкар-Нарьян-Мар», железнодорожных линий, в том числе 712 км новых и т.д. Это будет способствовать увеличению добычи полезных ископаемых: коренного и россыпного золота, серебра, меди, баритов, свинца, цинка, кварц-каолинового сырья и др. Со строительством железнодорожной ветки Северной железной дороги «Карскомур» от Воркуты до порта «Арктур» на берегу Карского моря в Усть-Каре в Воркутинской опорной зоне сформируется транспортно-логистический узел для увеличения грузопотоков Северного морского пути. Среди дискуссионных планов - развитие рекреации, позиционирование региона как полигона для утилизации накопленного экологического ущерба в Арктике. Заметим, что существенных замечаний о развитии традиционного природопользования - оленеводства, рыболовства среди обсуждаемых планов развития нет, тогда как, кроме местного ПСК «Оленевод» на территории пасут оленей 4 хозяйства из соседних регионов. Планируемое расширение промышленного и транспортного природопользования, развитие рекреационного, традиционного природопользования в значительной степени обеспечивается местными пулами экосистемных услуг, анализ возможных изменений которых является целью исследования.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования явились Электронный атлас Республики Коми, Экологический атлас России, Национальный Атлас Арктики и др. картографические произведения, авторские материалы полевого картографирования ландшафтов в Воркутинском районе, тематические публикации по региону, включая Стратегию социально-экономического развития Арктической зоны РФ до 2030 года, программе «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Республики Коми на период до 2020 года», региональному изменению климата, конфликтам природопользования и др.

Основным методом исследования являлся системный анализ, а также эколого-экономический.

Результаты исследования и их обсуждение

Развитие упомянутых выше видов природопользования сопряжено с усилением эксплуатации экосистемных услуг, представленных в таблице 1 в соответствии с международной классификацией GEO-5. Нами рассматриваются наиболее востребованные в современной экономике экосистемные услуги, определяющие возможность развития регионального природопользования. Обсуждение поддерживающих экосистемных услуг, за исключением пространственной структуры экосистем, выходит за рамки настоящего исследования.

Перспективы развития природопользования Воркутинской опорной зоны неизбежно связано с расширением сопряженных хозяйственных ареалов и антропогенной нагрузки на экосистемы, определяющих экономический фактор динамики услуг, перечисленных в таблице 1. Принципиальные изменения при этом будут вызваны фрагментацией ландшафтных ареалов, препятствующей выполнению многих регулирующих и информационных экосистемных функций. Снижение регулирующих функций в данном случае связано с эмерджентностью элементов ландшафтной структуры: нарушение одного из них (например, уничтожение растительного покрова при прокладки автотрассы) ведет к снижению контроля эрозионных процессов, стока и т.д. Фрагментация ландшафтов может затронуть территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов, включая сакральные территории, что подрывает их этническую целостность, т.е. снижает объем информационных услуг.

Таблица 1

Наиболее востребованные экосистемные услуги в регионе

Обеспечивающие	Поддерживающие	Регулирующие	Информационные
Минерально-сырьевые, биологические (охотничье-промысловые, пастбищные, пресная вода, генетические ресурсы и др.	Пространственная структура, экосистемный круговорот химических элементов, фотосинтез, почвообразование и др.	Регулирование климата, качества воздуха и вод, стока, эрозии и др.	Нематериальные выгоды: духовные, эстетические, рекреационные, сохранение культурного и природного наследия и др.

Экономические причины могут лежать в основе снижения биоразнообразия и биологических ресурсов вследствие прямого истребления отдельных промысловых видов и разрушении их местообитаний в результате увеличения численности эксплуатирующего их населения, сокращения и ухудшения их местообитаний, пастбищных территорий при развитии промышленного комплекса и транспортной инфраструктуры, сокращения запасов воды для питьевого водоснабжения за счет усиления загрязнения водоемов и т.д. Безусловно, запасы эксплуатируемых минеральных ресурсов также сократятся.

Социальные факторы изменения экосистемных услуг близки по последствиям для пулов экосистем к экономическим. Однако на первый план, на наш взгляд, здесь выходят опасные изменения информационных экосистемных услуг. Увеличение численности пришлого населения изменит привычный образ жизни оленеводов, охотников-тундровиков, будет способствовать дальнейшей утрате языковой, фольклорной, этно-экологической культуры. Под угрозой в условиях увеличения числа посетителей в условиях слабой региональной идентичности населения могут оказаться и памятники истории и культуры «Водопад на реке Хальмерью», «Гора Пембой» и др., памятные знаки событий новейшей истории нашей страны, являющиеся объектами туристической дестинации. Количественные оценки изменения пулов экосистемных услуг под воздействием экономических и социальных факторов может быть выполнена только после публикации материалов конкретных проектов.

Если экономические и социальные факторы изменения пулов экосистемных услуг поддаются институциональному регулированию, то у климатических такая возможность практически отсутствует, что обозначает необходимость разработки адаптационных мер. Рассмотрим примеры возможных изменений пулов экосистемных услуг (прежде всего- регулирующих и обеспечивающих) в результате грядущих климатических изменений. По данным Института глобального климата и экологии линейный тренд среднегодовой температуры для района составил $0.76\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$. В изучаемом районе прогнозируется рост среднегодовых температур воздуха (в основном в теплый период года) до 2030 г. [4]. Прогнозируемая динамика пулов экосистемных услуг рассмотрена ниже.

Обеспечивающие услуги. Потепление климата связано с процессом «позеленения» тундры за счет усиления роста кустарничков, злаков, осок на фоне снижения у ягельников. Характерно наличие положительных суммарных трендов изменения надземной биомассы (рост $\text{NDVI}\approx 0,2-0,8$) растительного покрова [5, 7]. Заметим, что процесс «позеленения» тундры может быть связан и с механическими нарушениями в результате строительных работ по прокладке дорог, обустройству месторождений, захватывающее 5-15% их площади. С этими процессами связано изменение хозяйственного запаса кормов оленьих пастбищ и необходимость пересмотра их площадей.

Регулирующие услуги. Тундры являются стоком CO_2 из атмосферы, тем самым «регулируя» парниковый эффект. Повышение среднесуточной температуры воздуха на 1°C ведет к отклонению углеродного баланса сообществ тундр

"положительную" область на $18 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$ [3]. NPP наземных экосистем тундровой зоны России составляет около $121\text{-}125 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ [3]. Натурные наблюдения изменения биологической продукции воркутинских тундровых сообществ показало, что большая часть углерода депонируется в наземной биомассе растений, главным образом мохообразных: аккумуляция у кустарничково-моховой тундры составляла $199.6 \pm 15.6 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$, а у тундровых сообществ с избыточным увлажнением – $73,3 \pm 6.8$ - $170,3 \pm 9.1 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2}$ [2]. Таким образом, за повышением температур можно ожидать и повышения депонирования углерода. Аналогичные изменения возможны и на лесных участках заказника Хребтовый, продуктивность которых увеличится. Годичное депонирование углерода в его листовичном редколесье оценивается в $1,1 \text{ т/га}$ [6]. Однако распространение высокотемпературных (до -3°C) и динамичных многолетнемерзлых пород может сделать углеродный баланс отрицательным. Тот же эффект имеют и механические нарушения наземного растительного покрова. Ограниченность данных натурных наблюдений исследуемого района не позволяет дать количественные оценки изменения всех рассматриваемых пулов экосистемных услуг и их эколого-экономическую оценку [1], играющую важную роль в перспективном территориальном планировании.

Выводы

На рисунке 1 представлена генерализованная схема факторов, влияющих на динамику экосистемных услуг и направления последней.



Рис. 1. Факторы динамики пулов экосистемных услуг.

Предложенная схема позволяет прогнозировать динамику «природной базы» социально-экономического развития Воркутинской опорной зоны, отвечающего постулатам устойчивого развития.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-05-00335.

Литература

- [1] *Евсеев А.В., Красовская Т.М., Котова О.И.* Картографирование экономической оценки экологических услуг геосистем Воркутинского района//М-лы межд.конф. «ИнтерКарто. ИнтерГИС 15», Пермь, 2009, т.2, С. 485-488.
- [2] *Елсаков В.В.* Особенности сезонной аккумуляции углерода в модельных сообществах Воркутинской тундры// Institute of Biology, 1999. Режим доступа: <https://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/02-58/02.html>. Дата обращения 12.01.2016.
- [3] *Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В., Иващенко А.И.* Углеродный баланс ландшафтов центральной Сибири: наблюдения и моделирование на основе ГИС // Журн. Общей биологии, 1997. Т. 58, № 2. С. 15-33.
- [4] Наблюдаемые климатические тренды в средних полях температуры и осадков. период: 1976-2016/ Институт глобального климата и экологии. Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/climvar> Дата обращения: 15.01.2020.
- [5] *Тишков А.А., Кренке-мл. А.Н.* «Позеленение» Арктики в XXI веке как эффект синергизма действия глобального потепления и хозяйственного освоения// Арктика: экология и экономика. – 2015 № 4(20), с. 28-37.
- [6] *Усольцев В.А.* Депонирование углерода лесами уральского региона России 2018 Екатеринбург: Уральский лесотехнический университет, 2018. 265 с.
- [7] *Elsakov V.V., Kuliugina E.E., Tshanov V.M.* 2013. Trends of vegetation cover changes of the Yugorsky Peninsula in the last decades: comparison of remote and field studies // Geobotanical mapping 2013. St. Petersburg. P. 93-111.

S u m m a r y. Territorial planning of Vorkuta advanced development zone of the Russian Arctic needs a forecast of prospective changes of its nature capital promoted by natural and anthropogenic factors, influencing sustainable development, declared by the Arctic Doctrine. These changes analysis includes ecosystems' services pools dynamics, controlling nature management development prospects connected with climatic, economic and social factors. An attempt to assess these factors is presented.

ПЕРСПЕКТИВЫ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ В АРКТИКЕ: С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ КОРЕИ И РОССИИ

Ким Чжа-Ён

Профессор, Университет Вонкван, Респ. Корея

PROSPECTS FOR THE TOURISM INDUSTRY IN THE ARCTIC: FOCUSING ON KOREA AND RUSSIA

Kim Ja-Young

Professor, Wonkwang University, Iksan city, Rep. of Korea

Аннотация. Туристы, в том числе корейцы, все время ищут новые, привлекательные объекты туризма. В связи с этим, интерес к путешествию по Арктическому региону только что начинается.

Ключевые слова: туризм, Арктика, угроза окружающей среды, кризисы.

Введение

В эпоху низкого экономического роста стоит обратить внимание на индустрию туризма с высоким потенциалом роста и высоким эффектом создания

рабочих мест. Индустрия туризма в 21-ом веке является очень важной частью экономики страны во всем мире.

Согласно статистике в области туризма ВТО за 2012 год, Россия входит в десятку лучших туристических стран мира, и Корея, страна в которой резко вырос туристический спрос с 1990 годов. Корея считается самой частой, но кратковременной поездкой за границу среди стран Азии. Корейцы выбирают Юго-восточную Азию, Китай, Японию, Европу и США, в том числе они и выбирают Южную и Центральную Америку в качестве своих основных предпочтительных направлений. И в последнее время корейцы также заинтересованы в поездках во Владивосток и Трансиб. Кажется, что выбор туристического направления обычно находится под влиянием тренда. Туристы, в том числе корейцы, все время ищут новые, привлекательные объекты туризма. В связи с этим, интерес к путешествию по Арктическому региону только что начинается, и думаем, что спрос к этому пространству растет.

По иронии судьбы, из-за глобального потепления путешествие по Арктике считается одним из фьючерсов туристической индустрии. В данной статье мы рассмотрим, каковы смыслы и перспективы путешествия за Арктический регион для и Кореи и России.

Задачи и перспективы

Российское правительство объявило о Стратегии развития туризма на ДВ до 2020 в 2014 году. В 2009 году пространство 14,260 квадратных километров, включая северную часть Новой Земли, острова Франца-Иосифа и Северный ледовитый океан, выделил Российским национальным парком «Арктика». А также с 2014 года РФ объявила, что планирует продвинуть арктический туризм для иностранцев. Это означает, что Россия признает важность туризма и развивать его, как важную часть национальной экономики.



Рис. 1, 2. Национальный парк Русская Арктика.

(источник: https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_Arctic_National_Park)

Это показывает, что, разрабатывая Арктический регион, как новое туристическое направление, РФ хочет преследовать следующие три цели: развитие экономики региона посредством оживления индустрии туризма, научного исследования и осуществления лидерство в Арктике.

Тогда каковы перспективы индустрии туризма в этом пространстве? По словам Виктора Валярского, известного российского полярника, исследователя Антарктики и Арктики и путешественника, Арктика достаточно привлекательна природой, экологической средой и таинственностью, которая не была открыта публике. Он сказал так: «Но будут проблемы, такие как быстрое загрязнение окружающей среды, деградация экосистем и разрушение среды обитания местных жителей и др., тогда, когда Арктика будет разрабатываться в качестве туристического ресурса. Эти возможные проблемы, может быть, представляют больший риск, чем политические и экономические интересы. Поэтому человечеству следует решать все более осторожно.» Еще по одному докладу из РАН, предупреждается опасность арктического туризма из-за деградации окружающей среды, истощения биологических ресурсов, повреждения палеонтологических остатков и тундры и др.

С точки зрения Кореи, Арктика представляет собой очень привлекательное место для корейских путешественников, ищущих новое альтернативное туристическое направление, как описано выше. Однако можно сказать, что данное место еще не простое из-за условий транспортировки, ограничения количества возможных дней путешествия, уровня местного обслуживания, проблемы безопасности, вопроса стоимости и т.д. В связи с этим, если корейские путешественники захотят увидеть Полярный круг, они используют систему канадской Аляски.

Круизы, рыбалка, морской лед и культурное наследие в естественной среде, которое человечество вне Арктики уже давно утратило, очевидно, являются конкурентоспособностью арктического региона. И его разработка является рождением нового туристического направления для путешественников, в том числе корейцев, и с российской стороны она сможет дать экономические выгоды и возможность облегчения развития региона. Но мы подчеркиваем, что необходимо заранее обсуждение решения различных задач, сказанных выше.

Вывод

Так были рассмотрены разные задачи, проблемы развития туризма и перспективы туризма в Арктике.

Несмотря на ожидание рождения новых привлекательных туристических направлений для Кореи, политически мощное управление за Полярным кругом и экономическое создание доходов от туризма и регионального развития для России, более свободное использование Арктики, как «дального пространства», кажется не легким.

В заключении статьи хотелось бы обобщить проблемы арктического туризма с точки зрения Кореи и России.

Со стороны Кореи: - тотальная стоимость путешествия; - некомфортность транспортировки; - срок возможных дней путешествия; - гарантия безопасности путешествия; - обеспечение местных сервисных учреждений.

Со стороны России: - риск экологического ущерба; - повреждение геологического и палеонтологического наследия; - разрушение биологических ресур-

сов; - угроза среды обитания коренных народов; - вегетация и повреждение почвы в тундре и др.

В связи с этим нужно пересмотреть первоочередные вопросы и хотелось бы рекомендовать следующие задачи:

- укрепление национального, социального контроля и создание системы для соблюдения экологических правил;
- образовательное мероприятие по повышению экологической осведомленности туристов и служащих;
- активное управление и реагирование посредством регулярного мониторинга местной экологической ситуации;
- популяризация природно-ориентированных форм туризма;
- обеспечение безопасности и устойчивости транспорта;
- установка местной инфраструктуры;
- разработка круизных линий, соединяющих полярный круг с ДВ, Сахалином и Кореей и др.

Кроме того, хорошо бы сделать бенчмаркинг на канадские примеры. А также с корейской стороны, которая находится в начале четвертой промышленной революции, с целью перспектив экономического будущего хорошо бы сделать инвестицию в объекты, туристический консалтинг, совместное научно-исследовательское сотрудничество, проекты по очистке окружающей среды и т.п. в качестве активного участия в проектах России в Северном полярном круге.

Благодарности

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5C2A01081461)

Литература

- [1] *Бертош А.А.* Арктический туризм: специфика и проблемы аспирант Кольского научного центра Российской академии наук. (<https://goarctic.ru/travel/arkticheskiy-turizm-spetsifika-i-problemy/>)
- [2] *Васильева И.О., Муратова М.Н.* Развитие туризма в Арктике. // Международный научно-исследовательский журнал. – № 11 (53) Ч. 2. Ноябрь 2016. – С. 78–83.
- [3] *Пономарев В.* Туризм в Арктике полезен, но он должен быть управляемым, ИА «Арктика-Инфо» (http://www.arctic-info.ru/opinions/interviews/turizm_v_arktike_polezen_no_on_dolzhen_byt_upravlyayem/)
- [4] *Yi Jae-Hyok*, "The tourism resources in the Russian Far East and a development plan of Korean tourism industry", journal 『한국시베리아연구』 No. 19-2, 2015.
- [5] *Yi Jae-Hyok*, "Koreans in Sahalin & Dark Tourism", The Journal of Arctic, No. 16, 2019.

S u m m a r y. Tourists, including Koreans, are always looking for new, attractive tourism sites. In this regard, the interest in traveling in the Arctic region has just begun.

ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

Н.А. Кондратов¹, О.Э. Родионова¹, Ю.Н. Шумилова²

¹ САФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, n.kondratov@narfu.ru

² ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Архангельск

FACTORS OF DEVELOPMENT OF NATURE MANAGEMENT IN THE RUSSIAN ARCTIC

N.A. Kondratov¹, O.E. Rodionova¹, Yu.N. Shumilova²

¹Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

²Northern forestry research Institute, Arkhangelsk

Аннотация. Проанализированы факторы развития природопользования в российской Арктике. Рассматриваются теоретические и географические особенности природопользования на Севере России и в АЗРФ. Показано, что в целях устойчивого социально-экономического развития, обеспечения комплексной безопасности в российской Арктике структура и подходы к природопользованию нуждаются в системных изменениях.

Ключевые слова: российская Арктика, природопользование, устойчивое развитие, международное сотрудничество.

Введение

Природопользование – сфера практической деятельности и одновременно фундаментальная наука об использовании природных ресурсов, экологических проблемах и охране окружающей среды. Развитие природопользования как междисциплинарного научно-образовательного направления стимулируется прогрессом в сопряженных научных направлениях, одним из которых являются география, экология, геоэкология. Учет географических факторов в развитии природопользования представляется актуальным для обоснования направлений развития северных и арктических регионов нашей страны.

Объекты и методы

Районы Крайнего Севера занимают более половины территорий нашей страны. Понятия «Арктика», «Север», «Крайний Север», их границы в литературе часто тождественны. Российский арктический сектор - самый большой среди приарктических государств. Если принимать за южную границу Северный полярный круг, полярный сектор охватывает свыше 9 млн кв. км, из которых почти 7 млн кв. км приходится на водное пространство, что составляет около половины площади Северного Ледовитого океана. Свыше 22 тыс. км составляет протяженность арктического побережья России (общая протяженность – 38 тыс. км) [1].

Указами Президента России от 2 мая 2014 г. № 296 и 27.06.2017 г. № 287 определен состав сухопутных территорий Арктической зоны РФ (далее – АЗРФ). В основе государственной политики управления социально-экономическим развитием АЗРФ должен лежать географический анализ факторов развития природопользования. На формирование природопользования в АЗРФ влияет ряд факторов:

- экстремальные природно-климатические условия, включая постоянный ледовый покров или дрейфующие льды в арктических морях;

- очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения и низкая плотность населения;
- удаленность от промышленных центров, зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;
- низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий.

Северные территории относительно хорошо изучены в географическом, геополитическом, историко-культурологическом, социально-демографическом и других аспектах. Арктический регион в последние десятилетия находится на острие различных наук, естественных, гуманитарных, технических. Накопление знаний о нем продолжается. Это обусловлено, во-первых, тем, что в Арктике происходят стремительные и необратимые трансформации, полного понимания предпосылок и точного прогнозирования последствий которых еще не сложилось. Примером служит изменение климата [2]. Во-вторых, страны, расположенные как внутри, так и вне арктического макрорегиона, их объединения и промышленные корпорации проявляют к Арктике повышенный интерес [3].

Географические подходы в природопользовании опираются на концепции, сформулированные в XX в. Н.Н. Баранским и получивших развитие в трудах И.П. Герасимова, Ю.Г. Саушкина, Т.М. Красовской, А.В. Евсеева. До конца XX в. природопользование на Севере России рассматривалось как моноресурсное, преимущественно сырьевого направления. Здесь получили развитие крупноочаговое и традиционные виды природопользования, остальным отводится второстепенная роль. Поэтому проблемы развития природопользования длительное время сужались до подсчета обеспеченности минерально-сырьевыми и водными биологическими ресурсами, поисков источников сырья, изучения транспортной доступности, развития подсобного сельского хозяйства, использования территории и акватории как военно-оборонного плацдарма [2].

Отметим, что в XX в. такие подходы были характерны и для периферийных районов зарубежных государств. В структуре природопользования северных территорий Норвегии, Швеции, Финляндии, Канады и на Аляске приоритетное внимание уделяется развитию природоохранного и рекреационного природопользования, альтернативной энергетике и внедрению природосберегающих технологий. Успехи социально-экономического развития северных стран Европы во многом зависят от удовлетворительного состояния местных геосистем и обращения с природными ресурсами.

После конференции ООН по проблемам окружающей среды в Рио-де-Жанейро на повестку дня вышла концепция устойчивого развития, выдвинувшая идеи рационального использования природно-ресурсного потенциала в интересах настоящего и будущего поколений, поддержания высоких стандартов качества жизни на базе инноваций и технологического прогресса.

В XXI в. наметился сдвиг в сфере исследований Севера и Арктики в сторону анализа геоэкологических (особенно в сфере изменения климата) и соци-

ально-экономических проблем, включая этнокультурные [2]. С применением географических и экономических методов актуальным становится поиск путей трансформации природно-ресурсного потенциала в социальный, инфраструктурный и финансовый. Представляется, что оптимизация структуры арктического природопользования, формирование которой на протяжении всего XX в. было в значительной мере стихийным, является основой этого процесса. Решение этой задачи для Севера и АЗРФ базируется на системном анализе природопользования в целях дальнейшей разработки концептуальных географических основ природопользования как науки; выявления особенностей его современной структуры и основных культурно-хозяйственных типов, причин появления территориальных конфликтов природопользования и разработки методологии их прогноза. Такой анализ необходим для обоснования создания сбалансированной территориальной структуры природопользования в АЗРФ с использованием эколого-экономических, геоэкологических оценок и этнокультурных подходов, а также для определения принципов развития рационального природопользования при сохранении природного и культурного наследия региона.

Обсуждение результатов

В географическом смысле российская Арктика представляет собой высокоширотную область Крайнего Севера, кроме сухопутной части включающую континентальный шельф и исключительную экономическую зону морей Северного Ледовитого океана, а также окраинные территории Северной Америки и Евразии.

Север и Арктика обладают стратегическим территориальным резервом. Здесь расположены значительные освоенные территории за Полярным кругом и вблизи него и крупнейшие резерваты нетронутой природы, на которых созданы крупнейшие в России и на Севере охраняемые природные территории.

В арктическом регионе проживает менее 1% населения страны, производится около 5% ВВП и свыше 20% общероссийского экспорта. От общероссийских показателей здесь добывается 100% алмазов, почти 90% никеля, кобальта, меди, платиноидов и других металлов. Арктика, очевидно, одна из последних областей на Земле, перспективных на нефть и природный газ. В планетарном масштабе ресурсы Тимано-Печорской, Западно-Сибирской и Баренцево-Карской нефтегазовых провинций на суше и шельфе Северного Ледовитого океана составляют пятую часть мировых запасов углеводородов. Первое место в структуре хозяйства АЗРФ занимает газовый комплекс (добывается свыше 80% российского газа), второе – горнопромышленный, представленный предприятиями цветной металлургии [4].

Российская Арктика – источник биологических ресурсов, добываемых, в основном, в морях западного сектора АЗРФ – Белом, Баренцевом и, в меньшей степени, Карском.

В АЗРФ сконцентрирован туристско-рекреационный потенциал, который, однако, по сравнению с зарубежными северными районами, изучен и используется недостаточно. Между тем, туристический образ Европейского Севера и

АЗРФ формируют разнообразные природные ресурсы и богатое историко-культурное наследие.

Историко-культурная ценность Севера и Арктики так же очевидна, как природная. На значительной части АЗРФ проживают коренные народы. Поддержка их жизненного уклада, сохранение культурных традиций, учет мнения при выработке направлений природопользования – государственная задача. Как показывает зарубежный опыт освоения Севера, она должна решаться в рамках государственно-частных партнерств с участием промышленных корпораций, бизнеса, привлечением научно-исследовательских, образовательных и общественных организаций.

Преобладающее развитие ресурсопотребляющих видов природопользования (промышленное, энергетическое, транспортное) стало причиной развития в отдельных районах российской Арктики зон критической экологической обстановки. Кроме использования устаревших технологий, малоадаптированных к условиям Севера, сохранению природной среды не способствовало отсутствие экономических стимулов ведения природоохранной деятельности, а вплоть до середины 1990-х гг. и платы за использование природных ресурсов. Острота экологических проблем может усилиться в связи с наблюдаемым повышением температуры воздуха. Согласно докладом Росгидромета и Арктического Совета, в последние 30-40 лет потепление в Арктике происходит быстрее, чем в мире в целом [3].

В силу циркумполярного географического положения, геоэкологической, геополитической, экономической и социально-культурной значимости Арктика является местом пересечения интересов многих стран. Стратегические интересы государств распространяются на укрепление национального суверенитета в арктической зоне, обеспечение ее устойчивого социально-экономического развития при освоении природных ресурсов, сохранение природопользования коренных малочисленных народов, развитие судоходства и международного сотрудничества на Крайнем Севере и в Арктике [4].

В России в течение XX-XXI вв. предпринимаются системные шаги по формированию политики природопользования в арктическом регионе. Базовыми являются «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» и «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», утвержденные Президентом России в 2008-2013 гг. В этих документах в качестве приоритетных задач развития арктического региона рассматриваются: комплексное социально-экономическое развитие на основе рационального природопользования, сохранение окружающей среды и ликвидация негативных последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата, модернизация инфраструктуры, сохранение традиционного природопользования коренных народов, международное сотрудничество, развитие науки и образования.

Выводы

Освоение Арктики – одна из крупнейших и долговременных международных проблем. Эта зона до сих пор изучена слабо, что затрудняет оценку ее природно-ресурсного потенциала. Природопользование в экстремально-суровых климатических условиях арктического региона нуждается в разработке альтернативных региональных адаптированных видов хозяйственной деятельности, которые способствовали бы стабилизации социально-экономической, экологической и геополитической обстановки и были бы максимально приближены к идеям устойчивого развития. В целях оптимизации использования природных ресурсов управление природопользованием должно базироваться на нормативной правовой базе, учитывающей специфику региона и рекомендации Арктического Совета. В основу стратегии освоения АЗРФ и Крайнего Севера должны быть положены принципы рационального использования сырьевых ресурсов, предосторожный подход, экологическая оптимизация хозяйственной деятельности, сохранение этнокультурного разнообразия и традиционного природопользования, развитие туризма, образования и научных исследований, укрепление геополитических позиций, развитие широкоформатного международного сотрудничества. Это позволит осуществлять обмен знаниями, компетенциями и разработками между приарктическими странами и внутри них для определения наиболее эффективных способов хозяйствования в экстремальных природно-климатических условиях Арктики.

Литература

- [1] *Арктика: интересы России и международные условия их реализации* / Под ред. Барсегова Ю.Г., Корзуна В.А., Могилевкина И.М. и др. – М.: Наука, 2002. – 356 с.
- [2] *Красовская Т.М.* Природопользование Севера России. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 288 с.
- [3] *Цатуров Ю.С., Клетиков А.В.* Современное изменение климата Арктики: результаты нового оценочного доклада Арктического Совета // *Арктика: экология и экономика*. – 2012. № 4(8). – С. 76-81.
- [4] *Чистобаев А.И., Кондратов Н.А.* Арктика: геополитические и геоэкономические интересы зарубежных стран. // *Геополитика и безопасность*. – 2014. № 1 (25) – С. 84-91.

S u m m a r y. Examines the theoretical and geographical features of formation of system of natural management in the North of Russia and in the Arctic zone. It is shown that in order to ensure comprehensive safety of the population, address environmental issues and transition to sustainable development structure and approaches to environmental management in the Russian Arctic are in need of systemic change.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ АРКТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ: ОПОРНЫЕ ЗОНЫ РАЗВИТИЯ

Н.А. Кондратов¹, Ю.Н. Шумилова²

¹ САФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, n.kondratov@narfu.ru

² ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Архангельск

ORGANIZATIONAL MECHANISMS FOR IMPLEMENTING RUSSIA'S ARCTIC STRATEGY: KEY DEVELOPMENT ZONES

N.A. Kondratov¹, Yu.N. Shumilova²

¹Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

²Northern forestry research Institute, Arkhangelsk

Аннотация: В 2013 г. Президентом России утверждена Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. В статье рассматриваются основные организационные механизмы реализации стратегии. Один из инструментов - опорные зоны развития, которые будут решать задачи сопряженного социально-экономического развития территорий с опорой на их географическое положение, природно-ресурсный потенциал, имеющуюся и планируемую производственную базу, трудовые ресурсы, систему образования и научных исследований.

Ключевые слова: российская Арктика, природопользование, стратегия развития, опорные зоны.

Введение

Ключевой задачей в сфере социально-экономического развития России является переход от ресурсно-сырьевой к инновационной модели, рассматриваемой с позиций импортозамещения. Наиболее подходящей является модель диверсифицированной экономики, в которой сочетаются невозобновимые природные ресурсы и воспроизводимый человеческий капитал, что подразумевает использование как сырьевых, так и интеллектуальных возможностей региона и государства. Технические и технологические нововведения должны осуществляться в отраслях, от которых зависят конкурентоспособность региона и всей страны. К такой отрасли в Арктической зоне РФ (далее – АЗРФ) относится горнодобывающая. Как показывает практика, северные страны формируют региональные ВВП не только на разведке и добыче минерального сырья и топлива, но и на сервисных услугах, наукоемких разработках, способствующих повышению энергетической и экологической безопасности объектов нефте- и газодобычи.

Базовый документ планирования социально-экономического развития АЗРФ - Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. до 2020 г. Она была утверждена Президентом РФ в 2013 г. и в настоящее время проходит процесс актуализации.

Объекты и методы

В географическом смысле российская Арктика представляет собой высокоширотную область Крайнего Севера, кроме сухопутной части включающую континентальный шельф и исключительную экономическую зону морей Северного Ледовитого океана, а также окраинные территории Северной Америки и Евразии.

Указами Президента России от 2 мая 2014 г. № 296 и от 27 июня 2017 г. № 287 определен состав сухопутных территорий АЗРФ. В этом регионе проживает менее 1% населения страны, производится около 5% ВВП и свыше 20% общероссийского экспорта [1]. В основе государственной политики в АЗРФ лежит обеспечение устойчивого социально-экономического развития, комплексной безопасности в акватории и на суше макрорегиона, повышение уровня жизни населения, укрепление роли Арктики в экономике России на основе инновационной модернизации.

В АЗРФ расположены значительные освоенные территории за Полярным кругом и вблизи него, в т.ч. районы традиционного природопользования коренных народов, крупнейшие месторождения полезных ископаемых, сконцентрированы туристско-рекреационные ресурсы и природные резерваты дикой природы. Первое место в структуре экономики АЗРФ занимает газовый комплекс (добывается свыше 80% российского газа), второе – горнопромышленный, представленный предприятиями цветной металлургии [4].

Обсуждение результатов

Реализация государственной политики России в Арктике происходит в контексте инновационной модернизации экономики, обеспечивающей рациональное природопользование, его диверсификацию (при сохранении ведущей роли минерально-сырьевого комплекса), сохранение уникальных экосистем и местных сообществ. При реализации предусмотренных арктической стратегией России инвестиционных проектов по добыче полезных ископаемых и развитию транспортной инфраструктуры в АЗРФ (далее - мегапроекты) будут создаваться территориально-производственные комплексы, а также объекты производственной, энергетической, транспортной, информационно-коммуникационной инфраструктуры (далее – инфраструктуры), объединяемые в кластеры, ориентированные на коммерциализацию научно-исследовательских и опытных конструкторских разработок.

Социально-экономическое развитие российской Арктики в стратегии описывается в инновационном и инерционном сценариях. Инновационный сценарий учитывает неоднородность экономического пространства российской Арктики. При разработке этого сценария авторы исходили из оптимистических оценок развития отраслей с учетом мегапроектов, ориентировались на международное сотрудничество при освоении месторождений полезных ископаемых, что будет способствовать более быстрым, чем в инерционном сценарии, темпам их освоения. Характерными чертами инновационного сценария, с одной стороны, является реализация конкурентных преимуществ АЗРФ на базе использования природно-ресурсного потенциала и возможностей для инновационных разработок, с другой стороны, проявление нового качества экономического роста, основанного на расширении экономического базиса арктических территорий путем усиления влияния инновационных технологий и информационно-коммуникационных технологий в различных отраслях экономики.

Государственной программой «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2025 года» (объем финан-

сирования - примерно 160 млрд руб.) в целях устойчивого социально-экономического развития АЗРФ предусмотрен ряд механизмов [2,3].

1. Создание *зон опережающего развития*, которые обусловят сдвиги системы производительных сил на Крайнем Севере. Такие зоны могут возникнуть в районах Полярного Урала, на базе Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (далее – ТПНПП), формирующихся Кольской и Белкомурской индустриальных зон.

2. *Каркасно-кластерный подход* предполагает реструктуризацию предприятий в направлении создания современных перерабатывающих производств, расширения номенклатуры готовых изделий с высокой добавленной стоимостью, повышении конкурентоспособности продукции за счет вовлечения в отработку новых месторождений, внедрения энергосберегающих технологий, использования замкнутого производственного цикла с минимальным воздействием на окружающую среду.

3. *Селективная государственная поддержка* означает разработку и применение на государственном уровне особых подходов в налоговой и социальной политике, а также совершенствованию механизмов смешанного (государственно-частного) участия в развитии приарктических территорий, создании и функционировании особых экономических зон, привлечении и использовании инвестиций, в т.ч. иностранных.

4. Создание *опорных зон развития* - комплексных проектов социально-экономического развития территорий, которые подразумевают синхронное применение инструментов территориального и отраслевого планирования, а также механизмов реализации мегапроектов, в т.ч. на принципах государственно-частных и иных видов партнерств. Система опорных зон формируется вокруг очагов хозяйственного освоения на основании существующего административного деления, что позволяет акцентировать внимание на мегапроектах и развитии инфраструктуры даже в тех регионах, которые не полностью входят в АЗРФ.

Кольская опорная зона формируется на территории Мурманской области и тяготеет к Северному морскому пути (далее – СМП). В этом субъекте развивается инфраструктура для обслуживания разведки и добычи углеводородов на шельфе Баренцева и Карского морей. На западном берегу Кольского залива «Новатэк» планирует строить крупнотоннажные платформы, плавучие заводы для проекта «Арктик СПГ-2». В Мурманском транспортном узле предусмотрено строительство терминалов и железнодорожных подъездов (например, порт и комплекс перегрузки угля Лавна и железнодорожная ветка Выходной - Лавна).

Задачей **Ямало-Ненецкой опорной зоны** является освоение перспективных месторождений на Ямальском и Гыданском полуостровах и на шельфе Карского моря, а также создание портовой (Сабетта) и транспортной («Бованенково – Сабетта», «Северный широтный ход») инфраструктуры для поставок сжиженного природного газа на экспорт (прежде всего, в страны Азиатско-Тихоокеанского региона).

В Республике Коми образована **Воркутинская опорная зона**. На ее территории находятся месторождения ТПНГП и крупнейшего в Арктике Печорского угольного бассейна. Среди перспективных проектов, запланированных к реализации в этой опорной зоне, можно назвать развитие железнодорожного («Белкомур»), автомобильного и воздушного транспорта, решение проблем моногорода Воркута.

Архангельская опорная зона рассматривается как транспортный коридор, соединяющий промышленные центры Европейского Севера с СМП. Здесь развиваются одни из первых в АЗРФ инновационные территориальные кластеры (лесопромышленный и судостроительный), что соответствует отраслевой специализации региона. Перспективными проектами опорной зоны считаются: «Белкомур», глубоководный район морского порта Архангельск, Павловское месторождение полиметаллических руд на Новой Земле и строительство здесь горно-обогатительного комбината («Росатом»).

Основным вызовом для развития **Ненецкой опорной зоны**, который в долгосрочной перспективе может стать преимуществом, является освоение месторождений ТПНГП на шельфе Баренцева и Карского морей. Поскольку Ненецкий автономный округ имеет только авиационное круглогодичное сообщение с другими субъектами РФ, приоритетным является сооружение портов вдоль СМП, объединение их с железнодорожными магистралями. Например, строительство порта Индига как конечного пункта «Баренцкомур», строительство железной дороги «Индига - Сосногорск», автомобильной дороги «Сыктывкар - Нарьян-Мар», которая может рассматриваться как альтернатива железнодорожным проектам.

Таймыро-Туруханская опорная зона развивается на основе добычи полезных ископаемых в Норильском горнопромышленном районе. Одним из реализованных инвестиционных проектов стало открытие шахты «Скалистая» и разработка Сырадасайского месторождения угля. Для отгрузки угля (около 3 млн т в год) планируется построить терминал в порту Диксон. Планируется освоение месторождений нефтегазового кластера (Усть-Енисейский и Хатангский центры).

Одной из стратегических целей **Северо-Якутской опорной зоны** является создание логистической системы, обеспечивающей связь внутрирегиональной речной системы (Лена, Колыма) с СМП. Этого можно достичь за счет обновления инфраструктуры: реконструкции порта Тикси, строительства Жатайской судовой верфи, пополнения флота судов класса «река-море», освоения месторождений углеводородов, в т.ч. на шельфе Северного Ледовитого океана (Усть-Оленекский, Усть-Ленский, Анисинско-Новосибирский участки).

Преимуществом **Чукотской опорной зоны** является географическое расположение на СМП. Одна из главных проблем – удаленность от федерального центра и депопуляционные процессы. Перспективными направлениями развития зоны в перспективе станут совершенствование логистики (в т.ч. реконструкция аэропортов), добыча полезных ископаемых и развитие энергетики.

Основные проекты реализуются в рамках Чаун-Билибинской и Анадырской промышленных зон.

Обзор показывает, что формирование опорных зон предусматривает подход к развитию территории как целостного проекта по принципу обеспечения взаимоувязки «отраслевых» мероприятий на всех этапах жизненного цикла: планирования, целеполагания, организации финансирования и реализации. Ориентация опорных зон на порты СМП позволит активизировать деятельность в хинтерландах как АЗРФ, так и в других субъектах РФ.

Выводы

С начала 1990 – х гг. утверждается концепция конкурентоспособности регионов, базирующихся на теории эндогенного экономического роста [3]. Акцент в ней сделан на возможностях развития самого региона, который активно ищет опорные точки конкурентного преимущества в условиях изменения климата, глобализации, взаимодействия с соседями, ориентируясь на потребности к динамично развивающимся рынкам, поощряет предпринимателей, стимулирует чиновников к гибкому экономическому поведению. В таком регионе с использованием инструментов государственно-частных партнерств пытаются решить социально-экономические и экологические (на основе предосторожного подхода) проблемы, поощряют рациональное природопользование, ищут замену импортных энергоносителей, развивают сферу услуг (в т.ч. туризм), принимают комплексные меры по развитию человеческого капитала. Комплексно оценивая факторы формирования опорных зон и результаты их деятельности в российской Арктике можно вести речь о достижении устойчивого развития.

Литература

- [1] *Арктика: интересы России и международные условия их реализации* / Под ред. Барсегова Ю.Г., Корзуна В.А., Могилевкина И.М. и др. – М.: Наука, 2002. – 356 с.
- [2] *Пилясов А.Н.* Контуры Стратегии развития Арктической зоны России // *Арктика: экология и экономика*. – 2011. № 1. – С. 38-47.
- [3] *Пилясов А.Н.* Прогнозное развитие российской Арктики: трансформация пространства, внешние связи, уроки зарубежных стратегий // *Арктика: экология и экономика*. – 2011. № 2. – С. 10 – 17.
- [4] *Чистобаев А.И., Кондратов Н.А.* Арктика: геополитические и геоэкономические интересы зарубежных стран. // *Геополитика и безопасность*. –2014. №1 (25) - С. 84-91.

S u m m a r y. In 2013, the President of Russia approved the Strategy for developing the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2020. The article discusses the main organizational mechanisms for implementing the strategy. One of the tools is the reference development zones, which will solve the problems of related socio-economic development of territories based on their geographical location, natural resource potential, existing planned and production base, labor resources, education and research systems.

АНТРОПОГЕННЫЕ ПУСТЫНИ ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

Т.Ю. Репкина, Ф.А. Романенко, Н.Н. Луговой, А.Л. Гуринов
МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, г. Москва, t-repkina@yandex.ru,

MAN-MADE DESERTS OF THE WHITE SEA COAST

T.Yu. Repkina, F.A. Romanenko, N.N. Lugovoy, A.L. Gurinov
Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. По данным дешифрирования космических снимков и полевых наблюдений на побережье Белого моря выявлены ареалы активизации эоловых процессов, спровоцированной деятельностью человека. На Зимнем берегу Белого моря строение эолового рельефа и отложений уточнено по данным DGPS, БПЛА и георадарной съемок. Впервые установлено время начала интенсивного антропогенного преобразования Кузоменских песков - крупнейшего ареала подвижных песков беломорского побережья.

Ключевые слова: антропогенный рельеф, морские террасы, песчаные пустыни, морфодинамика, побережье, DGPS, БПЛА, GPR, Белое море.

Введение

Формы эолового рельефа – авандюны, дюны и поверхности эолового выравнивания, – неотъемлемая черта аккумулятивных песчаных берегов не только тропических и умеренных [1], но и высоких [10, 11] широт. Морские террасы побережья Белого моря, особенно расположенные в устьях рек, на протяжении нескольких тысячелетий осваивались человеком [4, 6]. Антропогенное воздействие на рельеф песчаных террас, слабое во время бытования первобытных культур, заметно возросло в последние столетия [9] и многократно усилило активность эоловых процессов. На Летнем, Терском и Зимнем берегах Белого моря возникли песчаные антропогенные пустыни - участки, где эоловые процессы, спровоцированные деятельностью человека, определяют облик и динамику рельефа побережья. По эколого-генетической классификации они близки пустыням океанских побережий [3]. Причины и время образования антропогенных пустынь, по-видимому, не одинаковы на разных участках побережья. Проблема возникновения и развития антропогенно обусловленного эолового рельефа и опустынивания территории, острая в устье р. Варзуги [5, 11, 3, 2], имеет региональное значение и актуальна при планировании хозяйственной деятельности.

Регион исследований, объекты и методы

Регион исследования – побережье Белого моря. Объект исследования - песчаные пустыни, возникшие на прибрежных террасах в результате деятельности человека.

Ареалы антропогенно-обусловленной активизации эоловых процессов (рис. 1) выявлены по данным дешифрирования космических снимков, содержащихся на сервисах Google Earth (<https://www.google.com/earth/>) и Google Earth Timelapse (<https://earthengine.google.com/timelapse/>) и обобщения результатов многолетних полевых исследований авторов.



Рис. 1. Положение песчаных антропогенных пустынь побережья Белого моря.

На Зимнем берегу Белого моря строение эолового рельефа и отложений уточнено по данным съемок DGPS и беспилотным летательным аппаратом (БПЛА), а также георадарного профилирования. На Терском берегу время начала интенсивного воздействия человека на поверхность голоценовой косы определено путем радиоуглеродного датирования фрагментов деревьев, погибших при смещении подвижных песков. Образцы для датирования отобраны из комлей и пней сухих деревьев, на краю искусственных посадок, закрепляющих пески, на отметках 10-15 м н.у.м. Разрез отложений поверхности той же высоты изучен в береговом уступе р. Варзуги, на СЗ окраине д. Кузомень. Радиоуглеродное датирование проведено в ГИН РАН. Калибровка дат выполнена на сайте Online Cal Pal (<http://www.calpal-online.de>) с помощью калибровочной кривой CalPal2007_HULU [13].

Результаты и их обсуждение

Ареалы резкой активизации эоловых процессов приурочены к окрестностям поселений, расположенных на аккумулятивных берегах, испытавших в голоцене слабое поднятие [2, 7] и подверженных сильным ветрам.

Наиболее крупная и известная пустыня – *Кузоменские пески* на правом берегу р. Варзуги. Ее площадь составляет около 12 кв. км, и постепенно увеличивается за счет перевевания новых участков косы. Здесь чередуются поверхности эолового выравнивания, останцы разветренных террас, небольшие дюны и подвижные «бугристые» пески. Подвижные пески, надвигающиеся на с. Кузомень, являются экологическим бедствием. История борьбы за их закрепление посадками леса насчитывает десятилетия побед и поражений [3]. Перевевание косы, формирующейся с ~8.1 тыс. л.н., началось не ранее ~2.3-2 тыс. кал. л.н. [2]. Причинами антропогенной активизации эоловых процессов считают вырубку деревьев, выпас скота или пожары [3]. По датам, полученным из комлей и стволов усохших деревьев, они погибли в интервале 210-55 кал. л.н. Возраст щепы в толще оторфованных эоловых песков в разрезе у д. Кузомень датирует-

ся интервалом 0.3-0.15 тыс. кал. л.н. Таким образом, пески в разных частях косы продвигались постепенно и не одновременно. Можно, вслед за [3] предположить комплексную природу активизации перевевания, вызванного антропогенной нагрузкой на поверхность косы. Полевые наблюдения показали, что очаги дефляции моментально возникают при нарушении растительного покрова, в частности вдоль грунтовых дорог и следов разового проезда транспорта.

На Летнем берегу Белого моря преобладают антропогенные пустыни иного облика. Как правило, непосредственно за авантюной располагается нарушенная проездами транспорта поверхность эолового выравнивания с останцами разветвленных террас. Сдутый с низких террас материал аккумулируется на поверхности активных дюн, постепенно продвигающихся в сторону суши. В то время как на участках, не нарушенных человеком, дефляционные котловины приурочены к вершинам береговых валов и не образуют единой поверхности выравнивания [8]. Наиболее крупная поверхность эолового выравнивания (~2 кв. км) сформировалась у д. Яреньга. За счет дефляции высота террасы с отметками 5-7 м снизилась с 1960-х годов не менее, чем на 0.5 м. Основная причина активизации дефляции – разезды транспорта и выпас скота.

На Зимнем берегу, в условиях чрезвычайно высоких скоростей ветра, эоловые процессы имеют чрезвычайно большое значение для динамики рельефа современной береговой зоны и прибрежных террас. Зафиксированы несколько этапов естественной активизации эоловых процессов – во время регрессии раннего голоцена (~11.1-9.5) и около 2 тыс. кал. л. н. [7]. Сравнение описания строения берега, сделанного в конце XIX века [12] и результатов DGPS и БПЛА съемок, показывают, что на участках, нарушенных при строительстве поселений и разездах транспорта, поверхность песчаных террас и дюнных массивов была снижена за счет дефляции на 1-2 м.

Выводы

1. Основной причиной активизации эоловых процессов представляется нарушение поверхности аккумулятивных террас в результате механического воздействия при строительстве поселений, выпасе скота и проездах транспорта.
2. Возникновение подвижных песков возможно на участках, где в результатах устойчивой аккумуляции прибрежно-морских наносов, мощность песчаного чехла террас велика. Там, где берега бедны наносами, на нарушенных человеком поверхностях преобладают процессы дефляции.

Благодарности

Работы выполнены при поддержке проектов РФФИ 18-05-60200, 19-05-00966 и 18-05-60221 (полевые работы) и темы ГЗ АААА-А16-116032810089-5 (дешифрирование КС).

Литература

- [1] *Выхованец Г.В.* Эоловый процесс на морском берегу. Одесса: Изд-во «Астропринт», 2003. 368 с.
- [2] *Зарецкая Н.Е., Репкина Т.Ю.* Новые данные по истории Терского берега Белого моря в голоцене (район устья р. Варзуги) // Геология морей и океанов.

Материалы XXI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. 3. ГЕОС Москва, 2015. С. 185-189.

[3] Казаков Л.А., Вешняков Г.В. Кузоменские пески в начале XXXI века. М.: Пи-Квадрат, 2014. 128 с.

[4] Мартынов А.Я. Археологическая карта Беломорья: некоторые итоги и проблемы изучения // Первобытная и средневековая история и культура Европейского Севера: проблемы изучения и научной реконструкции: международная научно-практическая конференция (Соловки, 2006): сборник научных статей и докладов. Пос. Соловецкий, 2006, с. 187-212.

[5] Медведев П.М. Кузоменские подвижные пески и мероприятия по их закреплению // Изв. ВГО. Т. 96. Вып. 1, 1964. С. 30-38.

[6] Первоначальное заселение Арктики человеком в условиях меняющейся природной среды: Атлас-монография / Отв. Ред. В.М. Котляков, А.А. Величко, С.А. Васильев. М.: ГЕОС, 2014. 519 с.

[7] Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Шилова О.С. и др. Юго-восточный берег Горла Белого моря в голоцене: рельеф, отложения, динамика // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Выпуск 6. Спб.: АНИИ, 2019. С. 146–153.

[8] Репкина, Т. Ю., Романенко, Ф. А., Зарецкая, Н. Е., Кублицкий, Ю. А., Леонтьев, П. А., Шилова, О. С., Беличенко, А. Е., Архипов, В. В., и Яковлева, А. П. Динамика западного берега Унской губы (Летний берег Белого моря) в голоцене и его заселение // Материалы XXIII Международн. научн. конф. (Школы) по морской геологии “Геология морей и океанов”. Т. 3. ИО РАН Москва, 2019. С. 212-216.

[9] Романенко Ф. А. История природопользования / В кн.: Геоэкологическое состояние арктических побережий России и безопасность природопользования / ред. Н. И. Алексеевский. М.: ГЕОС, 2007. С. 98-112.

[10] Романенко Ф.А. Строение и динамика рельефа островов Карского моря // Динамика Арктических побережий России / Под ред. В.И. Соломатина, В.А. Совершаева, И.И. Мазура. М.: Географический ф-т МГУ, 1998. С. 131-147.

[11] Сафьянов Г.А., Шевченко Н.Е. Эоловые процессы на берегах Белого моря // Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря. Геленджик: ЮО ИО РАН, 2007. С. 175-178.

[12] Ramsay W. Über die geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit. Fennia, 1898. Bd. XVI. N 1. P. 1-151.

[13] Weninger B., Jöris O., Danzeglocke U. Cologne radiocarbon calibration & paleoclimate research package. CALPAL_A (Advanced) in the Ghost of Edinburgh Edition, 2002 Universität zu Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Radiocarbon Laboratory. Weyertal 125, D-50923. Köln., 2005-2007.

S u m m a r y. According to the interpretation of satellite images and field observations on the White Sea coast, areas of activation of aeolian processes provoked by human activity have been identified. On the Winter coast of the White Sea, the structure of the aeolian topography and sediments was refined according to DGPS, UAVs and GPR surveys. The time of the beginning of the intensive anthropogenic transformation of the Kuzomen Sands, the largest desert of the White Sea coast, was first established.

ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ КОРЕЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ

А.И. Шадрин

*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
г. Красноярск, shadrin18061@yandex.ru*

ASSESSMENT OF THE INTERACTION OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE REPUBLIC OF KOREA ON STUDY THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC

A.I. Shadrin

Krasnoyarsk State Pedagogical University. V.P. Astafieva., St. Krasnoyarsk

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по изучению освоения Арктики и развития Северного морского пути. проводится оценка проведенных научных исследований по данной тематике, осуществленных в Российской Федерации и в Республике Корея и предложения по усилению совместных работ двух стран.

Ключевые слова: Арктика, Северный морской путь, Российская Федерация, Республика Корея.

Введение

К числу наиболее значимых проблем современности, требующих решения, относятся оценка социально-экономических последствий использования мировым сообществом природного, транспортного и логистического потенциала территории, прилегающей к Северному морскому пути и освоение природных ресурсов морского шельфа морей. Арктика в дальнейшем будет определять будущее развитие прилегающих к ней территорий стран мира.

Исследование и освоение Арктики и дальнейшее развитие Северного морского пути является предметом интересов всех стран мира. Особенно большое внимание данному вопросу уделяется в настоящее время.

Актуальность поставленной в докладе проблемы определяется потребностью в изучении научно-технического, образовательного и инновационного потенциала Российской Федерации и Республики Корея. В предшествующий период не было специальных исследований по изучению взаимодействия научно-образовательного и инновационного потенциала Российской Федерации и Республики Корея в целях освоения Арктики и развития Северного морского пути. Следовательно, объективно существует актуальная необходимость подготовки материалов, определяющих научные основы комплексного освоения Арктики и развития Северного морского пути совместными усилиями мирового сообщества.

Регион исследований. Объекты и методы

Изучение Арктики является важнейшей задачей на современном этапе развития человечества, так как этот регион оказывает воздействие и позволяет решить многие глобальные проблемы. Его интенсивное освоение определяется геополитическим, геоэкономическим, геоэкологическим, геосоциальным и геокультурным влиянием на мировое развитие. Это связано с тем, что арктический регион оказывает большое влияние на глобальную окружающую среду и экоси-

стемы в целом и будет служить важным вмещающим пространством для производства и расселения населения, а также позволит осуществлять дальнейшие действия будущих поколений. Арктика будет определять развитие прилегающих к ней территорий стран мира, в том числе и Российской Федерации.

Методологическая база исследования основывается на изучении взаимодействия науки, образования и инноваций двух стран, как инструмента дальнейшего развития Арктики и представлена в их единстве. В исследовании определены основные подходы и специфические критерии, индикаторы и показатели оценки освоения Арктики и развития Северного морского пути.

Обсуждение результатов

Вопросы освоения и дальнейшего развития Российского Севера и Арктики являются предметом постоянных исследований большого числа российских ученых и коллективов. В Российской Федерации арктические исследования носят системный и непрерывный характер и широко изучались в различных областях знаний.

За рубежом известны работы отдельных авторов. В Республике Корея имеются тенденции проведения исследований по различным вопросам. В настоящее время большое значение приобретают вопросы изучения Арктики с целью использования богатого научно-образовательного и инновационного потенциала. Вместе с тем проблемам взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по освоению и развитию данного региона в научном и образовательном сообществе уделяется недостаточное внимание. Совместная деятельность Российской Федерации и Республики Корея в вопросах научного обеспечения взаимодействия по освоению Российской Арктики может быть плодотворной и результативной [1]. В Республике Корея имеется богатый опыт использования научного, образовательного и инновационного потенциала в различных отраслях и сферах деятельности, в том числе с использованием потенциала других стран [2, 3]. Корейские ученые занялись арктическими исследованиями с 2008 года, когда Республика Корея вошла в состав Арктического совета и это направление стало особой областью научных интересов и исследований. Причины этого особого внимания заключаются в том, что Республика Корея не имеет территориальной юрисдикции в Арктике, но в недалеком будущем откроется арктический маршрут и Республика Корея, как и другие страны, в нем заинтересована. Арктические исследования достаточно популярны среди корейских ученых.

Выводы

Таким образом, данное исследование является своевременным, необходимым и актуальным.

Проведенные работы в Корейско-Сибирском центре (университета Пай Чай Республики Корея) и в Красноярском государственном педагогическом университете им. В.П. Астафьева включают:

- оценку научно-образовательного и инновационного потенциала Российской Федерации и Республики Корея в целях освоения Российской Арктики и развития Северного морского пути;

- анализ факторов, обеспечивающих проведения национальных научно-технических, инновационных и образовательных политик двух стран, которые служат основанием для подготовки кадров и для проведения научно-исследовательских работ и разработку инвестиционных проектов в данном направлении;

- комплексную экономико-географическую оценку природного, транспортного и логистического потенциала Российской Арктики и места Республики Корея в его использовании;

- рассмотрение стратегических вопросов и интересов Российской Федерации и Республики Корея по освоению Российской Арктики;

- проведение сравнительного анализа научных исследований по данной тематике, осуществленных в Российской Федерации и в Республике Корея;

- рассмотрение научно-образовательного потенциала Республики Корея и, в частности, города Тэджон и иннополиса Дэдок;

- предложения по основным направлениям взаимодействия Российской Федерации и Республики Корея по освоению и комплексному развитию Арктики и развитию Северного морского пути.

Научная новизна исследования заключается в том, что:

- получены новые научные данные, отличающиеся от материалов предыдущих исследований и показаны преимущества Северо-Восточного прохода для судоходства по сравнению с другими морскими маршрутами, выявлено наличие в этом вопросе определенных плюсов и ограничений;

- впервые изучено современное состояние взаимодействия научно-образовательного и инновационного потенциала Российской Федерации и Республики Корея по изучению освоения Российской Арктики;

- впервые рассмотрены стратегические вопросы развития арктической зоны России при участии Республики Корея в изучении освоения Арктики и развития Северного морского пути;

- впервые рассмотрен сложившийся научно-образовательный и инновационный комплекс конкретного региона Республики Корея (города Тэджон и иннополиса Дэдок);

- выявлены основные тенденции и разработаны предложения по дальнейшему развитию и взаимодействию научно - образовательного и инновационного комплекса Республики Корея в целях освоения Российской Арктики.

Результаты, полученные в ходе исследования, рекомендуется использовать в работе учреждений образования и науки и органов управления Российской Федерации и Республики Корея.

Литература

[1] Бэк Енчжун, Хан Джонман, Шадрин А. И. Участие Республики Корея в освоении Арктики: перспективы и противоречия. Наука Красноярья, Том 8, №1, 2019, С.87-113.

[2] 김정훈, 백영준외 8 명, 러시아북극권의이해 // 전문도서, 배재대학교한국-시베리아센터, 19.11.2018.

[3] 김정훈, 백영준, 한국과일본의북극연구경향및전략비교논문, 한국시베리아연구 21(2), 2017.

S u m m a r y: The article focuses on questions of interaction between the Russian Federation and the Republic of Korea to study the development of the Arctic and the development of the Northern Sea Route. The research assessment of carried out on this topic in the Russian Federation and the Republic of Korea and proposals to strengthen joint work between the two countries.

ARCTIC POLICY IN NON-ARCTIC COAST COUNTRIES: FOCUSING ON JAPAN, GHINA AND KOREA

Kim Joung Hun*, Seo Seunghyun**, Baek Young Jun***

*Professor of Paichai University, Director of Korea-Siberian Center, Republic of Korea, jhkrm@pcu.ac.kr

**Professor of Dongduk Women's University, Republic of Korea, seoseung5@hanmail.net

***Researcher of Korea-Siberian Center, Republic of Korea, kiseling@daum.net

АРКТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА В СТРАНАХ НЕАРКТИЧЕСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ: АКЦЕНТ НА ЯПОНИЮ, КИТАЙ И КОРЕЮ

Ким Янг Хун*, Seo Сейнхун**, Бик Янг Жан***

* Профессор Университет Пайчай, директор Корейско-Сибирского центра, Республика Корея

** Профессор Женского университета Дондук, Республика Корея

*** Научный сотрудник Корейско-Сибирского центра, Республика Корея

Abstract. With the thawing of glaciers, the Arctic has the function of a future energy source warehouse in addition to the availability of a new sea routes. Then, international attention is focused on the Arctic as a strategically important area. Of course, it is needless to say that eight neighboring countries - Russia, Canada and the United States - are working on Arctic policies, strategies and research. However, we believe that the space of Arctic has a meaning that can be used globally beyond the level of neighboring countries on the premise that it is human beings' sustainable development. Indeed, on this level, countries around the world that are not close to the Arctic are showing keen interest in the development and utilization of Arctic area. In particular, Japan, China, and Korea are actively engaged in policy, strategy and research activities.

Therefore, we will analyze the policies and activities related to the Arctic and examine issues, concerning Arctic development and operation of Arctic routes in the study.

Key words: South Korea, China, Japan, Arctic Policy, Strategy, Arctic Route, Cooperation.

Introduction

With the melting of glaciers, the Arctic has the function of a warehouse of future energy sources in addition to the possibility of using new marine transportation routes. Then, international attention is focused on the Arctic as a strategically important area. Of course, it is not necessary to say that eight neighboring countries, including Russia, Canada and the United States, which are adjacent to the Arctic, are developing various policies, strategies and research activities related to the Arctic.

However, we think that the space called 'Arctic' has a meaning that can be used worldwide beyond the neighboring countries under the premise of 'sustainable development' of mankind. In fact, at this level, many countries around the world, which are not adjacent to the Arctic, are showing a keen interest in the development and utilization of Arctic space. In particular, Japan, China and S. Korea are actively engaged in policies, strategies and research activities concerning the Arctic.

Accordingly, this study will analyze the policies and activities related to the Arctic of these three countries and examine issues related to Arctic development and Arctic route operation.

1. Arctic policy of Japan

Among the non-Arctic coast countries, Japan is the first of the East Asian countries to systematically pursue Arctic Ocean-related policies. Japan has already conducted a research and investigation to realize the Arctic route since the late 1980s, starting with the Ocean Policy Research Foundation (OPRF), a private research institute. In 1990, Japan joined the International Arctic Science Council to conduct surveys of the Arctic Ocean region. In 1991, it established the first Arctic science base in Asia, and in 1992 it opened the Arctic Observatory [1]. In 2007, Japan recognized itself as a maritime nation, established a comprehensive marine policy headquarters in the Cabinet to set up comprehensive marine policies and strategies, and it announced the marine basic plan in 2008 [2].

In addition, from 2002 to 2007, The Japan Northern Sea Route Programme (JANSROP) was operated independently, and research and investigating activities were conducted on the promotion of the use of Arctic routes and the safety navigation system. In May 2013, Korea, China, India, Singapore and Italy acquired the status of the Arctic Council as formal observers. Since October 2015, Japan has been using science and technology as a strategic tool to promote international cooperation through Arctic policy. It is also trying to clarify its strategic goals domestically and to maintain diplomatic cooperation with neighboring countries [3].

In 2011, the Japan Consortium for Arctic Environmental Research (JCAR) was organized, led by the Japan Marine Science and Technology Center (JAMSTEC), and conducted a comprehensive research project worth 650 million yen (about \$6.3 million) per year for five years. In December 2012 Japan succeeded in navigating LNG carriers through the Arctic Ocean, and in March 2013 it appointed an ambassador to the Arctic. At the same time, it has also achieved the first advance to Arctic politics among the three Northeast Asian countries by expanding the investigation of Arctic routes through the Arctic Ocean observation ship, *Mirai* and bilateral cooperation with Arctic Ocean coastal countries such as Russia and Norway. In particular, it has been interested in environmental protection, new security strategy, resource development and route opening projects. It also has been implementing various Arctic policies in this regard.

The strategic policy related to the Arctic Ocean in Japan is practically carried out by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. The Ministry has been planning to start construction of a icebreaking observation ship that can travel around the Arctic Ocean throughout the year from 2018. The existing marine

research ship, *Mirai* of marine research and development organization was not able to sail in winter because the ship did not have a breaking function. Meanwhile, the Antarctic observation ship, *Sirase* had a high level of breaking function, but it was difficult to install observation equipment [4]. Accordingly, the new icebreaking observation ship will make it easier to collect data on climate change and the Arctic environment, which is expected to increase Japan's initiative through the activation of international joint projects.

2. Arctic policy of China

China is a non-Arctic coastal country and has qualified as a official observer of the Arctic Council with Korea and Japan in 2013. China is actively dealing with the Arctic Ocean area to expand its international influence. Its main Arctic policy is being phased out with a focus on scientific research and resource development. China has begun conducting scientific surveys of the Arctic since the 1990s. Since 1994, the icebreaker '*Unryongho*' purchased from Ukraine has been used for Antarctic observation and Arctic scientific research. In the late 1990s, the research facility '*Yellow River*' was established in Svalbard, Norway. In August 2012, for the first time, the Chinese icebreaker succeeded in sailing to the Arctic Ocean, which navigated from Iceland to the Pacific Ocean via the North Pole [5]. In parallel with these scientific surveys, China is actively participating in resource development in cooperation with Arctic coastal countries such as Greenland, Russia and Iceland.

Since 2009, China has been working on energy diplomacy against Denmark, Greenland's home country and a member of the Arctic Council. In 2013, the FTA was signed with Iceland and Switzerland to make formal effect and to create conditions for participating in the development of Arctic Ocean resources [6]. In 2015, it acquired the Isaua mine in Greenland.

In addition, China's state-owned oil companies are working with Russia to participate in the development of natural gas and LNG in Siberia. In 2013, *Yongseongho*, a container ship of Chinese shipping company COSCO, successfully shipped iron and heavy equipment, which are common cargo, from Dalian to Amsterdam via the Arctic Ocean. *Yongseongho* is the first merchant ship to connect the Arctic route between Asia and Europe [7]. In 2017, as the icebreaking research ship, *Snow Dragon* was successfully operating its northwest route, it became China's first ship to operate all three of the Arctic Ocean's routes (northeast, transarctic and northwest routes) [8].

China aims to advance to Europe by declaring a large-scale long-term project through "One Belt, One Road Policy (Belt and Road Initiative)". As part of this, on June 20, 2017, China's National Development and Reform Commission and the National Maritime Affairs Bureau announced the "One Belt, One Road initiative maritime cooperation outlook" that formally included the Arctic in the "One Belt, One Road initiative." In the document, the Chinese government encourages Chinese companies to make commercial use of Arctic routes and participate in Arctic resource development, which is expected to further boost China's movement to explore Arctic routes [9].

In January 2018, China officially published its first white paper on Arctic policy. It is China's first comprehensive Arctic policy announced at the national level in 93 years after its first participation in the 1925 Spitsbergen Treaty [10]. This is an official version of the Arctic expansion of “One Belt, One Road”, Polar Silk Road, which can be seen as the direction of Arctic policy that China will push ahead in earnest.

3. Arctic policy of the Republic of Korea

In 2010, the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries established a detailed strategy to promote the Arctic route in preparation for the Arctic route exploitation under the task of "Strategy for Activating the Arctic route". Under the intention of this strategy, Korea has mainly studied Arctic Ocean trends, Arctic routes and port usage, Arctic route economic analysis, and Arctic route activation countermeasures. The Republic of Korea acquired the status of a official observer in the Arctic Ocean at the Foreign Ministers' Meeting of the 8th Arctic Council held in Sweden in May 2013, and established an international bridgehead for the advancement of the Arctic Ocean. It is also currently conducting systematic researches on the commercial values of Arctic routes through various organizations [11].

The comprehensive Arctic policy promotion plan announced by the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries in July 2013 carried out a pilot project along with the plan to vitalize Arctic routes such as the reduction of port facility fees for Arctic navigation vessels [12]. On January 22, 2014, Korea and Russia signed a port development cooperation MOU. The two countries agreed to work closely in the fields of port development and investment, which is a request for cooperation under the modernization project plan of the five ports (Vladivostok, Posyet, Vostochnyj, Nahodka and Vanino Ports) in the Far East of Russia, which was raised by the Korea-Russia Economic Science and Technology Joint Committee in July 2013. Russia, which is a resource rich country, is active in the logistics industry using railways, but the shipping logistics industry using ports is like an unexplored land. If cooperation in this field becomes full-scale, it is expected that the stagnant domestic port construction, engineering and shipping logistics industry will be active in opening and entering new markets [13].

The Ministry of Maritime Affairs and Fisheries announced the establishment of the Arctic policy implementation plan in 2015, which focuses on enhancing the competitiveness of Korea, such as attracting special ships, equipment materials, and ships via Arctic Ocean, while strengthening bilateral cooperation with members of the Arctic Council. To this end, the Ministry aims to regularize bilateral talks on the Arctic Circle with Norway and Russia, and to promote various projects to cooperate and create business conditions at major international conferences held by Arctic Council members [14].

On February 11, 2017, the Ministry of Foreign Affairs held a joint seminar in Seoul with the Arctic Economic Council (AEC) [15]. Secretariat for the first time as a non-Arctic country under the theme of ‘Challenges of Arctic Maritime Transportation and the Need for Connectivity’. South Korea has proposed the development plans of the ‘Nine Bridges Strategies’[16], including Arctic routes, ports, and shipbuilding, as part of the New Northern Policy, in order to jointly respond to the Arctic crisis caused by climate change and actively utilize new business opportunities due to Arc-

tic melting glaciers. As a private economic cooperation plan for strengthening the connectivity of the Arctic routes, discussions were made on the current status of the Arctic route utilization, the potential and challenges of Arctic maritime transportation, the trends of technological development to secure connectivity in the Arctic, and the cooperation between Korea and the Arctic Economic Council [17, 18].

In 2018, through the "Strategies and Focusing Tasks of the New Northern Policy", Korea is participating in transportation centered on irregular cargo related to Arctic resource development and is making efforts to utilize it as a commercial route for regular container ships in the long term. The government plans to accumulate transportation experience of national shipbuilders in connection with the development of Arctic resources, expand special ship orders capable of Arctic passage, and conduct joint research for regular container ship operations by utilizing working meetings between Hyundai Merchant Marine and Far East Development Department. Thanks to the experience of transportation to the inland water of the logistics company 'SLK National Treasure', it is developing a complex transportation logistics route using Arctic routes and Russian inland waterways in connection with the development of resources in Central Asia and Siberia plants [19]. Through these efforts, the government are seeking active cooperation in joint research in the Arctic Ocean, monitoring Arctic routes, building logistics systems, and investing in port development in the Far East by establishing a cooperation platform with the Arctic coastal countries, such as Russia and Norway.

4. Implications of the Arctic Route to the Non-Coastal Countries

As the thawing of glaciers in the Arctic has been accelerated due to global warming, the Northeast Route is expected to open in 2030 and the Northwest Route around in 2050, raising international interest in Arctic development. There are two main concerns about the commercial use of the Arctic: First, it is the shortest route between Asia and Europe & North American continent, and it is the economic values of reducing time and logistics costs. Second, it is expected to be used as a resource transportation route by developing enormous energy resources in the Arctic. Recently, due to the development of equipment and technology to mine deep sea resources, demand for transportation centered on energy resources in the Arctic will expand in the future. In the case of container marine transportation, it is expected that it will be possible to sail around in 2030 to 2050 all the year round.

However, it is virtually difficult to guarantee that the trade pattern of the shipping industry will continue as it is 20 to 30 years from now. Thus, the Arctic routes will serve as commercial routes, as meteorologists and environmentalists have predicted, when there is no significant change in global warming and the pattern of global trade through ships as it is now.

For the commercialization of Arctic routes, the northeast route of the Russia's Arctic Ocean should be used as an external transportation route of Arctic resources as well as internal transportation of the Russia's Arctic Ocean area. In addition, when using the northeast route of the Arctic Ocean, it is also a task to solve the problems of icebreaker fees and the port fare. The sum of Russian icebreaker fees and tolls to and from the Arctic route does not make much difference from the existing Suez Canal.

However, in the case of South Korea, which is concerned with the cost of Russia's icebreaker escort, in 2013 the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries of Korea and the Russian Ministry of Transportation agreed to lower the cost to the lowest level. Therefore, if Korean companies use the northeast route, the cost burden will be reduced dramatically.

Currently, Arctic route transport is mostly bulk cargos. Korean container ships need to be refurbished for the future use of Arctic routes. In addition, it is essential to have an intermediate port of where container ships can anchor and transport transshipment cargo. It is also absolutely essential to secure regularity, which is the first factor in container ship operations. One of the reasons why it is difficult to operate a regular ship on the Arctic route is that it is possible to operate only when the ice melts. Another obstacle is that container shipping companies can not afford to be interested in Arctic routes. In other words, it is difficult for the container shipping companies to enter the Arctic route with risk factors in the situation where the risk of the Arctic route is not verified. The companies absolutely require the regular shipping. In addition, the number and the demand for the market of intermediate ports are limited, so sufficient quantity should be secured at the departure port. Based on scientific predictions by meteorologists and environmentalists and tests and commercial operations of various countries operated through Arctic routes so far, Arctic routes have various problems that can restrict passage, but it is necessary to study and prepare for Arctic routes even in order to secure future resources and preoccupy new markets.

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5C2A01081461)

References

- [1] Yu, In-tae (2017. Jul. 25), *Japan's Arctic Ocean Policy*, Yeo Si-jae,
- [2] Park, Young-joon (2012), "Japan's 21st Century Ocean Order Initiative and Maritime Policy," *Foreign and Security Studies*. Volume 8, No. 1. pp. 5-28.
- [3] Masahiro, Akiyama. (2011), "Japan's Interest in the Arctic Ocean," *OPRF (Ocean Policy Research Foundation)*; Foreign Ministry homepage "Korea-China-Japan North Pole Navigation Policy" (2017. Apr. 8.).
- [4] KMI's official Facebook "Japanese Ministry of Education and Science's Announcement of New Year's Book of 18 Year of the Arctic Ocean Research Ship" (2016.Dec.19.)
- [5] Onishi Fujio, Ashibashi, Nagao Ken. (2013), "Arctic and Non-Arctic Countries," *Arctic Oceanographic*, Volume. 16. Marine policy research and development.
- [6] Refer to the Korea International Trade Association website "Officially effective FTA agreements with China, Iceland and Switzerland (2014.Jul.11.).
- [7] Park, Jong-kwan. (2016), "Central to North Pole of Russia's Transportation and Logistics Development Strategy," *Slavic Studies*, pp. 29-61.
- [8] The Chinese Snow Dragon was built in 1993 and is mainly used to transport supplies to Chinese research bases.
- [9] The Institute of Arctic Logistics at Youngsan University. (2017.Sep.), "The Trends and Implications of China's entry into Arctic shipping routes in 2017," *Arctic*

Logistics Trends. September 2017.

[10] Spitsbergen Treaty was signed in 1920 as a treaty on the legal status of the Svalbard Islands, located between Norway and the Arctic Ocean. Svalbard is an area where Arctic countries have been in dispute over sovereignty for more than 400 years. The Spitsbergen Treaty grants Norway sovereignty over the Svalbard Islands and all islands, but ensures that other treaty parties enjoy equal fishing rights, hunting rights, mining rights and economic rights in the surrounding territories and waters. The treaty serves as a prime example of a peaceful resolution by countries distributing sovereignty and use rights to disputed territories. However, with Norway setting up a fishing zone in 1977, the disputes have resurfaced between the treaty's parties, including Russia. S. Korea joined the treaty in September 2012.

[11] Refer to the website of the Korea Polar Regime Research Promotion Association.

[12] The Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. (2013), *Plan for the Comprehensive Arctic Policy*.

[13] Refer to the press release by the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2014.Jan.22).

[14] Refer to the press release by the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (2015.Apr.07.).

[15] The Arctic Economic Council (AEC) is an Arctic business forum made up of private companies from Arctic countries and was founded in January 2014 by the Arctic Council.

[16] 'Nine Bridges' Cooperation Area: Arctic shipping, ports, shipbuilding, gas, fisheries, railways, power, agriculture, and jobs.

[17] While Canada was chairing the Arctic Council (2013-2015), members of the Arctic Council and its permanent members created the Arctic Business Forum called the Arctic Economic Council, which, at its 8th Ministerial Conference of the Arctic Council in May 2013, acknowledged that efforts for economic activities in the North Pole were essential to the sustainable development of the Arctic residents and communities, and that the Arctic Council was responsible for the establishment of the Arctic Economic and Regional Forum. In January 2014, the Arctic Council's Senior Working Group (SAO) decided the Arctic Economic Council as a new name for the Polar Business Forum.

[18] See Foreign Ministry press release (2017.Dec.11).

[19] Logistics company SLK National Treasure operated the Arctic Ocean route and Russian inland waterway for the first time in Korea." *Financial News*. July 15, 2016. <https://www.fnnews.com/news/201607150846564104> (search date: 2020.Feb.20.)

А н н о т а ц и я. Арктика выполняет функцию будущего хранилища энергоносителей в дополнение к наличию новых морских маршрутов. Затем международное внимание сосредоточено на Арктике как стратегически важной области. Мы считаем, что пространство Арктики имеет значение, которое можно использовать в глобальном масштабе за пределами уровня соседних стран при условии, что оно является устойчивым развитием человека. Поэтому мы будем анализировать политику и деятельность, связанную с Арктикой, и изучать вопросы, касающиеся развития Арктики и эксплуатации арктических маршрутов, в исследовании.

COOPERATION GOVERNANCE IN ARCTIC CLIMATE CHANGE

Ra, Mi-Kyoung*

*Pai Chai University, Korean-Siberian Center, Resercher Professor, Republic of Korea,
mkra33@sch.ac.kr*

КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ

Ра, Ми-Кён

*Университет Пайчай, Корея-Сибирский центр, научный сотрудник, профессор, Республика
Корея*

Abstract. This paper analyzes the issues and problems of climate change surrounding the Arctic Ocean and seeks international cooperation through the establishment of global governance. Now, Arctic Governance is imposing not only the norm of preparing for the period when the Arctic Route opens, but also a survival strategy that can influence the fate of our country's future. Participate in and position on practical issues such as monitoring and evaluating the Arctic environment, preserving biodiversity, sustainable development, and preventing and managing pollutants.

It is the opportunity to establish a status as a mid-sized nation that creatively intervenes in global issues and pursues sustainable development. Global warming and unusual temperatures are increasing the importance of the Arctic Ocean geopolitical and geoeconomical significance. Siberia and the Arctic Circle are regions of transportation, as well as a variety of natural and agricultural resources including oil and natural gas, agricultural and forestry resources, and Korean fisheries. The Arctic Ocean is also a potential future growth space for the Korean peninsula in the 21st century. As the strategic and economic value of the Arctic region expands, Korea's role in the Arctic Council and its future direction should be sought to strengthen Arctic diplomacy.

Key words: Arctic Climate Change, Global Governance, Arctic Council, International Cooperation, Arctic Circle.

1. Introduction

This study analyzes the issues and problems of climate change surrounding the Arctic Ocean and seeks international cooperation through the establishment of global governance. The rise in global average temperatures causes sea levels to rise, flooding large parts of the world's densely populated areas, recurring floods, droughts and cold waves, and enormous damage to food production, tropical diseases spread to temperate, and permafrost. As it melts, mankind is suffering from a new epidemic.

As such, the world is immersed in the Giddens's paradox. The paradox is that the dangers of global warming are not directly touched by hands and are almost undetectable in our daily lives. If the crisis is at hand before you wait and take important action, it is already late.

How can we solve Giddens's paradox? The main view given by Giddens is that a response to climate change should always be treated as a «political problem» or a «political action» whether it is domestic or international. This is because climate change is directly related to energy security. Responding to climate change and ensuring energy security are two sides of the same coin.

2. Objects and Methods

Glacier melting and climate change in the Arctic Ocean show various forms of abnormal climate such as rising sea levels, cold, heavy snow, floods, and droughts caused by global warming. In addition, the protection of biodiversity, including Arc-

tic ecosystems and Arctic indigenous peoples, and the marine flora and fauna food chain system, which have so far been rarely in contact with the outside world, are at risk. The damage or problems caused by Arctic climate change are no longer a problem for individual countries. The scope and level of governance on climate cooperation should be addressed at the global level and scope.

The Arctic Council, founded in 1996, is currently discussing Arctic issues and leading climate change and development. The Arctic Council is an intergovernmental international organization in the Arctic Region that governs its protection and protects the Arctic. However, it is necessary to check whether the Arctic Council governance system is adequate and working as a key to solving the problem of Arctic climate change.

3. Exploring Climate Cooperation Governance

The Arctic climate change statement has no coercion or legal force and is fairly exclusive and closed around the Arctic coastal states, but the Arctic Council is still the most influential instrument. The Arctic Council's main initiatives are to promote Arctic research co-operation, coordination, data exchange, and educational activities in the six branches with the aim of protecting the environment and sustainable development.

However, the pressure on governance changes due to Arctic climate change continues to rise, and in reality it is more of a competition and conflict than a transnational cooperation. Overcoming the limitations of the Arctic Council should show the co-operation system in the Arctic Council framework. Non-Arctic countries should increase their scope and activity in the Arctic Circle through observer activities of the Arctic Council. Increasing the number of actors, such as the Arctic Circle, can be especially effective against NGOs and the Arctic Council. In other words, bilateral, regional, and multilateral cooperation should be organically connected as an important method of improving the governance structure, and the Arctic Ocean discussion structure should be expanded by contributing in various ways through international cooperation.

4. Conclusions

Now, Arctic Governance is imposing not only the norm of preparing for the period when the Arctic Route opens, but also a survival strategy that can influence the fate of our country's future. Participate in and position on practical issues such as monitoring and evaluating the Arctic environment, preserving biodiversity, sustainable development, and preventing and managing pollutants.

It is the opportunity to establish a status as a mid-sized nation that creatively intervenes in global issues and pursues sustainable development. Global warming and unusual temperatures are increasing the importance of the Arctic Ocean geopolitical and geoeconomical significance. Siberia and the Arctic Circle are regions of transportation, as well as a variety of natural and agricultural resources including oil and natural gas, agricultural and forestry resources, and Korean fisheries. The Arctic Ocean is also a potential future growth space for the Korean peninsula in the 21st century. As the strategic and economic value of the Arctic region expands, Korea's role in the Arctic Council and its future direction should be sought to strengthen Arctic diplomacy.

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5C2A01081461)

References

- [1] *Corell R.W.* et al, *The Arctic in World Affairs: A North Pacific Dialogue on Arctic 2030 and Beyond-Pathways to the Future*, KMI Press, 2018.
- [2] *Giddens A.* *The Politics of Climate Change*, Cambridge: Polity Press, 2011.
- [3] *Halden P.* *The Geopolitics of Climate Change*, Stockholm: Swedish Defence Research agency, 2007.
- [4] *Kennis P&V. Schneider*, "Political Networks and Policy Analysis: Scrutinizing a New Analytical Analysis." In B. Marin & R. Mayntz(eds.), *Policy Networks: Empirical Evidence and Theoretical Considerations*, Campus Verlag; Westview Press, 1991.
- [5] *Kooiman J. and Van M. Vliet.*, "Governance and Public Management." in K.A. Eliassen and J. Kooiman(eds.), *Managing Public Organization*, London: Sage Publisher, 1993.
- [6] *Kooiman J.* "Governance: A Social-Political Perspective." In Jurgen R. Grote & Bernard Gbikpe(eds.), *Participatory Governance: Political and Societal Implications*, Opladen, 2002.
- [7] *Lindholt Lars and Solveig Glomsrød*, "The role of the Arctic in future, global petroleum supply," Statistics Norway, Research Department, Discussion Paper, No.645, Feb. 2011. (<http://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/DP/dp645.pdf>)
- [8] *Zolotukhin A. and Gavrilov V.* "Russian Arctic Petroleum Resources," *Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP Energies Nouvelles*, Vol.66, No.6, 2011.

А н н о т а ц и я. По мере того, как стратегическая и экономическая ценность Арктического региона возрастает, следует стремиться к тому, чтобы Корея играла роль в Арктическом совете и ее дальнейшее направление для укрепления арктической дипломатии.

ECONOMIC COOPERATION BETWEEN KOREA AND RUSSIA THROUGHT THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC CIRCLE AND THE ACTIVATION OF NORTHEN SEA ROUTE

Yae Byung-Hwan

Pai Chai University, Korean-Siberian Center, Reserch Professor, Republic of Korea

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО МЕЖДУ КОРЕЕЙ И РОССИЕЙ ЧЕРЕЗ ОСВОЕНИЕ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО КРУГА И АКТИВИЗАЦИЮ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Чже Мен Хван

Университет пай чай, Корея-Сибирский центр, профессор-исследователь, Республика Корея

Abstract. Global warming and climate change have brought a new issue in the Arctic sea. Therefore, we can now explore new shipping routes through the Arctic Ocean instead of the existing commercial route. The Arctic continental shelf is believed to be the area with the highest unexplored potential for oil and gas as well as for unconventional hydrocarbon resources such as gas hydrates. Therefore, Russia is actively developing Arctic routes and energy resources.

The development and activation of Northern Sea Route will reduce the costs of developing and transporting energy resources in the Arctic region. This reduction in costs will give Russia price competitiveness in the international market, which will further promote resource development in the Arctic region.

Thus, the development of resources in the Arctic region will be accelerated. The cooperation between South Korea and Russia in the development and transportation of energy resources is very high. Russia needs many LNG carriers to transport developed gas resources. And Korea has the best technology to build LNG carriers and experience building the best transport ships.

In the future, Russia will develop more energy resources and social infrastructure for sustained economic growth. The Russian government needs cooperation from foreign companies in the development of resources.

South Korea and Russia can cooperate with each other in energy resource development and transportation. Participation in capital and facilities through direct investment, technology participation and joint development will enable both countries to realize high economic growth.

Key Word: Korea, Russia, Arctic, Northeast Passage, Arctic Harbor, Economic Cooperation.

1. The Arctic is an area of common interest between South Korea and Russia

The development of the Arctic Ocean, which began with global warming, has both South Korea and Russia recognized the Arctic Ocean as a future growth engine and are showing active interest in developing it. The development of the Arctic Ocean, which began with global warming, is seen by both South Korea and Russia as a future growth engine and is showing active interest in development. The two countries' related areas to the development of the Arctic Ocean include resource development, Northern Sea Route, the construction of icebreakers (Ice-class ships), port development and shipbuilding industries.

Increased practical use of Northern Sea Route will facilitate the development and transportation of energy resources in the Arctic region. The development of these Arctic regions will again increase the volume of transportation, which will further increase the possibility of commercialization of Northern Sea Route. The development and activation of Northern Sea Route will reduce the costs of developing and transporting energy resources in the Arctic region. This reduction in costs will give Russia price competitiveness in the international market, which will further promote resource development in the Arctic region.

2. Korea's first commercial transport of Northern Sea Route

South Korea is very interested in the availability of Northern Sea Route. On September 17, 2013, Hyundai Glovis rented the 'Stena Polaris', an icebreaking tanker from the Swedish shipping company Stena Bulk, carrying 44,000 tons of Naphtha and leaving the port of Ust Luga. After a 35-day voyage time, it arrived at Gwangyang Port on October 21 and was the first successful commercial transport of the Northern Sea Route. The first commercial transport of Northern Sea Route did not significant much economic benefits, but caused much social interest to the possibility and necessity of developing Northern Sea Route.

3. Economic Estimation of Northern Sea Route

The marine transport routes linking Asia to Europe include via Suez Canal Route (SCR) and via Northern Sea Route (NSR). In case of sea transport from Busan in Korea to Murmansk in Russia via Suez Canal, the distance of the route is about 12,400 nautical miles, with an average Voyage Time takes about 38 days.

On the other hand, sea transport via NSR, the distance of the route is about 6,050 nautical miles, with an average Voyage Time takes about 19.5 days. It takes distance save about 6,000 nautical miles and an average Voyage Time save about 18 days. The difference amounts to an approximated 42 percent reduction in freight distance [1].



Table - Distance between major Port in Asia and Murmansk in Russia

Destination	Via Suez Canal			Through Northern Sea Route			Days Saved
	Distance, Nm	Speed Knots	Days	Distance, Nm	Speed Knots	Days	
Shanghai, China	12050	14.0	37	6500	12.9 ^{xxviii}	21	-16
Busan, Korea	12400	14.0	38	6050	12.9	19.5	-18.5
Yokohama, Japan	12730	14.0	39	5750	12.9	18.5	-20.5

Source: Tschudi Shipping Company A/S

Source: Nataliya Marchenko (2014).

1) CAPEX (Capital expenditures) and OPEX (Operating Expenditure) are increased by about 20%.

Only Vessels with ice-resistant functions are allowed to operate on Northern Sea Route. The construction of ice-resistant Vessels is found to add about 20 percent more costs than the construction of ordinary vessels. It increases the capital expenditure for shippers via Northern Sea Route. In addition, operating costs, such as wages for crew members and insurance premiums for risk, will increase during the operation in extreme environments. (about 20 percent more OPEX via NSR than via SCR.)

2) Estimating Fuel Cost: Save about 50% on fuel costs

A transit in 1993 from Hamina, Finland, to Several ports in Japan via NSR saved cost nearly \$250,000 according to a company executive [2]. The cost of fuel varies depending on the size of the vessel, the amount of cargo, the distance of the route, and the speed of operation.

According to the preceding study, the average fuel consumption of 8,000 TEU container ships was estimated at about 28.2 tons per day. Therefore, via NSR, estimates of 18 days of voyage time, daily fuel consumption and an average price of \$598 for bunker C oil IFO 380cst [3] will result in a reduction in fuel costs of approximately \$300,000. It was estimated that about 1/2 Voyage Time save were reduced significantly reducing fuel costs.

3) Suez Canal Fee and Cost of Ice Breaker escort

Suez Canal tolls for 8,000TEU-class vessels are estimated to be about \$ 550,000, including all additional expenses. The Russian government announced in 2005 “On the change of rates for services of the icebreaker fleet on the Northern Sea Route”. Under this standard, Ice-breaker fees are charged for tonnage of transport cargo and loadable tonnage of the ships along. The Russian government imposes Ice-breaker escort fees for vessels operating the NSR by converting 1 TEU into 24 tons. The Russian government's regulation shows that the use of Ice-breakers escort costs more than \$7.5 million when 8,000TEU vessels pass through NSR.

Ice-breaker escort fees:

- Cargo : $8,000\text{TEU} \times 60\% \text{ (Cargo loading rate)} \times 24 \text{ tons} \times \$ 34.4 = \$ 3,960,576$
- Vessels : $110,000\text{DWT} \times \$ 32.8 = \$ 3,609,100$

The Ice-breaker fees paid by vessels operating the NSR were less than those set by the Russian government. According to a study by MiaoJia Liu[4], about \$4 million was paid per transport. According to the KMI report, Russia's Murmansk Shipping Co., Ltd. charged a toll of about \$220,000 for Ice-breaker use on 5,300 TEU vessels and \$420,000 for 10,000 TEU vessels.[5] Special discounts are available for shippers who experimental voyage on NSR through individual negotiations with Russia. Due to the harsh environment, marine transport company via NSR can expect to see increased capital expenditures and operating expenditure, but save fuel costs due to shorter transport distances.

There is an economic incentive to transport via NSR because the savings in fuel costs are greater than the increases in capital and operating costs. However, if Russia's Ice-breaker fees are overcharged, as is the current regulation, all economic inducements to North Pole operations will be eliminated. Russia is reducing the escort cost of Ice-breaker through negotiations individually, and is also aware of the

need to reducing the escort cost of Ice-breaker. Thus, future the escort cost of Ice-breaker are likely to be lowered, and logistics transportation via NSR is expected to increase further.

4. Economic Cooperation between Korea and Russia in the Arctic Region

1) Possibility of mutual cooperation in energy resource development and transportation

The development of the Arctic region is imperative for Russia to achieve sustained economic growth. It will also accelerate the development of energy resources in the Arctic region to maintain its status as an energy giant. Thus, the development of resources in the Arctic region will be accelerated. The cooperation between South Korea and Russia in the development and transportation of energy resources is very high.

In the year of 2019, over 26 million tons of cargo has been transported on the NSR, up from 15.9 million tons last year. According to the Rosatom, the main increase in cargo flow resulted from the Yamal LNG project. Rosatom is responsible for commercial functions associated with meeting Russia's goal to increase NSR cargo flow to 80 million tons by 2024. The organization believes that this figure could reach 92.6 million tons by that time, including 41 million tons of LNG from the Yamal LNG and Arctic LNG 2 projects.

For the Yamal Project, South Korea's Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering(DSME) built an Ice-breaking LNG tankers. The world's first icebreaking LNG carrier, "Christophe de Margerie," delivered by DSME in March 2017, is 172,600 square meters with the highest existing ice-breaking technology(ARC-7 class), with a price of \$360 million per unit, and 15 ships will be delivered to Russia by 2020. The ship is fitted with three 15 MW ABB Azipod propulsion units and will be the largest Ice-breaking LNG tankers in the world with an independent ice-going capability in up to 2,1 meter thick ice. For the construction of ships, 70mm of ultra-high strength special steel plates, three times thicker than ordinary ship steel plates, were used in the front and rear parts of the ship directly touching the ice, and DSME applied its own patented technology.[6] These ship-building technologies are evaluated to have fully realized the needs of ship owners who want eco-friendly and highly efficient vessels.

The ice-breaking LNG ship to be put into the project will export LNG to Asia via NSR from May to November, and cargo will be transshipped by ordinary LNG carriers for the rest of the period, which will be blocked by glaciers, to the northern European region.

Using South Korea's icebreaker technology, Russia will be able to further expand its market with the efficient transportation of energy resources.

2) Cooperation in the development of oil/gas resources and infrastructure construct

The type of resources development in the Arctic region is changing from inland development to offshore and from PNG to LNG. This development trend is expected to dramatically increase the demand for plant and marine drilling ship required to develop offshore resources such as Jack-up Rig and FLNG (Floating-LNG). Capital ex-

penditures for the Arctic Ocean oil and gas development between 2015 and 2016 were \$8.3 billion for Norway, \$7.4 billion for Russia, \$5.8 billion for Canada and \$700 million for the United States.

South Korea's Samsung Heavy Industries Co. won a jack-up league order from Statoil. The jack-up rig construction was part of the project for Norwegian energy company Statoil. In June 2013, Samsung Heavy Industries won a deal to construct two large-scale jack-up rigs for \$1.3 billion to have them used in the North Sea.

Both sets of licensees will own the rigs, which are designed to work in harsh environments, in water depths of 70-140 m (229-459 ft), and to drill wells up to 10km (32,808ft).



Russia's Rosneft also plans to actively pursue drilling in the Arctic region by acquiring shares in North Atlantic Drilling, a marine drilling facility company. With such a rush of global companies for resources development in the Arctic, demand for Jack-up Rig for drilling activities in the region will increase further.

If Russia uses Samsung Heavy Industries' technology and facilities such as the Jack-up Rig, cooperation will be possible in resource development.

FLNG, which is focused on Shell, is important in terms of cost reduction.

The demand for FLNG(Floating-LNG) ships is also expected to increase due to the development of the Arctic Ocean. If the development of gas resources uses FLNG to produce LNG at sea, the investment cost is reportedly reduced by 20 to 30 percent.

The FLNG will be essential facilities for Russia to compete with the production of non-traditional gas resources such as cheap shale gas produced by the United States.

Samsung Heavy Industries formed a consortium with French engineering firm Technip in 2011 to win the Prelude FLNG project of global energy company Royal Dutch Shell for \$3.4 billion (3.89 trillion won). The Prelude FLNG project was to build the Prelude FLNG facility, 488 meters long and 74 meters wide. In 2012, the DSME-Technip consortium signed a contract with Malaysia's Petronas to installation and commissioning of «Floating LNG 1» facility.

Shell, which is most active in the operation of FLNG facilities, plans to deploy FLNG ships to the Arctic Ocean region, and Gazprom is also said to be actively considering the operation of FLNG facilities in the Stockmann project (51% ownership) [7].

The key point of Russia's Arctic development policy can be summed up by the development and transport of energy resources, the promotion of national status

based on comparative advantage in the energy industry, and the activation of Arctic routes and infrastructure development.

To achieve this policy goal, the Russian government is actively encouraging foreign capital to participate in the development of energy resources, along with actively seeking the introduction of new technologies.

Korea actively participates in overseas energy resource development to ensure stable supply of energy.

It also accumulates technological know-how in the manufacture of ships with facilities for the development of underwater resources in the Arctic Ocean, icebreaker and ice-proof functions that can operate in the Arctic Ocean.

Korean companies has accumulated technical know-how in manufacturing facilities for the development of resources in the Arctic Ocean, and has technology and price competitiveness in building Ice-breakers and ice-proof vessels capable of polar navigation.

In the future, Russia will develop more energy resources and social infrastructure for sustained economic growth. The Russian government needs cooperation from foreign companies in the development of resources.

South Korea and Russia can cooperate with each other in energy resource development and transportation. Participation in capital and facilities through direct investment, technology participation and joint development will enable both countries to realize high economic growth.

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5C2A01081461)

References

- [1] Daniel Jonsson (2014), p.14. Sung-Woo LEE Ju-Mi SONG(2014), p.418.
- [2] *Nathan D. Mulherin*, «The Northern Sea Route: its development and evolving state of operations in the 1990s», CRREL Report 96-3. Cold Regions Research and Engineering Laboratory.1996. P.14.
- [3] Average price for the period from August 2019 to February 2020, by ship and bunker company.
- [4] *Liu, Miaoja and Jacob Kronbak*. «The Potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative router between Asia and Europe», *Journal of Transport Geography*, 2019.
- [5] *Sung-Woo LEE Ju-Mi SONG Yeon-Sun Oh*(2011), p. 98.
- [6] Fuel Gas Supply (using Boil-off Gas as fuel) System, D-VaCo (DSME Vaporizer and Compressor) System.
- [7] Hydrocarbons-technology, «Shtokman Natural Gas Project, Barents Sea, Russia», https://www.hydrocarbons-technology.com/projects/shtokman_gas_project/

А н н о т а ц и я. Южная Корея и Россия могут сотрудничать друг с другом в разработке и транспортировке энергоресурсов. Участие в капитале и объектах посредством прямых инвестиций, участия в технологиях и совместного развития позволит обеим странам достичь высокого экономического роста

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЛИМНОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED
LYNMOLOGY AND HYDROLOGY

СОВРЕМЕННЫЙ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ ОЗЕР ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Н.А. Белкина *, Д.А. Субетто **

**ИВПС КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, bel110863@mail.ru*

***РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, subetto@mail.ru*

MODERN SEDIMENTOGENESIS OF LAKES IN SOUTHERN KARELIA

N.A. Belkina *, D.A. Subetto **

**Northern Water Problems Institute of the Karelian Research Centre of the RAS, Petrozavodsk*

***Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg*

Аннотация. Выполнена типологизация факторов, определяющих процессы озерного седиментогенеза на территории южной Карелии на современном этапе. На основе анализа данных химического состава поверхностного слоя донных отложений 140 озер выявлены основные типы озерного накопления, встречающиеся в водоемах региона.

Ключевые слова: озерный седиментогенез, донные отложения, химический состав.

Введение

Озера южной Карелии, расположенной на восточном склоне Фенноскандинавского щита, являются с геологической точки зрения молодыми, их возраст не превышает 15000 лет [7]. Отступление ледника (15000-11000 л.н.) с юго-востока на северо-запад определило пространственно-временные особенности формирования разнообразных озер, в том числе и крупного Онежского приледникового озера (ОПО), а также общие и индивидуальные пути развития водоемов в результате кардинальных изменений климата на рубеже позднего плейстоцена и голоцена (от холодных, арктических к теплым и влажным).

В настоящее время на территории бассейна ОПО сложилась уникальная система озер, связанных между собою небольшими водотоками в единую гидрографическую сеть с конечным водоемом стока Онежским озером. Озерность края (21%) – одна из самых высоких на планете. Районы южной Карелии являются наиболее экономически развитыми. Озера региона, особенно Онежское испытывают значительную антропогенную нагрузку в результате сброса сточных вод городов и населённых пунктов, воздействие промышленных предприятий, наземного и водного транспорта, сельского хозяйства и форелеводства и т.д.. Климатические колебания и антропогенная нагрузка влияет на процесс седиментогенеза.

Целью исследования являлось обобщение данных о химическом составе донных отложений водоемов южной Карелии и выявление закономерностей формирования озерных осадков региона в современных условиях.

Объекты исследования

Научной основой для выявления закономерностей формирования озерных донных отложений на современном этапе развития водоемов южной Карелии являются материалы исследований ИВПС КарНЦ РАН за более чем полувековой период (более 300 работ разных авторов). С 1960 г. по сегодняшний день изучен химический состав донных отложений Онежского озера и 139 озер, расположенных на разных отметках высот (от 33 м до 183 м БС), объем водной массы – от $1.4 \cdot 10^{-5}$ до 1.79 км^3 (медиана 0.028 км^3), площадь зеркала – от 0.003 км^2 и до 266 км^2 (медиана 5.6 км^2), площадь водосборной территории которых изменяется в пределах от 0.1 до 10236 км^2 . Химические анализы выполнялись в ИВПС КарНЦ РАН в соответствии с общепринятыми в мировой практике методами [1].

Результаты и обсуждение

Современные процессы озерного седиментогенеза северной гумидной зоны контролируют климатический, геоморфологический, геологический, физико-географический, ландшафтный и антропогенный факторы.

Умеренный влажный климат определяет гумидный тип литогенеза, где процесс физической, химической и биологической дифференциации вещества протекает с участием воды. Разнообразие современных седиментационных обстановок изучаемой территории во многом определяется геолого-геоморфологическим строением водосборных бассейнов (контролирующим гидрологический режим озера) и озерных котловин (определяющим термические, динамические и биологические особенности конкретного водоема). В зависимости от расположения озера исследуемой территории можно разделить на водоемы ледораздельных возвышенностей, водоемы озерных равнин и озера, расположенные на территориях развития денудационно-тектонического рельефа [6]. Онежское озеро рассматривается как отдельный водоем.

Геологический фактор включает в себя (1) расположение Карелии на границе двух крупных геологических структур – Фенноскандинавского кристаллического щита и Русской платформы, сложенных магматическими и метаморфическими породами архейского и протерозойского возраста и осадочными палеозойскими породами, перекрытыми чехлом рыхлых четвертичных отложений, и (2) преобладание кристаллических силикатных пород, обогащенных минералами с высоким содержанием Fe и Mn (железо-марганцевая геохимическая провинция). Господство силикатных пород создало благоприятные условия для накопления в донных отложениях кремния, поступающего в составе обломочного вещества и биогенного кремния диатомового фитопланктона. Высокое содержание в породах Fe и Mn в сочетании с подзолообразовательными почвенными процессами является причиной их активной миграции в составе органоминеральных комплексов в водах региона и накопления в виде железо-марганцевых конкреций и корок, обогащенных прослоев в донных отложениях [2-4]. Экосистемы озер лимитированы по фосфору. Необходимо также отметить малую минерализацию поверхностных вод, которая является одной из причин уязвимости водных экосистем изучаемого региона к внешнему воздействию,

поскольку они не обладают достаточной буферной емкостью (ни химической, ни биологической) для компенсации этого воздействия.

Изучение химического состава донных осадков водоемов исследуемой территории показало, что три элемента Si, C и Fe составляют основную их массу [2-5]. Таким образом, в настоящее время, в условиях умеренного влажного климата на территории южной Карелии доминируют озера со смешанным типом озерного накопления: железо-кремнеземо-гумусовый, железо-гумусо-кремнеземистый или гумусо-железо-кремнеземистый. Мобилизация, транспортировка и осаждение элементов, имеющих химическое сродство к силикатным минералам, гумусу и железу контролируется особенностями миграции и трансформации основных элементов [3, 5].

Неравномерное распределение осадочного материала на дне водоемов закономерно контролируется морфологией котловины, глубиной и динамикой вод: песчано-гравийные донные отложения занимают литораль, а глинистые илы залегают на глубине. Разный генезис поступающего на дно твердого материала, отличия гидрологических, морфометрических и биологических характеристик озер определяют различия в химическом составе отложений и большой разброс значений для каждого типа осадка. Например, для алевритов пределы колебаний зольности составили интервал от 9 до 94%, Fe – от 0,2 до 42%, C_{орг.} от 1 до 43%. Для глин: 75-98%, 0-2 % и 0,7-5,6 %, соответственно.

Анализ связей между вещественным составом донных отложений, поверхностных вод, морфологией котловин и географическими характеристиками водосборной территории водоемов региона показал, что химический состав осадков и седиментационная обстановка в озерах во многом зависит от локальных ландшафтных условий. Было выявлено, что (1) геолого-геоморфологические условия и площадь водосборной территории влияют на поступление вещества в озеро и определяют накопление минеральной составляющей донных отложений; (2) седиментация осадочного вещества в озерах региона происходит преимущественно в условиях вод гидрокарбонатного типа группы кальция; (3) морфогенетические характеристики озерных котловин влияют на продукционные процессы в водоеме и определяют накопление в донных отложениях органического вещества; (4) поступление железа в донные отложения определяет особенности первичных диагенетических преобразований в поверхностном слое осадка.

Общей закономерностью для исследуемой территории является то, что в малых неглубоких озерах ($S_{\text{зеркала}} < 1 \text{ км}^2$, составляют 97% от общего числа озер, местное название ламбы) не зависимо от особенностей ландшафта, трофического статуса водоема и химического состава вод происходит захоронение в донных отложениях органического вещества разного генезиса. Ранее было показано, что содержание органического вещества в донных отложениях озер Карелии увеличивается с ростом трофического уровня водоема от олиготрофного к эвтрофному [5]. Для большинства исследованных озер характерен *железо-кремнеземо-гумусовый* тип накопления. Например, эвтрофное, мезогумусное оз. Южное Хаугилампи, расположенное на Западно-Карельской возвышенности,

котловина которого не заливалась водами ОПО. Озеро развивалось как самостоятельный водоем с момента его образования (около 12 тыс. л.н.). Химический состав поверхностного слоя донных отложений: $ППП_{550}=60\%$, $C_{орг}=26\%$, зольность=38%, суточное потребление кислорода изменяется от 3 до 5 мгО₂/г, пигменты $\Sigma a,b,c = 1000$ мкг/г, феофитин = 1200 мкг/г, $N_{орг}=1,9\%$, $N_{NH_4}=0,02\%$, $P_{общ}=0,3\%$ (от 0,1 до 1%), $Mn=0,04\%$, $Fe= 2,5\%$ (средние значения) и немонотонное распределение P, N, Fe, Mn по вертикали колонки указывают на активные диагенетические процессы в донных отложениях [4].

Наиболее распространенный тип озерного накопления в озерах, где обнаружены минеральные осадки (зольность >70%) – *железо – гумусо – кремнеземистый*, представителем которого является мезотрофное оз. Вендюрское, расположенное на Вохтозерской возвышенности. Водоем аккумулятивно-остаточного генезиса, $S_{водосбор}=79,8$ км², $S_{зеркала}=10,1$ км². Донные отложения представлены серо-коричневым илом ($ППП_{550}=29\%$, зольность=68%, $Fe=7,8\%$).

Гумусо-кремнеземистый тип накопления встречается на территории бассейна ОПО крайне редко. Диатомовые осадки накапливаются, например, в мезотрофном оз. Сяргозеро, расположенном в северной части Заонежского полуострова ($S_{водосбор}=17,4$ км², $S_{зеркала}=0,65$ км²) (Шелехова, 2017). Отличительной особенностью донных отложений озера является относительно высокие значения пористости (0,94), низкие значения показателя удельной массы ($\gamma=1,1$ г/см³) и малое содержание железа (0,5%). Соотношение органического вещества и минеральной части осадка близко к 1 ($C_{орг}=21\%$, $ППП_{550}=45\%$, зольность 51%), концентрации биогенных элементов: $N_{орг}= 1,35\%$ и $P=0,05\%$ (C:N=18; C:P=1029).

Гумусо-железо-кремнеземистые осадки встречаются в водоемах с относительно большой площадью водосбора (с высоким % заболоченности) и развитой литоральной зоной. Они обнаружены в олиготрофных озерах с низкой цветностью воды с глубоко врезаемыми котловинами (оз. Ладмозеро, $S_{водосбор}=120$ км², $S_{зеркала}=24$ км², $h_{max}=52$ м) и в мелких водоемах с высокой цветностью вод (оз. Шотозеро, $S_{водосбор}=5540$ км², $S_{зеркала}=74$ км², $h_{max}=10$ м, 43% площади дна занято рудными образованиями в виде корок, конкреций, оолитов, встречаются и "монетные" руды). Руды обычно залегают на глубине от 1 до 5 м в литорали шириной до 300 м, мощность залежей – от 1 см до 1 м. Эти биогенные осадки состоят из рентгеноаморфного вещества, гетита, кварца, плагиоклаза, реже глинистых минералов и карбоната содержат в среднем до 40% Fe и 2% Mn.

Онежское озеро - реликт ОПО, большой холодноводный водоем (второе по величине озеро в Европе), сохраняет олиготрофный статус. Для Онежского озера характерен *гумусо-железо-кремнеземистый* тип озерного накопления. Современные донные отложения озера (слой 0-5 см) – это окисленные минеральные осадки, состоящие в основном из кремния (до 97%) с относительно высоким содержанием железа (до 23%), алюминия (до 8%) и марганца (до 7%). Донные отложения в целом наследуют минеральный состав терригенного материала, поступающего в озеро с речным стоком и аэрозолями. Среди аутигенных

минералов преобладают кремнезём (опал и халцедон диатомовых водорослей), Fe-иллит и Fe-хлорит. В составе осадка установлены также собственные минеральные фазы Fe и Mn (аморфный и кристаллический гётит, бернессит, прохротит, пиролюзит, вивианит, родохрозит, сидерит) [8].

Заключение

Перенос и седиментация осадочного вещества на территории южной Карелии происходит в условиях маломинерализованных вод гидрокарбонатного класса. Основными типами озерного накопления, встречающимися в водоемах региона, являются железо-кремнеземо-гумусовый, гумусо-железо-кремнеземистые и железо-гумусо-кремнеземистый. Накопление минеральных веществ в донных отложениях зависит от геолого-геоморфологических условий водосборной территории. Накопление органического вещества во многом определяется морфогенетическими характеристиками озерных котловин. Направленность первичных диагенетических преобразований зависит от поступления в донные отложения железа.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ 18-17-00176.

Литература

- [1] *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М., 1982. – 490 с.
- [2] *Белкина Н.А., Кулик Н.В.* Изучение современных донных отложений Заонежского полуострова // *Общество. Среда. Развитие.* –2019. № 4. – С. 84-90.
- [3] *Белкина Н.А.* Донные отложения озер бассейна реки Суна / Н.А. Белкина// *Интеграл.* – 2019. – № 4. DOI: 10.24411/2658–3569–2019–14017.
- [4] *Белкина Н.А.* Особенности формирования химического состава современных донных отложений водоемов бассейна Онежского озера / Н.А. Белкина // *Озера Евразии: проблемы и пути их решения (мат. 1-й межд. конф.).* 2017. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 2017. – С. 314-320.
- [5] *Белкина Н.А.* Роль донных отложений в процессах трансформации органического вещества и биогенных элементов в озерных экосистемах / Н.А. Белкина // *Сб. Водные проблемы Севера и пути их решения / Труды КарНЦ РАН.* – 2011. № 4. – С. 35-42.
- [6] *Потахин М.С.* Особенности генезиса котловин и строения донных отложений озер юго-восточного склона Фенноскандинавского кристаллического щита / М.С. Потахин, Н.А. Белкина, Д.А. Субетто // *Астраханский вестник экологического образования.* – 2019. 6 (54). – С.4-13.
- [7] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции // – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 339 с.
- [8] *Strakhovenko V.* Mineral and geochemical composition of the Onega ice lake sediments / V. Strakhovenko, D. Subetto, T. Hang, E. Ovdina, I. Danilenko, N. Belkina, M. Potakhin, M. Zobkov, V. Gurbich // *BALTICA.* 2018. Vol. 31, 2. – Pp.165-172.

S u m m a r y. The typologization of factors controlling the processes of sedimentogenesis in the southern Karelia lakes at the present stage has been performed. The main sediment types found in the region were identified on the basis of an analysis of the chemical composition of the surface layer of bottom sediments of 140 lakes.

ПАЛЕОСТОК ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОНЕЖСКОЕ ОЗЕРО

Г.С. Бородулина, М.А. Левичев
ИВПС КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, bor6805@yandex.ru

GROUNDWATER PALEOFLOW IN LAKE ONEGA

G.S. Borodulina, M.A. Levichev
NWPI KarRC RAS, Petrozavodsk

Аннотация. Подземный сток начал играть некоторую роль в водном балансе палеоводоема лишь с исчезновением мерзлоты – к началу атлантического периода. Доля прямого подземного стока в общем водном притоке составляла 3-4%, что мало отличается от современных условий (1%).

Ключевые слова: подземный сток, водный баланс, палеоводоем.

Введение

Палеогидрогеологические условия территорий важны для реконструкции условий формирования химического состава подземных вод, а также поверхностных водоемов, в которые эти воды разгружаются. Сделана попытка реконструировать формирование прямого подземного стока в Онежское озеро, используя основные гидрологические характеристики палеоводоема и его водосборного бассейна в различные геологические периоды.

Объекты и методы

В основе количественной оценки подземного стока в озеро (минуя речную сеть) лежат методы, основанные на количественном анализе условий формирования подземного стока в пределах водосборной и, прежде всего, в прибрежной его части [8]. Основой для реконструкции палеостока послужили карты палеобассейна, созданные с помощью геофизической модели [13] на ключевые временные отметки после отступления ледника.

В расчете прямого подземного стока в озеро учитывалась величина питания водоносного горизонта атмосферными осадками и коэффициент инфильтрации, который зависит от проницаемости отложений: $Q = WF$, где W – инфильтрация атмосферных осадков на единицу площади зеркала водоносного горизонта в единицу времени, F – площадь области питания водоносного горизонта.

Климатические данные получены по исследованиям Л. В. Филимоновой и В.А. Климанова [9], расчетный водный сток – Карпечко и др. [6]. Для кристаллических пород и моренных отложений коэффициент инфильтрации составляет 5-10% [8].

Обсуждение результатов

В самом конце неогена имели место экстремально низкие уровни океана, достигающие отметок -200 м ÷ -250 м. Воды зоны трещиноватости были срединированы на всю мощность. Глобальные регрессии океана подтверждаются геологическими данными изучения древних долин при их глобальном распространении. Эта эрозионная сеть сыграла значительную роль в разгрузке соле-

ных вод и рассолов глубоких водоносных горизонтов. Эрозией были вскрыты водоносные комплексы вплоть до вендских. Интенсивность разгрузки подземных вод глубоких горизонтов в конце неогена превосходила современную, и в это время усилилось движение подземных вод из глубоких артезианских горизонтов Русской платформы к ее периферии [7]. Обнаруженные осадки неоген-четвертичного возраста в пределах Онежско-Ладожского перешейка [3, 11] свидетельствуют о том, что территория была понижена и погружалась. К началу эпохи оледенений подземные воды в области сочленения Балтийского кристаллического массива и осадочного чехла Русской платформы были, скорее всего, солеными седиментогенного генезиса.

Четвертичные материковые оледенения значительно ослабляли водообмен. Депрессии фундамента начали заполняться ледниковыми и межледниковыми осадками. Например, разрез Петрозаводской депрессии достигает 110-120 м, включая доледниковые аллювиально-озерные и несколько моренных горизонтов [11]. В песчаных горизонтах аккумуляровались соленые (морские осадки микулинского межледниковья) и пресные подземные воды. Криогенное вымораживание на участках, не занятых ледовым щитом, привело к отжатию соленых вод с одновременной криогенной метаморфизацией их химического состава. При таянии подошвы покровного ледника происходило внедрение пресной воды в придонные водоносные горизонты.

После отступления валдайского ледника, несмотря на опресняющее влияние талых вод, многолетняя мерзлота препятствовала поступлению их в глубокие горизонты. Характерная для периода позднеледниковья растительность, в том числе и галофиты [10], предполагает в условиях холодного и сухого климата широкое развитие процессов солифлюкции, криогенного вымораживания и накопления солей в поверхностном слое почвы.

Вплоть до конца бореального периода холодный и сухой климат способствовал сохранению мерзлоты и препятствовал формированию постоянно действующих водоносных горизонтов. Существование мерзлоты подтверждается распространением галофитов, а их доля в видовом составе постепенно уменьшалась в пребореальном и бореальном периодах [10]. При этом начинаются формироваться талики, мерзлотные и подмерзлотные водоносные горизонты, а снижение уровня воды в озере обусловило сдренированность водосборной территории, вымывание талыми водами солей из верхних частей разреза, увеличение минерализации подземных вод.

Атлантический период – время климатического оптимума и значительных изменений в растительности [10], в гидрологии [6], в том числе и подземной гидросфере. Окончательное таяние вечной мерзлоты, погребенных льдов привело к поднятию уровня подземных вод. Регрессия Онежского озера, связанная с гляциостатическим поднятием, интенсифицирует прямой подземный сток в озеро. Исчезновение в растительных сообществах мезогалобов и возрастающей роли галофитов во второй половине атлантического периода [10] свидетельствует об увеличении минерализации подземной воды.

Сток подземных вод целиком направлен в озерно-речную сеть. Подземный сток в водоемы складывается из разгрузки в реки с их водосборной территории и прямого стока с участков, не подверженных речному дренированию. Подземный сток, направленный в реки, притекающие в озеро, количественно уже учтен в объеме речного стока (табл.).

На рисунке показаны площади прямого подземного стока в озеро, на основе карт палеобассейна, созданных с помощью геофизической модели [13].

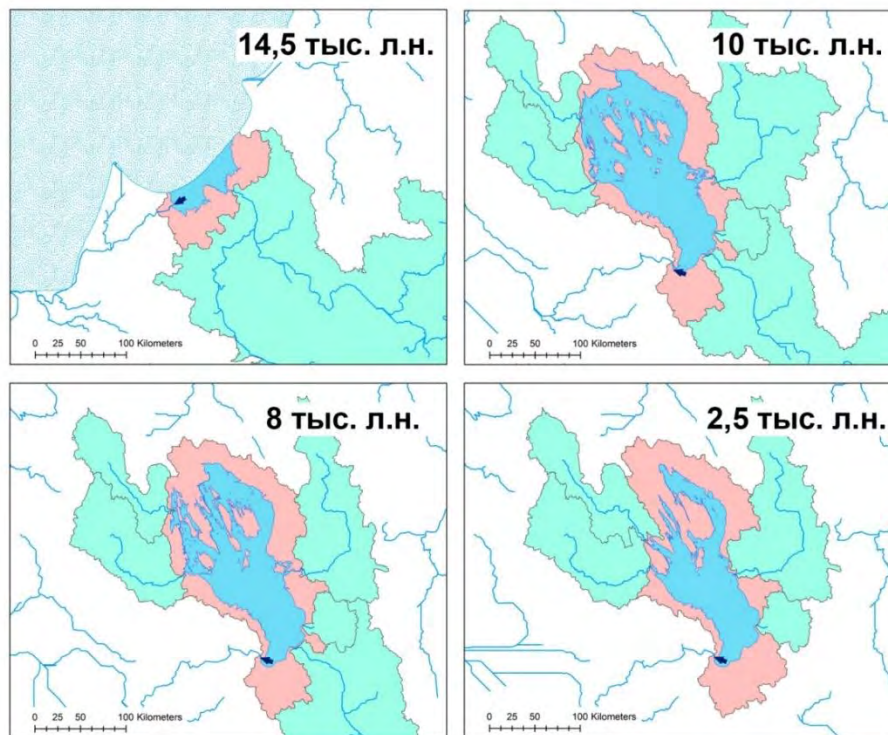


Рис. Площадь прямого подземного стока (красный) на водосборе Онежского озера (зеленый).

В таблице представлены результаты расчета подземного прямого стока. Общая площадь участков, с прямым подземным стоком с водосбора Онежского озера увеличивается по мере отступления ледника и достигает максимальной величины к пребореальному периоду. Минимальная площадь подземного стока связана с мощной регрессией около 10.0 тыс. л.н. и с открытием стока по р. Свири [4] (рис.). Но фактически подземный сток в верхней части разреза, сложенного ледниковыми, водно-ледниковыми отложениями и кристаллическими породами, отсутствует вплоть до конца бореального периода. Только к началу атлантического периода с исчезновением мерзлоты эта зона обводняется, и подземный сток начинает играть некоторую роль в общем водном стоке. Количественно доля прямого подземного стока при минимальных коэффициентах инфильтрации (0,05) составляет 0,5–0,6 км³, что не превышает 4% от общего водного стока [6] (табл.).

Прямой подземный сток (минуя речную сеть) в Онежское озеро

Тыс. лет назад	Площадь прямого подземного стока, км ²	Осадки мм	Водный сток, км ³	Подземный сток, км ³	Доля подземного стока, %
14.5	5308,3			0	0
14	9762,7			0	0
13	12587,0			0	0
12	14688,6			0	0
11	22076,5			0	0
10	15016,6	471	13,2	0	0
9	16131,1	521	15,14	0	0
8	17436,2	621	19,68	0,50	2,8
7	17578,1	671	20,9	0,59	2,8
6	18173,5	671	18,23	0,61	3,3
5	17299,6	621	17,72	0,54	3,0
4	18239,6	671	20,41	0,61	3,0
3	16752,0	646	14,3	0,54	3,8
2	17480,4	671	16,68	0,59	3,5
1	17800,9	671	15,21	0,60	3,9

Для оценки современного подземного стока в Онежское озеро использовался гидродинамический метод расчета расхода подземного потока по известным зависимостям, который широко применяется в практике гидрогеологических исследований [5]. Общий современный подземный сток в Онежское озеро методом Дарси оценен в 0,14 км³/год, что составляет менее 1% по сравнению с речным [1]. Как видно из сравнения, принципиальных отличий современного и палеостока нет. Но следует учесть, что оценен подземный сток, который формируется лишь в верхней части геологического разреза, и невозможно количественно определить глубинную разгрузку подземных вод, особенно субаквальную. Свидетельством разгрузки напорных соленых вод, происхождение которых связано с галитовой толщей палеопротерозоя, служат подземные источники Онежской структуры [2, 12]. Можно предположить, что такая разгрузка имела более выраженный характер в голоценовое время при активизации тектонических движений и оказывала значительное влияние на формирование химического состава водоемов.

Выводы

Впервые выполнены реконструкции формирования прямого подземного стока в Онежское озеро для разных временных этапов его развития, используя основные гидрологические характеристики палеоводоёма и его водосборного бассейна. Расчетный прямой подземный сток в озеро за последние 10000 лет был невелик и не превышал 4% от общего водного притока, что мало отличается от современного подземного стока.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-17 00176) и Программы Президиума РАН «Формирование экосистемы Онежского озера в голоцене».

Литература

- [1] *Бородулина Г.С.* Роль подземного стока в формировании химического состава поверхностных вод Карелии // Труды КарНЦ РАН, 4, 2011, С.108-116.
- [2] *Бородулина Г.С.* Хлоридные воды Онежской структуры // Материалы 1-й международной конференции «Озера Евразии: проблемы и пути их решения». Петрозаводск, 2017, С. 320-327.
- [3] *Вигдорчик М.Е., Калугина Л.В., Кдейменова Г.И., Спиридовнова Е.А.* Стратиграфия четвертичных отложений Онего-Ладожского перешейка и Южного Прионежья // Совещание по стратиграфии и палеогеографии четвертичных отложений Северо-Запада Европейской части РСФСР. – Л, 1964.
- [4] *Демидов И.Н.* О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменении его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск, 2006, С. 171-182.
- [5] *Джамалов Р.Г., Зекцер И.С., Месхетели А.В.* Подземный сток в моря и мировой океан. М.: Наука, 1977, 94 с.
- [6] *Карпечко Ю.В., Зобков М.Б., Потахин М.С., Субетто Д.А.* Динамика водного баланса Онежского озера в различные климатические периоды голоцена // Общество. Среда. Развитие, № 4, 2019, С. 91-96
- [7] *Коротков А.И.* Среднерусский артезианский бассейн. Л. 1982, 61 с.
- [8] *Поленов И.К., Устинов Г.Н.* Оценка подземного питания рек Карелии методом расчленения их гидрографов // Сборник. работ по гидрологии, №15, Л., 1980, С. 53-61.
- [9] *Филимонова Л.В., Климанов В.А.* Изменение количественных показателей палеоклимата в среднетаежной подзоне Карелии за последние 11000 лет // Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем восточной Фенноскандии. Труды КарНЦ РАН. Вып. 8. Петрозаводск, 2005, С.112-120.
- [10] *Филимонова Л.В., Лаврова Н.Б.* Палеогеография заонежского полуострова в позднем плейстоцене и голоцене // Труды КарНЦ РАН. № 4. 2015, С.30-47.
- [11] *Экман И.М.* Стратиграфия четвертичных отложений Онего-Ладожского перешейка // Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Петрозаводск, 1968.
- [12] *Borodulina, G., Tokarev, I., Krainiukova, I., Levichev, M.* Isotope composition of groundwater in Karelia // Excursion guide and Abstracts. International Scientific Conference and School for Young Scientists “Lateglacial-Interglacial transition: glaciotectionic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes. INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion 2018”. 63-65 p.
- [13] *Zobkov M., Subetto D., Potakhin M.* The watershed reconstruction of the Onego paleolake with GIS // Lateglacial-Interglacial transition: glaciotectionic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes: INQUA Peribaltic Working Group Meeting. Petrozavodsk, 2018, P.126-127.

S u m m a r y . The groundwater runoff began to play some role in the water balance of the paleo-lake only with the disappearance of permafrost – on the beginning of the Atlantic period. The share of direct groundwater flow in the total water inflow was 3-4%, which differs little from current conditions (1%).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КЕРНЕ ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОЕ

Е.А. Вахрамеева, Г.Н. Лосюк

ФГБУН ФИЦКИА РАН, г. Архангельск, vakhr-elena@yandex.ru

DISTRIBUTION OF THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE CORE OF LAKE KISLO-SLADKOE

E.A. Vakhrameeva, G.N. Losyuk

N. Laverov Federal Center of Integrated Arctic Research

Аннотация. Гранулометрический состав, характеризующий степень дисперсности озерных донных отложений, является их важной характеристикой. Накопление иловых осадков в озерах сопровождается процессами перераспределения и трансформации органического вещества (ОВ), его минерализации.

Ключевые слова: гранулометрический состав, донные отложения, отделяющиеся от моря озера, органическое вещество.

Введение

Донные отложения (ДО) являются одними из наиболее информативных показателей современного состояния водных экосистем.

Органическое вещество, поступающее в водоем из различных источников, концентрируется в донных осадках, где происходит его аэробная минерализация, и далее в анаэробных условиях восстановительного диагенеза оно участвует в формировании осадочных пород. Так в результате жизнедеятельности водных организмов происходит изменение форм элементов. Гранулометрический состав донных отложений озер представлен в основном илами, отложенными на этапе седиментации и претерпевшими лишь самые ранние диагенетические изменения.

Для анализа донных отложений озер, содержание алевритовых и пелитовых фракций в которых достаточно велико, целесообразно использовать пипеточный метод [1].

Объекты и методы

Объектом настоящего исследования являются донные отложения отделяющего от моря озера Кисло-Сладкого (побережье Кандалакшского залива Белого моря). Два последовательных керна общей длиной 150 см были отобраны керноотборным устройством (координаты скважины: 66°32.896' с.ш., 033°08.117' в.д) в зимнюю межень 2019 г. В лаборатории поделены на части с шагом от 1 до 5 см.

Гранулометрический состав донных отложений озер определяли в соответствии с методикой [3]. Расчет содержания фракций проводили на абсолют-

но-сухую навеску образца. Относительная погрешность измерения для всех гранулометрических фракций составляет от 19 до 29 %.

Определение массовой доли органического углерода и азота проводили с использованием анализатора элементного состава (однореакторный вариант, конфигурационный набор CHN) EuroEA3000 (Eurovector, S.p.A., Италия). Диапазон измерения массовой доли элемента составляет от 0,01 до 100 %. Среднее квадратичное отклонение случайной составляющей погрешности измерений, массовая доля: С – 0,3; N – 0,1%.

Обсуждение результатов

Информация о содержании той или иной гранулометрической фракции даёт представление о генезисе, физико-механических и химических свойствах, геохимических особенностях и минеральном составе отложений. Ранее нами были получены данные о содержании гранулометрических фракция колонки верхнего слоя (0-45 см или с учетом глубины озера, как рассматривается далее, 410-455 см) донных отложений оз. Кисло-Сладкое [2]. Анализ двух последовательных перекрывающихся кернов (430-508 см (кern №1) и 469-568 см (кern №2)) донных отложений озера Кисло-Сладкого, отобранных в марте 2019 года, продолжил эти исследования. Как показано на рисунке 1, гранулометрический состав исследованных кернов донных отложений разнообразен.

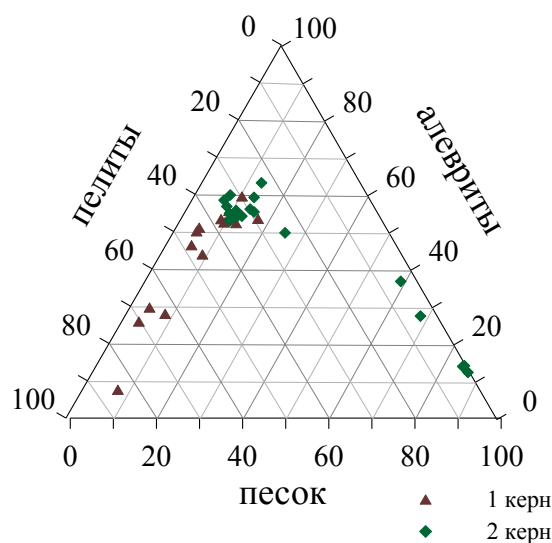


Рис. 1. Трехкомпонентная диаграмма гранулометрического состава кернов донных отложений оз. Кисло-Сладкое.

Верхние слои донных отложений озер увлажнены. Влажность осадков двух кернов озера Кисло-Сладкого по мере перехода к их нижним горизонтам снижается с 82,8 до 19,1%.

Верхние слои отложений первого керна представлены алевро-пелитом, а нижележащие пелито-алевритом и песчано-пелитовым алевритом. Верхние слои (35 см) второго керна, перекрывающие первый керн, также представлены пелито-алевритом, переходящим далее в песчано-пелитовый алеврит (42 см) и песок на глубине керна 150 см (рис. 2).

Соотношение минеральной и органической составляющих гранулометрического состава донных отложений можно оценить по содержанию потерь при прокаливании в отобранных пробах [4]. Проведенные послойные исследования донных отложений показали высокое содержание ППП для первых четырех горизонтов илистых отложений (среднее значение 28,5%). Ниже идет скачок уменьшения концентраций ППП в два раза (среднее значение 14,0%) на глубину керна до 130 см в песчано-пелитовом алеврите, а затем второй скачок уменьшения концентраций в 7 раз до 2,0% в нижних песчаных слоях керна (рис. 3 а).

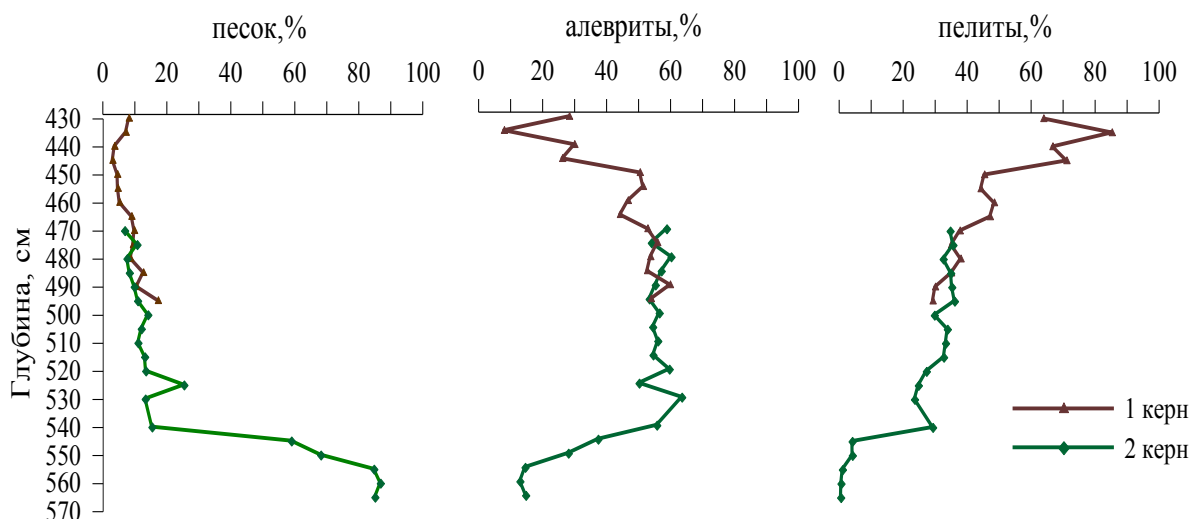


Рис. 2. Распределение гранулометрического состава в двух кернах донных отложений озера Кисло-Сладкого.

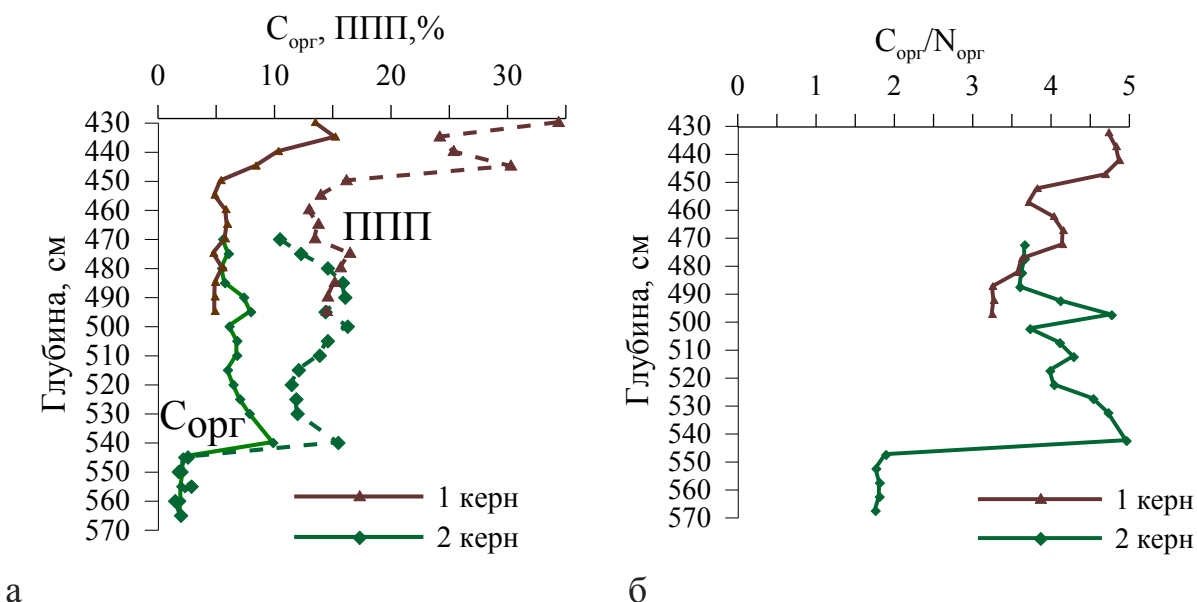


Рис. 3. Распределение органического углерода и ППП (а) и величины C_{org}/N_{org} (б) по глубине в двух кернах донных отложений озера Кисло-Сладкого.

Эти скачки содержания ППП подтверждаются распределением органического углерода (рис. 3, а). Между этими показателями выявлена хорошая кор-

реляционная зависимость с коэффициентом корреляции $r = 0,829$ ($n = 33$). На рисунке 3 (а) также хорошо видно, как резко уменьшается количество ППП при переходе к осадкам с доминированием песчаной фракции. Подтверждением этого является наличие обратной корреляционной зависимости $r = - 0,734$ ($n = 33$) между ППП и количеством песчаной фракции в осадках. При этом между содержанием ППП и количеством мелкодисперсной фракции корреляционная зависимость положительная $r = 0,899$ ($n = 33$).

Высокое содержание органического углерода до 15,15% в верхних горизонтах донных отложений обусловлено присутствием остатков высшей водной растительности (рис. 3, а). В нижележащих слоях органический углерод уменьшается до 1,82%. Диапазон измерений органического азота по всей высоте кернов составлял от 3,14% в верхних горизонтах до 1,04% внизу.

Рассматривая величины соотношения $C_{\text{орг}}/N_{\text{орг}}$ отобранных кернов донных отложений, можно отметить его узкий диапазон – от 3,2 до 5,0 в основной массе отложений обоих кернов и его резкое уменьшение до 1,8 в самых нижних слоях с преобладанием песчаной фракции (рисунок 3, б). Данные величины соотношения $C_{\text{орг}}/N_{\text{орг}}$ позволяют говорить о преобладании автохтонного материала в формировании органического вещества донных отложений озера Кисло-Сладкое.

Выводы

Полученные данные по распределению гранулометрических фракций, потерь при прокаливании, органического углерода и азота кернов, отобранных в толще отложений озера Кисло-Сладкое, находящегося на начальной стадии отделения от Белого моря, дают ценную информацию для изучения протекающих в них биогеохимических процессов.

Литература

- [1] *Вахрамеева Е.А., Кокрятская Н.М.* Гранулометрический состав донных отложений озер // Тезисы докладов Международной конференции «Пресноводные экосистемы – современные вызовы». Иркутск. 2018 г. С. 354
- [2] *Вахрамеева Е.А.* Гранулометрический состав донных отложений меромиктических озер // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения «География: развитие науки и образования». С-Петербург. 2019. С 278-281
- [3] МИ № 88-16365-010-2017 «Донные отложения водоемов. Определение гранулометрического состава ситовым и пипеточным методами» Введена 26.12.2017. Архангельск, 2017. 12 с.
- [4] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: Палеолимнологические реконструкции: Научная монография. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 339

S u m m a r y. The granulometric composition characterizing the degree of dispersion of lake bottom sediments is their important characteristic. The accumulation of silt sediments in the lakes is accompanied by the redistribution and transformation of organic matter (OM), mineralization.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОЗЁР СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ МОРФОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Е.В. Давыденко

*Российский государственный гидрометеорологический университет,
davydenko091@gmail.com*

RESEARCH OF PATTERNS OF DISTRIBUTION OF LAKES IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA DEPENDING ON THEIR MORPHOLOGY AND HYDROLOGICAL REGIME

E.V. Davydenko

Russian State Hydrometeorological University

Аннотация. В данной работе проведен обобщающий анализ рядов уровней воды в озёрах одинаковых по происхождению. Проанализированы морфометрические характеристики водоёмов, определяющие уровень режим озера. Проанализированы результаты кластерного анализа. Одновременно установлена степень стационарности и случайности рассматриваемых совокупностей, оценена их амплитуда, определена тенденция изменения уровней.

Ключевые слова: озеро, водосбор, котловина, оценка параметров, амплитуда, кластерный анализ.

Введение

При производстве инженерно-гидрометеорологических изысканий зачастую приходится иметь дело с неизученными и слабо изученными водоёмами. Одновременно при использовании водоемов огромный практический интерес проявляется к их уровенному режиму. Нередко возникает необходимость определения максимальных значений уровней воды неизученных озёр различной обеспеченности [3]. Поэтому возникает необходимость анализа и обобщения уже имеющихся сведений по изученным озёрным системам и выявление морфометрических, гидрологических, гидрофизических и других закономерностей для неизученных объектов.

Целью исследования является анализ и обобщение данных наблюдений за уровенным режимом озёр Северо-Западного региона России, выявление зависимостей для морфологически однотипных озёр.

Материалы и методы исследования

Для решения поставленной задачи было выбрано 34 озера, которые расположены в зоне избыточного увлажнения. Чтобы проанализировать многолетние колебания уровней исследуемых озёр использовались ряды среднегодовых, максимальных и минимальных годовых уровней воды за период с 1939 г. по 2017 г., также рассматривались ряды годовых амплитуд уровня воды и морфометрические характеристики озёр и их водосборов. Исходные данные о состоянии озёр отличаются неточным и неполным характером. В последнее время эта ситуация осложняется в связи с сокращением сети наблюдений.

В данной работе произведено гидрологическое районирование территории, которое позволяет выделить однородные районы и показать наиболее целесообразные пути использования неизученных и слабо изученных озёр.

Для выявления примерных дат нарушения уровня режима в результате антропогенного или природного влияния на озеро по имеющимся данным наблюдений были построены хронологические графики многолетнего хода средних, максимальных, минимальных уровней воды, а также амплитуды колебаний уровня воды, которая определялась, как разница между максимальным и минимальным значением уровня за год. Для уточнения продолжительности стационарных периодов были построены интегральные кривые.

Анализ стационарности выполнен с помощью критериев Стьюдента и Фишера, основанных на оценке однородности средних и дисперсий сравниваемых отрезков исследуемых рядов [4].

С помощью кластерного анализа в программе Statistica методом К-средних были классифицированы гидрологические и морфометрические характеристики исследуемых озёр. Из совокупности значений площадей удельных водосборов озёр, амплитуд колебания уровня воды и координат местоположения самих озёр были выделены классы близких по характеру параметров [2].

Результаты и выводы

По результатам, полученным в ходе проведения статистической обработки рядов характерных уровней воды и выявления дат нарушения стока, были выделены репрезентативные периоды данных наблюдений, по которым производились дальнейшие расчёты.

Далее для каждого озера были рассчитаны и проанализированы значения удельных водосборов ΔF , которые являются количественным выражением связи водоёма с питающим его бассейном. Полученные значения варьируются в широком диапазоне от 2,14 (оз. Самро) до 350 (оз. Долгое). При этом средние многолетние амплитуда данных озёр варьируются в диапазоне от 27 см (оз. Сяберо) до 375 см (оз. Кубенское).

Для выполнения кластерного анализа были использованы сведения о местоположении озёр (широта и долгота), морфометрические параметры (площади зеркала и водосбора озера), а также значения средних многолетних амплитуд. При проведении данного анализа не учитывались крупные озера такие как Ладожское, Онежское, Чудское. Так как они являются уникальными водными объектами, а их водосборы носят полизональный характер.

Согласно графику, полученному в результате кластерного анализа в программе Statistica, было выделено три группы озёр со схожими по характеру параметрами (рис. 1).

Следует отметить, что каждое из озёр имеет различные признаки, которые характеризуют их свойства, а также свойства озёрных систем. Эти характеристики озёр определенным образом показывают, к какому конкретному природному комплексу принадлежит данный водный объект. Это даёт возможность для выделения областей, отличающихся сочетанием свойств озёр, т.е. районирование территории по характеру водоёмов или по их роли в природных комплексах.

Выделенные в ходе кластерного анализа группы озёр охватывают значительные районы, отличающиеся условиями увлажненности и особенностями

ландшафта. Так, к первой группе относятся водоёмы, расположенные на территории Карелии и части Архангельской области. Котловины этого района относятся преимущественно к тектоническому и ледниково-тектоническому типам происхождения. Ко второй группе относятся озёра, которые расположены в зоне распространения Московского оледенения. К третьей – водные объекты, находящиеся на юге Архангельской области. При этом следует отметить, что оз. Водлозеро составляет исключение, т.к. оно относится к Карелии, но тоже относится к данному кластеру. Карта распределения озёр представлена на рисунке 2.

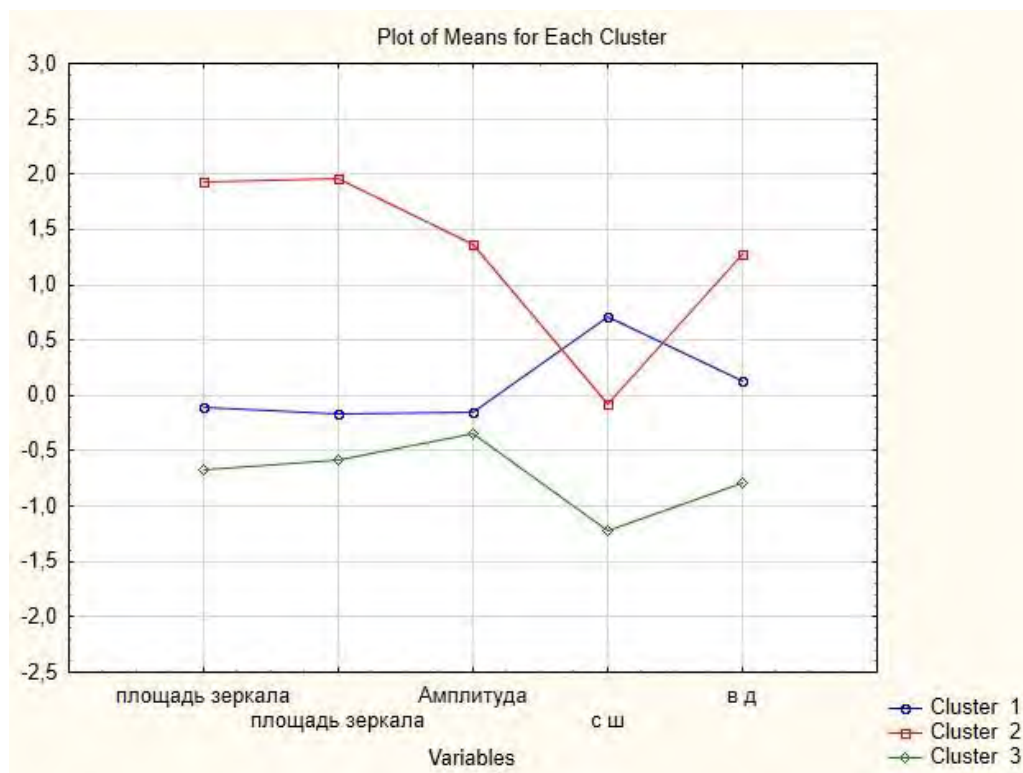


Рис. 1. График средних для каждого кластера.

Для каждого из полученных районов могут быть построены зависимости амплитуды колебания воды в озере от значения удельного водосбора $A=f(\Delta F)$, по которым можно будет определять многолетние колебания уровня воды для неизученных озёр данной области.

Следует отметить, что в дальнейшем исследовании планируется уточнение результатов кластерного анализа. Для этого будет проведен дискриминантный анализ, который позволит установить, к какому точно кластеру относится тот или иной водный объект. Т.к. возникают ситуации, когда в группу озёр попадает водоём со свойствами, характерными для соседнего района.

Например, теоретически, если при проведении кластерного анализа добавить дополнительный фактор, по которому будут группироваться озёра, то данные озера могут попасть в другой кластер. Таким фактором может стать, например, показатель динамической устойчивости озерной системы, который показывает изменчивость уровня в долях средней глубины озера. В качестве такой характеристики принято безразмерное среднеквадратическое отклонение

[1]. Также следует учесть возможность наличия подрайонов в выделенных группах озер, которые могут проявиться при добавлении дополнительного фактора при проведении кластерного анализа.

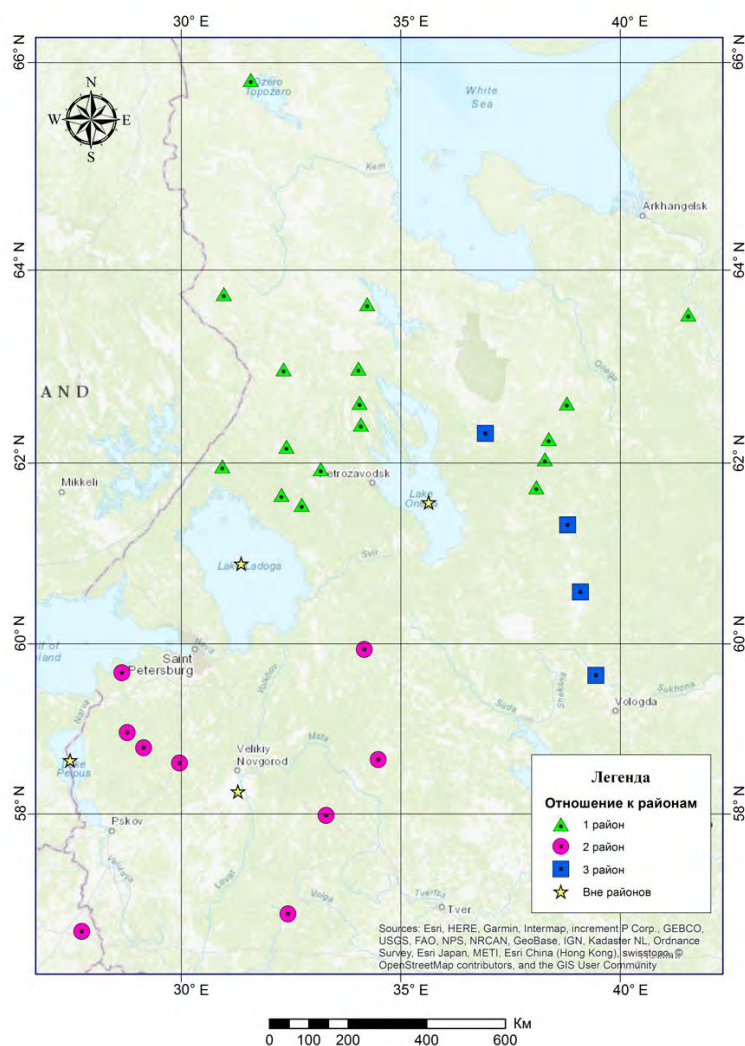


Рис. 2. Карта распределения исследуемых озёр.

Литература

- [1] *Догановский А.М., Румянцев В.А., Трапезников Ю.А., Харбалладзе М.А.* Долгопериодная изменчивость уровня озер Северо-Запада России. // *Водные ресурсы Северо-Западного региона России*, сб. научн. трудов. 1999. С. 77-86
- [2] *Мякишева Н.В.* Многокритериальная классификация озер [текст] // *Н.В. Мякишева.* – Санкт-Петербург: Гидрометиздат, 2009. – 153 с.
- [3] Свод правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»
- [4] *Сикан А.В.* Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [текст]/ *А.В. Сикан.* – СПб: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.

S u m m a r y. In this paper generalized analysis of the series of water levels in lakes of the same origin is carried out. Morphometric characteristics of reservoirs that determine the level regime of the lake are analyzed. The results of cluster analysis are analyzed. At the same time, the degree of stationarity and randomness of the considered aggregates was established, their amplitude was estimated, and the trend of changing levels was determined.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ ГУБЫ КАНДА, ОТДЕЛЕННЫХ ОТ БЕЛОГО МОРЯ ДАМБОЙ

Н.А. Демиденко*, А.С. Саввичев**

*Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова, г. Москва,
demidenko_nikola@mail.ru

**Институт микробиологии имени С.Н. Виноградского РАН, г. Москва, *savvichev@mail.ru*

HYDROLOGICAL REGIME OF THE MEROMICTIC RESERVOIRS OF THE KANDA BAY, SEPARATED BY THE BARRAGE FROM THE WHITE SEA

N.A. Demidenko*, A.S. Savvichev**

*Zubov State Oceanographic Institute (SOI), Roshydromet, Moscow

**Vinogradsky Microbiological Institute, Research Center of Biotechnology of RAS

Аннотация. Гидрологический режим водоемов губы Канда формируется под влиянием фильтрующей дамбы, которая отделяет морской залив от моря. До строительства дамбы губа была типичным шхерным районом. В настоящее время образовалось несколько водоемов с различными водными массами - пресными, морскими, меромиктическими. Каждый водоем характеризуется своим уровнем и температурно-солевыми режимами.

Ключевые слова: меромиктические водоемы, гидрологический режим, уровни, температура, соленость воды, Белое море.

Введение

Целью исследований гидрологического режима меромиктических водоемов губы Канда Белого моря является оценка изменения природных условий при антропогенном отделении морских заливов для строительства приливных электростанций, опреснения морских бассейнов, развития марикультуры [2, 3, 6]. Меромиктические водоёмы характеризуются наличием анаэробной зоны в монимолимнионе. Анаэробные условия создаются за счет протекания микробных процессов деструкции органического вещества, вызывающих истощение растворённого кислорода.

Регион исследований, объекты и методы

Губа Канда расположена в западной части Кандалакшского залива Белого моря, имеет длинную, извилистую форму. В губу впадает река Канда и множество ручьев. С началом Первой мировой войны резко активизировались работы по созданию железной дороги на Мурман. Строительство железной дороги велось с сентября 1915 по ноябрь 1916 гг. В 1959 г. дамба была расширена и построен второй путь железной дороги [6]. При строительстве автодороги Санкт-Петербург – Мурманск через центральную часть губы Канда была построена еще одна фильтрующая дамба и мост (рис. 1). Водообмен между кутовой частью и остальной губой был резко ограничен. В течение последних десятилетий гидрологический режим губы Канда неоднократно изменяли. Строительство дамб многократно снизило водообмен внутри губы, между губой и морем. Нарушение водообмена приводит к застойным явлениям.

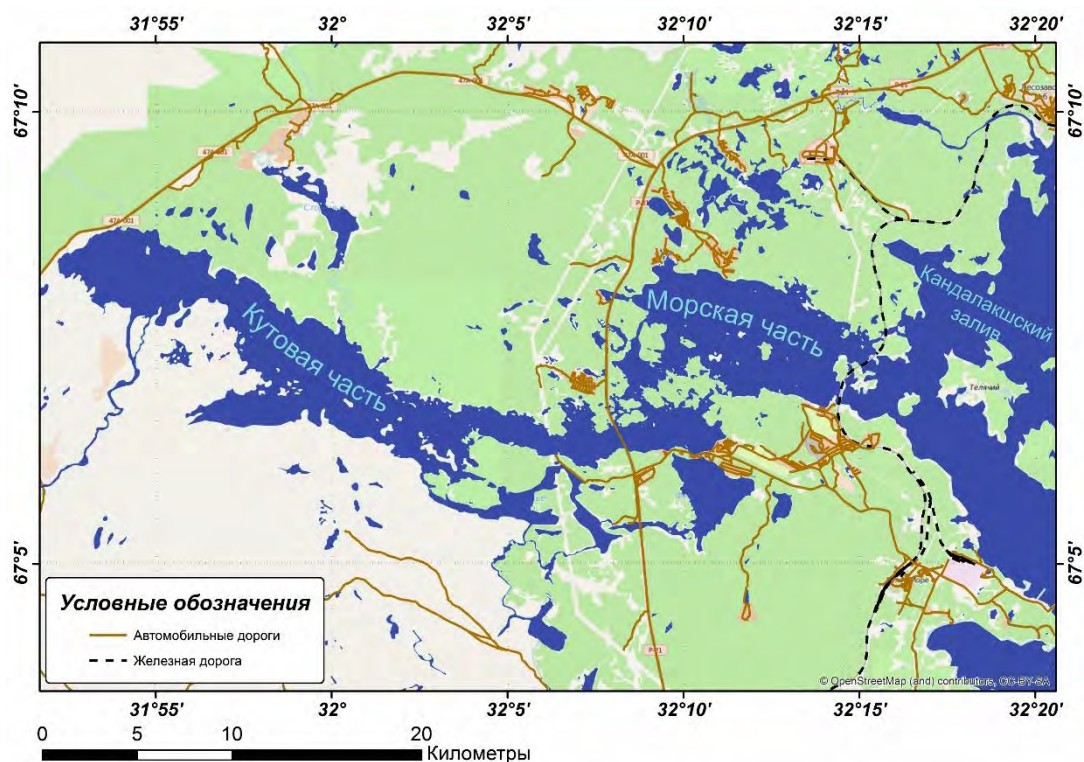


Рис. 1. Карта-схема водоемов губы Канда, дельты р. Канда и прилегающей акватории Кандалакшского залива.

С целью исследования трансформации гидрологического режима, в июле–августе 1984 г. Государственным океанографическим институтом (ГОИ-Ном) [2], а в зимний период в январе-апреле 2015–2019 гг. ГОИ-Ном, Институтом микробиологии РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова были выполнены экспедиционные исследования губы Канда [4]. Основное внимание было обращено на выявление условий стратификации и перемешивания вод, а также на определение состояния застойных зон в этом водоеме.

Обсуждение результатов

Исходя из особенностей геоморфологии берегов, искусственных транспортных сооружений и гидролого-гидрохимического режима, акватория губы условно разделена на три части: морскую, центральную и кутовую.

Исследования приливных колебаний уровня воды в акватории Кандалакшского залива и морской части губы Канда проводились с помощью автономных гидростатических датчиков уровня - логгеров с 1 по 9 марта 2016 г. Логгеры лежали на дне в точках измерений, поэтому показывали глубину, уровень и температуру воды. На рисунке 2 приведены совмещенные графики хода уровней и изменения глубины на станции 1 в морской части губы Канда за период квадратурно-сизигийных приливов с 01 по 09 марта 2016 г.

За период измерений в морской части акватории губы Канда в 500 м юго-западнее от водовода фильтрующей дамбы величина квадратурного прилива 4 марта 2016 г. составляла 0,061 м. Величина сизигийного прилива 9 марта 2016 г. составляла 0,125 м. Размах колебаний уровня за период измерения от самой полной воды до самой малой воды составил 0,232 м. В период квадратурных приливов продолжительность подъема уровня в фазу прилива составляет 4 час

05 мин., продолжительность спада уровня в фазу отлива составляет 8 час 20 мин. В сизигийных приливах продолжительность подъема уровня в фазу прилива составляет 4 час 35 мин., продолжительность спада уровня в фазу отлива составляет 7 час 50 мин. Глубина в точке измерений изменялась от 5,37 м в полную воду до 5,15 м в малую воду.

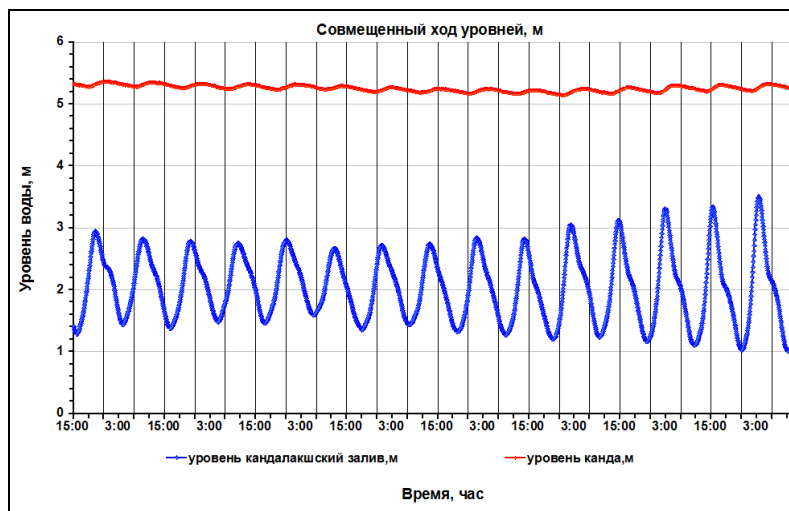


Рис. 2. Совмещенный график хода уровней на ст. 1 в Кандалакшском заливе и ст. 2 в губе Канда в период квадратурно-сизигийных приливов 01-09.03.2016 г.

За период измерений в акватории Кандалакшского залива в 200 м мористее от водовода фильтрующей дамбы величина квадратурного прилива 4 марта 2016 г. составляла 1,081 м. Величина сизигийного прилива 9 марта 2016 г. составляла 2,494 м. В период квадратурных приливов продолжительность подъема уровня в фазу прилива составляет 5 час 25 мин., продолжительность спада уровня в фазу отлива составляет 7 час. В сизигийных приливах продолжительность подъема уровня в фазу прилива составляет 4 час 30 мин., продолжительность спада уровня в фазу отлива составляет 7 час 55 мин. Глубина в точке измерений изменялась от 3,5 м в полную воду до 1,0 м в малую воду.

Характер трансформации приливной волны в морской части губы Канда может быть охарактеризован двумя параметрами: 1) коэффициентом прилива $K_{пр}$ – отношением величины (или амплитуды) прилива в данном пункте измерения в губе Канда к величине (амплитуде) прилива в открытой части акватории Кандалакшского залива; 2) коэффициентом асимметрии приливной волны, где $\tau_{пад}^-$ – время падения уровня во время отливной фазы, $\tau_{рост}^+$ – время роста уровня во время приливной фазы, $\tau_{пр}$ – полный период прилива, в среднем берем 12 час 25 мин. (12,42 час).

Коэффициентом прилива $K_{пр}$ в морской части губы Канда в зимнее время подо льдом составляет 0,056 в период квадратурных приливов, и 0,05 в период сизигии. Коэффициент асимметрии приливной волны $K_{ас}$ в морской части губы Канда в зимнее время составляет 0,68 в период квадратурных приливов, и 0,52 в период сизигийных. Коэффициент асимметрии приливной волны $K_{ас}$ в открытой части акватории Кандалакшского залива в зимнее время подо льдом составляет 0,26 в период квадратурных приливов, и 0,55 в период сизигии.

Характер прилива в вершине залива – полусуточный мелководный. Средняя величина прилива в вершине Кандалакшского залива у порта Кандалакша, который находится в 7,0 км от фильтрующей дамбы через губу Канда составляет 181,2 см, средняя величина квадратурного прилива – 134,4 см, средняя величина сизигийного прилива – 228,0 см. Максимальная величина прилива составила 286,3 см. Время подъема уровня $\tau^+=5,03$ час, время падения уровня $\tau^-=7,38$ час, коэффициент асимметрии местной кривой прилива $K = 0,38$ [7].

Материалы для исследований, полученные в январе 2015 и феврале-марте 2016-2018 гг. с помощью зондирования и отбора водных образцов осуществлялись с поверхности льда. Исследования морской акватории губы Канда показали, что водная толща локальных ям содержит растворенный кислород во всем слое от подлёдного горизонта и до дна, при этом признаки сероводорода отсутствуют в поверхностном слое осадка. Однако в центральной части Федосеевского плёса и кутовой части губы Канда наблюдались все признаки меромиксии [4].

Гидрологическая съемка, проведенная в морской части губы Канда в зимний период в конце января 2015 г., показала, что глубины на гидрологических станциях изменялись от 8 м в западной части плеса до 17 м в центральной части у о. Крокалий. В западной части морского плеса температура воды в поверхностном горизонте, где вода практически пресная, была равной 0°C; в центральной части с повышенной соленостью поверхностных вод составляла – 0,2°C [4]. С глубиной температура воды увеличивалась, и в придонном горизонте достигала 2,8°C.

Соленость воды губы Канда изменяется в широком диапазоне: от 0,2 до 22,2‰. В поверхностном опресненном горизонте сумма ионов постепенно увеличивается от 0,2-0,4 мг/л в кутовой части губы до 3-6‰ у морского плеса. В придонном горизонте соленость вод находится в интервале от 13,8 до 21,9‰. Для всей губы отмечалось сильное опреснение поверхностных слоев: в центральной и кутовой частях в летний период поверхностная соленость обычно не превышала 1,8‰ [5]. В морской части губы поверхностная соленость изменялась от 2,6‰ в западной части до 6,5‰ у фильтрующей железнодорожной дамбы. В придонных слоях соленость достаточно высока, достигая 16,9‰ в отдельных глубоких участках центральной части и 26,5‰ в морской части.

Для вертикального распределения солености было характерно наличие двух основных водных масс: пресноводно-солонатоводного миксолимниона и высокосоленого монимолимниона, разделенных между собою хемоклином. Толщина слоя опресненных вод изменялась в разных районах губы от 1 до 10 м. Эти воды обильно насыщены кислородом (80-100%), хорошо прогреваются в летний период, содержат много углекислоты и органических веществ.

В средней части губы Канда в Федосеевском плесе, отделенного от морского плеса мелководным порогом, также наблюдается двухслойная структура водной массы с пикноклином, залегающем на глубине 7-8 м. Температура воды в верхнем слое около 15°C, концентрация растворенного кислорода – 8-9 мг/л. Под пикноклином температура воды 4°C, соленость 12-14‰, количество рас-

творенного кислорода резко падает, у дна достигая аналитического нуля. В центральной и восточной части Федосеевского плеса в придонном горизонте формируется слой с анаэробными условиями [1, 2].

Глубже 8-10 м залегают высокосоленные воды, являющиеся в кутовой части и центральных плесах почти застойными (рис. 3). Последние практически лишены кислорода (вплоть до его полного отсутствия), насыщены углекислотой (от 57 до 350 мг/л) и в нижних слоях – растворенным сероводородом (до 7-8 мг/л, иногда до 81,5 мг/л). Температура в придонном горизонте оставалась низкой (3,2-4,3°C) в течение года.

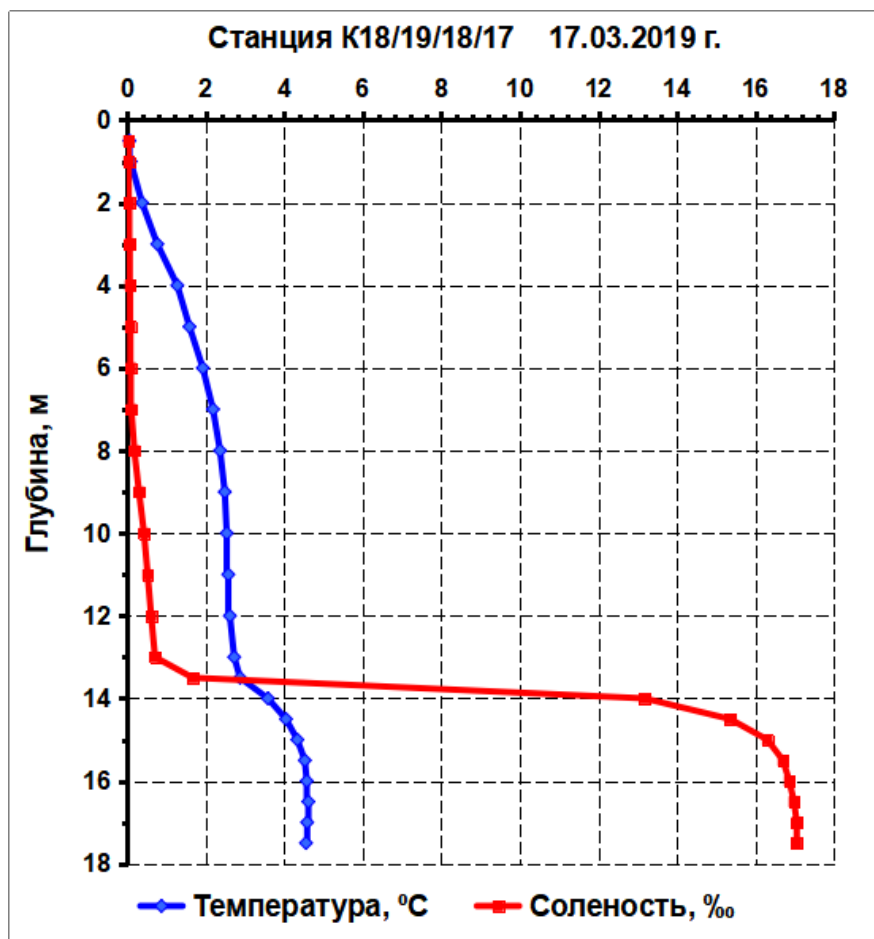


Рис. 3. График хода температуры и солености воды по глубине в кутовой части губы Канда 17.03.2019 г.

Соленость в морской части губы на глубине 4-6 м составляла 18‰, постепенно увеличиваясь ко дну до 23‰. В центральной части губы с увеличением глубины отмечалось очень резкое возрастание солености: от 3-4‰ на глубине 4 м до 15,5‰ на глубине 10 м, достигая в самых глубоких участках 19‰ [5]. В кутовой части губы в придонном горизонте максимальная соленость наблюдалась весной (5‰), осенью (9‰) [1], и зимой 2017-2018 гг. (16,8‰). Единственные обитатели этих вод – анаэробные бактерии. Границы между водными массами особенно резко обозначены в период летней и зимней стратификации. Осеннее и весеннее перемешивание вод приводит к частичному размыванию галоклина и осолонению нижних горизонтов миксолимниона.

Выводы

Гидрологический режим губы Канда – это сложный и сжатый во времени техногенный вариант процесса отчленения от моря системы крупных озер. В связи с хорошо выраженным влиянием антропогенного фактора в формировании современного облика губы Канда, ее можно рассматривать как модель трансформации морского водоема в пресноводный залив. На примере губы Канда можно показать, в каком направлении будут трансформироваться гидрологические и экологические условия и в целом вся экосистема морского залива при его частичной или полной изоляции от моря.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 18-05-60021) (экспедиционные исследования).

Литература

- [1] Галкина Л.А., Позднякова Л.Е., Цееб Т.Я. Губа Канда и ее обитатели // *Океанология*. 1963. т. 3. № 5. С. 898-906.
- [2] Друмева Л.Б., Лупачев Ю.В., Лучков В.П., Маврина М.В. Гидрологические и гидрохимические особенности губы Канда // *Химия и биология морей [Сборник статей]* / Гос. океаногр. ин-т. Под ред. А.И. Симонова. – М.: Гидрометеиздат: Моск. отд-ние, 1987 (222 с. ил.). С. 49-53.
- [3] Иванов Н.О., Китаев В.П., Чеченков А.В. Особенности гидрофауны Канда-губы Белого моря // *Итоги и перспективы изучения биологических ресурсов Белого моря*. – Л.: ЗИН АН СССР, 1983. С. 37-44.
- [4] Саввичев А.С., Демиденко Н.А., Краснова Е.Д., Калмацкая О.В., Харчева А.И., академик РАН М.В. Иванов. Микробные процессы в губе Канда – меромиктическом водоеме, искусственно отделенном от Белого моря. // *Доклады Академии наук*. – 2017. Т. 474, № 5. – С. 637-641.
- [5] Смирнова Т.С. Донная фауна губы Канда Белого моря. // *Гидробиологический журнал*. 1965. т.1. № 4. С. 27-33.
- [6] Юрченко С.В., Корякин А.С. Техногенные воздействия на губу Канда, Белое море. // *Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (2–5 октября 2012 г.)*. – Апатиты, 2012. – ч. 2. С.171-173.
- [7] www.esimo.oceanography.ru.

S u m m a r y. The hydrological regime of the Kanda Bay is the result of a well-documented technogenic process of separation from the sea of a system of large lakes, which are connected to the sea in different extent. The Kanda Bay is the only large water body, the dynamics of the separation process of which can be observed at an intermediate stage when freshwater and marine water masses coexist. Using the example of the Kanda Bay, it is convenient to investigate the principles governing the transformation of hydrological conditions in a large sea water body after its partial or complete isolation from the sea.

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ РАДИОСЕТИ ДЛЯ СБОРА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУР ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ШХЕРНОГО РАЙОНА ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

М.О. Дудаков, Д.С. Дудакова

ФГБУН Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, mike814@yandex.ru

CREATING OF DIGITAL RADIO NETWORK FOR COLLECTING HYDROLOGICAL DATA ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE DAILY TEMPERATURE DYNAMICS OF THE COASTAL WATERS OF THE LAKE LADOGA SKERRIES

M.O. Dudakov, D.S. Dudakova

Institute of limnology RAS

Аннотация. На базе Института озероведения РАН спроектирована и создана группа буйковых станций, использующих для передачи получаемых гидрологических данных самостоятельно организуемую цифровую радиосеть диапазона 2,4 ГГц. При первых испытаниях в качестве источника получения информации использовалась термокоса с четырьмя датчиками. Получен большой массив данных по динамике температур на различных глубинах в различных точках модельного полигона с привязкой по GPS. Оборудование показало стабильную работу. На основании этих данных получены графики суточного хода температуры воды за недельный период.

Ключевые слова: буйковые станции, цифровая радиосвязь, гидрологические данные.

Введение

Современные технологии пакетной передачи данных посредством радиоканала, являются очень эффективными, прежде всего в областях науки и техники, связанных с получением значительных массивов данных от большого количества регистрирующих устройств [1, 6]. Особенно это проявляется при необходимости разнесения датчиков в пространстве и при отсутствии возможности использования сети Интернет для передачи данных. Такая ситуация очень характерна при работе типовых гидрологических буйковых станций на акватории водоемов. Применение цифрового радиоканала, а особенно построение цифровой радиосети, позволяет решить многие технологические и методологические проблемы, связанные с получением актуальной информации от каждой станции, включая ее текущее местоположение, массив регистрируемых параметров среды, а также техническое состояние самого буйка. Благодаря применению радиоканала стало возможно упростить и сделать надежнее конструкцию самой буйковой станции, исключив из конструкции несколько герметичных разъёмных соединений.

Поскольку в датчиках гидрофизических величин происходит первичное преобразование гидрофизических величин в электрический сигнал и работа датчиков в значительной степени определяет работу измерительного прибора [5] существует возможность совместить в одном приборе хорошо зарекомендовавшие себя чувствительные элементы и современные средства обработки и передачи информации.

Цель работы – проанализировать алгоритмы сбора и передачи данных, показать возможности применения современных стандартов цифровой радиосвязи в гидрологии, на примере созданной группы буйковых станций, собирающих информацию по динамике температур на различных глубинах.

Объекты и методы

На базе Института озераедения РАН нами были спроектированы буйковые станции. Каждая из них состоит из плавучей надводной части и группы датчиков, в данном случае термокосы, работающей в квазивертикальном положении. При необходимости работы вблизи заданной точки конструкция ставится на якорь. Плавучая часть содержит микроконтроллер (2), приемник GPS сигнала (3), радиомодуль с антенной (4), аккумуляторную батарею (1). К плавучей части по кабелю (6) подключена термокоса (интерфейс 1 Wire) (рис. 1).

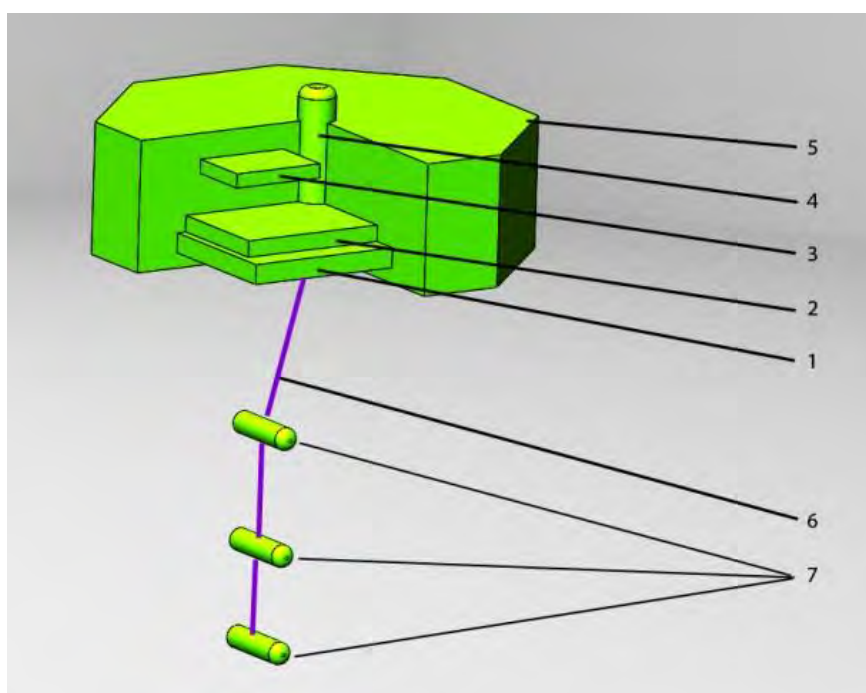


Рис. 1. Схема передающей буйковой станции с термокосой.

Получение информации о температуре производилось датчиками DS18B20 фирмы Dallas Semiconductor. Их достоинствами являются: широкая доступность; датчики сертифицированы в России как средство измерения; выходные температурные данные датчика калиброваны в градусах Цельсия; в исследуемом диапазоне температур имеют практически линейную характеристику, что позволяет, определяя корректировочные поправки, довести точность измерения до значений разрешающей способности, что составляет $0,0625^{\circ}\text{C}$ [3].

На берегу или на борту судна располагается приёмный модуль сети, подключённый к персональному компьютеру, и/или производящий запись автономно на карту памяти. Максимальное расстояние от буйка до приемника для устойчивого приема не должно превышать 1,1 км. (рис. 2). Возможна одновременная работа нескольких приемных модулей. В начале работы программное обеспечение, установленное на буйковых станциях и приемнике, переводит их

на рабочую частоту и выдаёт участникам радиообмена числовые идентификаторы радиосети (аналог IP адреса для компьютерных сетей). Далее каждые 2 сек. микроконтроллер считывает значения температур с термокосы, затем усредняет их за период 20 сек., считывает значения координат и точного времени с GPS приёмника, формирует текстовую строку для передачи, состоящую из номера передающего буйка, точного времени, географических координат и значений температур по глубинам. По алгоритму, синхронному на всех буйках, передача строки данных производится в момент, когда вероятность возникновения конфликта между передаваемыми пакетами минимальна. При приёме производится проверка контрольной суммы строки и только, если она совпадает, переданное сообщение считается достоверным. Необходимо отметить, что с конфликты при одновременной передаче данных являются главной проблемой цифровых радиосетей, в рассматриваемой реализации с этим борются два алгоритма: 1) использование накопительного буфера для сообщений (в теории могут быть сохранены до 6 одновременно пришедших пакетов данных) [4] и 2) созданный нами алгоритм по выбору оптимального времени для передачи, способствующий исключению самой конфликтной ситуации.

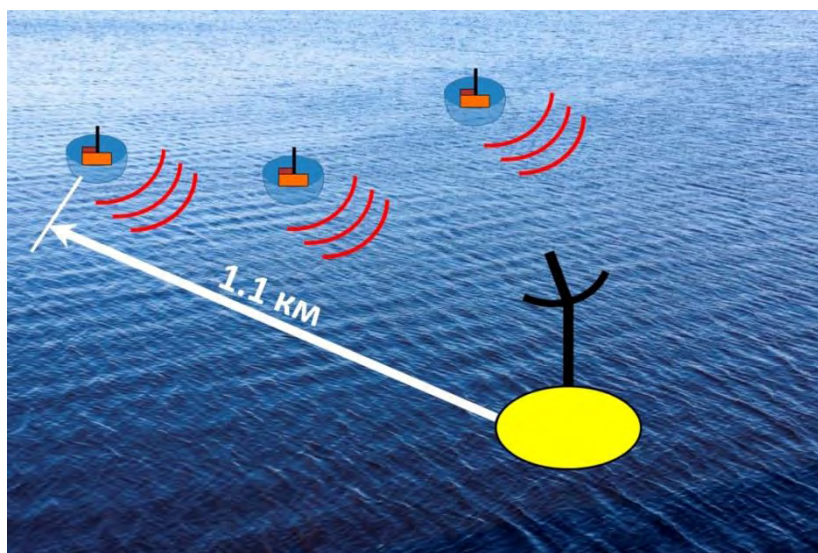


Рис. 2. Схема развернутой сети буйковых станций.

Тестовый полигон, на котором проводились испытания группы буйковых станций, располагался в северном шхерном районе Ладожского озера в южной части полуострова Хунукка (N61.596042°, E31.116175°). На станциях с глубинами 3, 6, 9, 12 и 15 м было размещено, соответственно, пять буйковых станций с температурными датчиками для четырех горизонтов (поверхность, дно и два промежуточных). Изучался суточный ход температур. В период с 4 по 5 августа 2019 г. осуществлялось четыре периода регистрации данных с буйковых станций (продолжительностью по 20 минут): в астрономические полдень, закат, полночь и восход. В дальнейшем с 5 по 10 августа регистрации проводились дважды в сутки: в астрономический полдень и полночь. Всего было зарегистрировано 3300 замеров температуры за исследованный период. Визуализация недельного хода температур осуществлялась в программе Surfer. Работы осу-

ществлялись в рамках исследований суточных миграций зоопланктона на исследуемом полигоне.

Обсуждение результатов

Проведённые натурные испытания подтвердили эффект одновременного применения алгоритмов и как результат стабильную работу всей системы в целом. В итоге были получены температурные данные, которые позволили выявить суточную и недельную динамику температур на исследованном участке акватории Ладожского озера (рис. 3). Показана хорошая сходимость данных с буйков, установленных на станциях над разными глубинами.

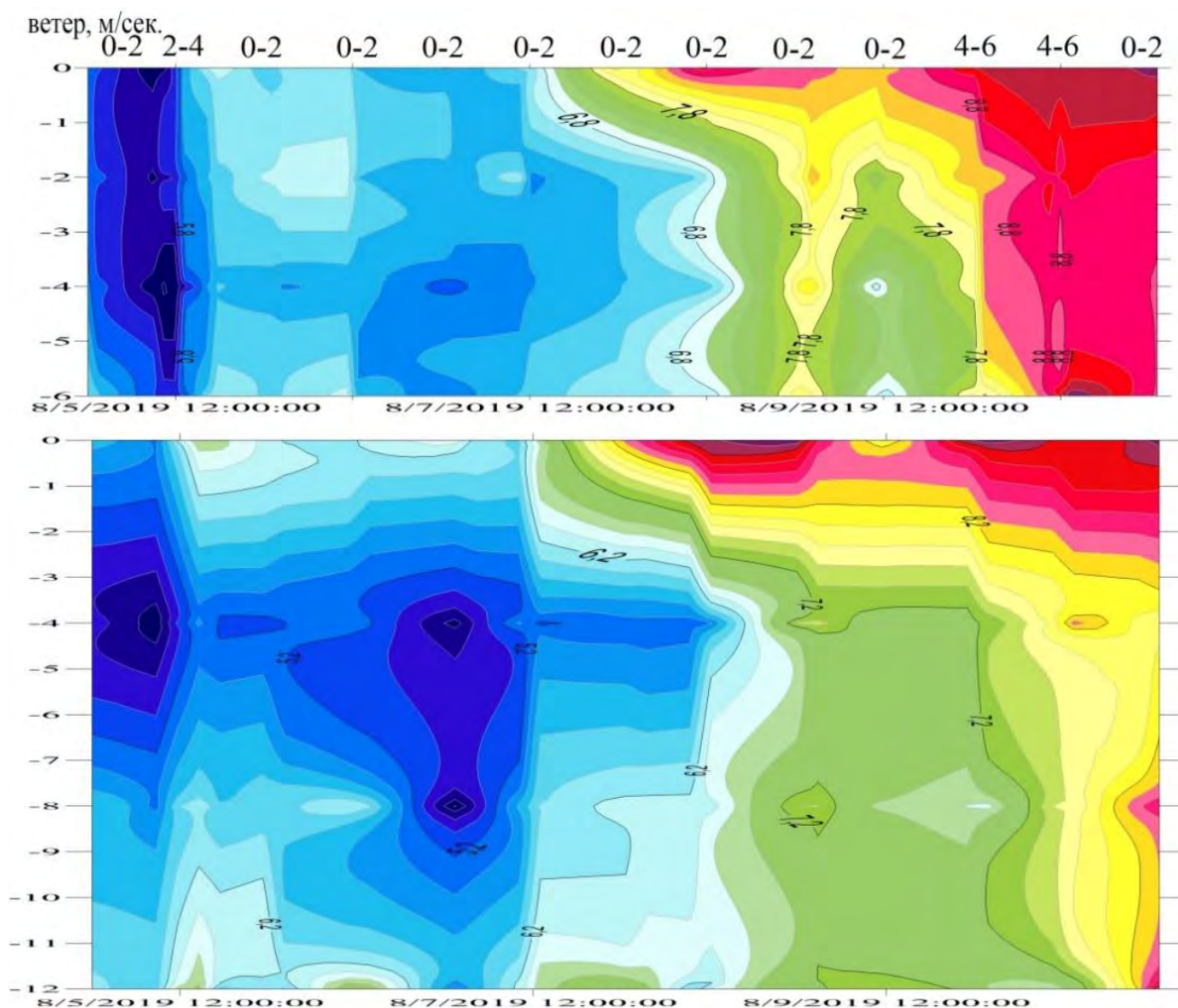


Рис. 3. График суточного хода температур на двух участках тестового полигона (ст. 6 м (верхний рисунок) и ст. 12 м (нижний рисунок)) за недельный период (с 4 по 10 августа 2019) по данным, полученным с термокос с датчиками, расположенными на четырех горизонтах.

Заключение

Таким образом, результатом представленной работы стал созданный и успешно испытанный программно-аппаратный комплекс буйковых станций, организующий для передачи гидрологической информации цифровую помехо-

устойчивую радиосеть диапазона 2.4 ГГц. Были проанализированы и найдены оригинальные алгоритмы предотвращающие конфликты при передаче пакетов данных. Полученный массив информации по динамике температур на различных глубинах можно использовать для целого ряда прикладных задач. В данном случае он был успешно применен для решения биологической задачи – изучения суточных миграций зоопланктона.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме № 0154-2019-0001 «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов»

Литература

- [1] *Андреев С.А., Матвеев А.И.* Совершенствование интеллектуальных беспроводных телеметрических систем // *Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации (Сб-к статей XXIV Междунар. науч.-практ. конф.)*. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2019, С. 22-26.
- [2] *Здоровеннова Г.Э., Здоровеннов Р.Э., Богданов С.Р., Волков Г.Г., Гавриленко Г.Г.* и др. Пространственная неоднородность температурного поля в покрытых льдом озерах // *Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития (Труды II Всерос. конф.)*. СПб: Изд-во: Химиздат, 2018, С. 291-294.
- [3] *Казанцев С.А.* Повышение точности цифровых датчиков температуры DS18B20 // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. Т.2, №2, 2015, С. 79-81.
- [4] *Назаров С.Н.* Применение пакетной передачи информации в сетях радиосвязи ДКМ диапазона // *Вестник УлГТУ*. №3, 2009, С.33-39.
- [5] *Показеев К.В., Филатов Н.Н.* Гидрофизика и экология озер. Т.1. Гидрофизика М.: Физ. факультет МГУ, 2002, 276 с.
- [6] *Шерстюков О.Н., Рябченко Е.Ю., Гаязуудинов А.Р., Мартыничук С.Л.* Применение беспроводных сетевых технологий в системах сбора сейсморазведочных данных // *Георесурсы*. Т.6, № 42, 2011, С. 50-56.

S u m m a r y. On the basis of the Institute of limnology of the Russian Academy of Sciences, a group of buoy stations was designed and created that use a self-organized digital radio network of the 2.4 GHz band for transmitting the received hydrological data. The first tests, in which temperature sensors were used as models, were successful. A large array of data on temperature dynamics at different depths at different points of the model polygon with GPS link was obtained. On the basis of these data, graphs of the daily changes of water temperature for a weekly period are obtained.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СОЛЕННЫХ ОЗЕР С «ПАРНИКОВЫМ ЭФФЕКТОМ»

А.Н. Егоров

Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург, alex6-1@mail.ru

THE ENERGY SYSTEM OF SALT LAKES WITH A GREENHOUSE EFFECT

A.N. Egorov

Institute of Limnology RAN, St. Petersburg

Аннотация. В структуре крупномасштабных систем до сих пор не уделялось должного внимания рассмотрению проблем использования и управления энергетическими ресурсами соленых озер. На основе многолетних исследований изучены, кроме прочего, энергетические ресурсы соленых озер стран СНГ, количество которых превышает многие тысячи, их особенности и возможности современного использования.

Ключевые слова: соленые озера, география, термодинамическая структура, парниковый эффект, извлечение электрической энергии.

Введение

Среди широкого спектра природных ресурсов соленых озер наименее изученными и используемыми сегодня являются энергетические ресурсы. Суть использования энергетических ресурсов соленых озер заключается в извлечении и преобразовании нетрадиционных видов тепловой энергии озера в электрическую посредством строительства небольших, экологически безопасных электростанций, способных обеспечивать электроэнергией определенные технологические процессы (рыбоводства, животноводства, местной промышленности) и жизнеобеспечения социально-экономических инфраструктур в малообжитых, труднодоступных регионах. Исследования по использованию тепловой энергии водоемов проводились и на пресных озерах. Величины низкопотенциальной тепловой энергии, накопленной в пресноводных водоемах позволяют не только использовать ее для перспективного обеспечения энергией сельскохозяйственных регионов, но и использовать ее для экологической мелиорации водоемов: например, для обеспечения электроэнергией установок аэрации и флотации при борьбе с тепловым «загрязнением» и «цветением» воды озер [1]. Еще более широкие перспективы открываются при изучении и использовании тепловых ресурсов минерализованных озерных вод. Особенно важной является проблема использования тепла, так называемых, гелиотермальных соленых озер, тысячи которых расположены в аридных и семиаридных зонах России и ближнего зарубежья.

Регион исследований, объекты и методы

В условиях современного глобального ухудшения качества и количества пресной воды под суммарным воздействием естественных и антропогенных факторов возрастает необходимость поиска альтернативных, возобновляемых водных источников. Как показывает история развития лимнологии, ее становление как науки, основные ее достижения и успехи приурочены к исследованиям пресноводных водоемов. В то же время, среди водных объектов нашей пла-

нет широко распространены и наименее изучены соленые озера с различной степенью минерализации. Только в географической зоне соленых озер СНГ насчитывается более 30 бессточных бассейнов современного соленакопления, к отдельным котловинам которых приурочено формирование соленых озер [2]. На долю пресных озер и рек приходится 0,009% всего объема вод Земного шара, а на долю соленых озер – 0,008% [3]. Без учета стока рек очевидно, что масса сосредоточенных в соленых озерах вод превышает объем пресных озерных вод. Зона минеральных озер СНГ включает в себя широкую полосу степей, полупустынь и пустынь. География соленых озер подчинена физико-географической зональности, главным фактором влияния которой является климат и азональным факторам: орографии местности, геологическому строению, тектонике и антропогенному фактору (добыча полезных ископаемых, строительство, сельскохозяйственные работы и пр.). Области современного распространения соленых озер орографически расположены в обширных внутриматериковых котловинах, являющихся солесборными бассейнами и окруженных горными сооружениями и возвышенностями, в пределах которых они мигрируют [2]. Особо выделяются соленые озера с термодинамической структурой, обуславливающей формирование «парникового» эффекта, так называемые, гелиотермальные озера. Гелиотермальные озера особый тип мезотермических водоемов, в которых максимум температуры в период открытой воды расположен на некоторой глубине [4]. Практически, все исследователи, сталкивавшиеся с изучением физических свойств соленых озер отмечали особенности формирования их термического режима. Подробные исследования этого явления провел и А.И. Дзенс-Литовский, исследовавший озера Крыма, Кулунды, Кара-Кумов и Казахстана [5]. Впервые физический смысл и причины образования «парникового эффекта» в соленых озерах объяснены им (на уровне научных представлений своего времени) на небольших водоемах Илецкого соляного купола [6]. Как отмечает А.И. Дзенс-Литовский «...соляные озера географической зоны соляных озер отличаются не только резкими колебаниями концентрации и состава рассолов, но и крайне большими амплитудами температуры поверхностной рапы как в течении годового периода, так по отдельным месяцам, а иногда и суткам». Так как происхождение котловин соленых озер обычно не связано с молодыми разломами земной коры то, в конечном счете, термический режим соленого озера формируется под действием поступающей солнечной радиации, морфометрических характеристик котловины, местных физико-географических факторов и величины минерализации (роль стадии осолонения в формировании термодинамических процессов в соленых озерах – основное отличие их от пресных озер). Годовые колебания температуры воды соленых озер на территории СНГ достигают амплитуды от $-21,5^{\circ}\text{C}$ зимой до $+75,5^{\circ}\text{C}$ летом. Особенно часто такие резкие колебания температуры воды наблюдаются на глубоких озерах соляного карста или антропогенных озерах, образовавшихся в результате затопления выработок соляных месторождений (соленые озера Илецкого соляного купола, горные выработки Merseburg Ost в восточной Германии). Резкие температурные аномалии наблюдаются и на мелких соленых

озерах, когда создаются своеобразные условия парника при поступлении боковых или краевых околоозерных пресных вод (в других случаях речной приток или выпадение атмосферных осадков) на поверхность озера, покрывая в тихую погоду тонким слоем пресной воды более плотные рассолы озера или его заливы. Температура рассолов, покрытых тонким слоем пресной воды нередко разнятся на $25-35^{\circ}\text{C}$, а донных отложений на $35-40^{\circ}\text{C}$ [5]. С другой стороны, на дне некоторых соленых озер круглогодично сохраняются отрицательные температуры рапы, многолетнее устойчивое смерзание илов и донных химических осадков. Такой слой рапы и донных осадков, имеющих отрицательную и нулевую температуру в течение 2-х и более лет называется «озерной многолетней мерзлотой» [5]. Классическим примером явления озерной многолетней мерзлоты служит озеро Развал в Илецкой защите (Оренбургская обл.). Поступление солнечной энергии на поверхность соленого озера вызывает большее повышение температуры, чем в пресной и солоноватой воде, так как теплоемкость рапного раствора меньше, чем у воды. Так, например, для повышения температуры 1 л пресной воды на 1°C требуется 1 кал, а для насыщенного раствора поваренной соли всего 0,75 кал. При этом испаряемость с поверхности соленого водоема составляет всего 0.69 ее значения для пресных водоемов. Увеличение солености воды озер с 90 до 330 г/л снижает переходный коэффициент расчета испарения с 0.8 до 0.3.

Обсуждение результатов

В гелиотермальных озерах реализуется, чаще всего, трехслойная вертикальная термохалинная структура с верхним слоем миксолимнионом, нижним - хемоклином и придонным – монимолимнионом (хотя кроме наиболее распространенного в природе трехслойного профиля солености в естественных гелиотермических озерах отмечается еще четыре типа формирования вертикальной структуры солености) [7]. Так, в некоторых соленых озерах Казахстана, Поволжья, Крыма рапа соленого озера неоднородна и стоит из двух, трех и более слоев разной плотности, минерализации, температуры и, даже, окраски. Еще в 1768-1900 гг. русскими исследователями при посещении соленых озер Нижнего Поволжья, Казахстана, Крыма, Западной Сибири и Средней Азии было отмечено влияние поступления солнечного (не термального) тепла на физические свойства соленых озер. Как показали исследования минимальные различия в плотности воды, при которых может возникнуть «парниковый» эффект должны быть не менее 15 г/л [7, 8]. Только стратифицированные по плотности хлоридные и сульфатные озера достигают (и превышают) этой величины, карбонатные и бикарбонатные озера - нет. Чем больше плотностные различия, тем более устойчиво сохраняется тепло в гелиотермальных озерах [7,8]. Гелиотермальные озера бывают антропогенными и естественными. При естественном происхождении гелиотермальные озера образуются за счет испарения морских вод в ограниченных приточных бассейнах, испарения пресных вод во внутриконтинентальных замкнутых бассейнах, поступления рассолов на площадь бассейна или озера, в депрессии. Вертикальная термохалинная структура соленых озер формируется в зависимости от климатических и геологических условий бас-

сейна, под воздействием его физико-географических особенностей. Кроме наличия определенной величины минерализации, необходимым условием развития термохалинной структуры гелиотермического озера является наличие верхнего (в отдельных случаях до 15 см) пресного или слабоминерализованного слоя воды – миксолимниона [7]. Этот слой образуется за счет притока в озеро поверхностных и подпочвенных пресных вод, атмосферных осадков, а также при таянии льда. Формирование миксолимниона в соленом озере приводит к вертикальному физико-химическому расслоению воды за счет аккумуляции нижними слоями поступающей солнечной энергии. Возникает инверсия температуры и солености в водной среде и донных отложениях. Гомогенность слоя обуславливается ветровым перемешиванием. В термохалинной структуре озера температура и минерализация миксолимниона всегда меньше нижележащих слоев, поэтому этот слой часто называют «холодным». Миксолимнион обычно богат растворенным кислородом и характеризуется по сравнению с нижележащими слоями обильной жизнью (например, массовым развитием *Artemia saline*). Ниже миксолимниона расположен хемоклин – слой, в пределах которого происходит резкое увеличение температуры и солености. Поток световой энергии на поверхности соленого озера лишь в очень малой доле преобразуется в миксолимнионе в химическую энергию фотосинтезирующими организмами, большая его часть отражается в атмосферу, а меньшая поглощается хемоклином. Для проявления парникового эффекта в озере, кроме условий, отмеченных выше, необходимо попадание в хемоклин не менее 3% всей солнечной энергии, поступающей на поверхность озера и расходуется на нагревание слоев воды, лежащих ниже миксолимниона. Стратифицированный слой воды толщиной в 1 метр - такой же теплоизолятор, как пятисантиметровый лист пенопласта [7, 8]. Хемоклин можно сравнить со стеклянными окнами теплицы, он препятствует потерям тепла, в результате чего возникает парниковый эффект. Наиболее консервативен и минерализован нижний, придонный слой воды – монимолимнион. В отличие от миксолимниона монимолимнион богат растворенным сероводородом и обычно содержит только микробную жизнь. Существование инверсионной термохалинной структуры гелиотермического озера может быть временным (периодическим) или постоянным (круглогодичным) в зависимости от климатических, геологических и гидрографических условий бассейна. Все выше изложенное было обнаружено при исследовании типичного гелиотермального, бессточного озера Сассыкуль, расположенного в горах Восточного Памира на высоте 3825 м. над уровнем моря на 73° в.д. и 38° с.ш. Озеро Сассык-Куль расположено в среднем течении р. Аличур в холодной, высокогорной пустыне [9]. В плане озеро эллипсоидальное, вытянутое в северо-восточном направлении, со слабо изрезанной береговой линией. Котловина озера блюдцеобразная, площадь водного зеркала – 8,92 км², средняя глубина – 3,07 м., максимальная глубина – 5,30 м. Берега озера пологие, заболоченные. Дно озера сложено гравием и крупными зернистыми песками, перекрытыми слоем ила мощностью до 1-1,5 м. На отдельных участках центральной части озерной котловины отмечаются выходы кристаллических пород. Внутриводная

растительность неразвита. Ихтиофауна отсутствует. Годовая амплитуда колебаний уровня воды не превышает 50 см. Химический состав вод, питающих озеро – гидрокарбонатно-натриевый и кальциевый, а состав озерных вод в результате накопления солей и их метаморфизации – хлоридно-натриевый и карбонатно-натриевый. Такой тип накопления вещества в озере характеризуется повышением общей минерализации вод и выпадением из раствора и отложением на дне кристаллических солей, таких как галит, тенардит, мирабилит, трона. В прибрежных участках озера в зоне разгрузки трещинно-жильных вод глубокой циркуляции отмечается выпадение в осадок железа и марганца, связанное с изменением карбонатного равновесия и окислительно-восстановительных условий в водной среде. Прозрачность озерных вод достигает 2 м. по диску Секки. Термосъемка в июле 1985 г. выявила аномальное вертикальное распределение температуры и минерализации воды: при температуре воды на поверхности озера 15-17°C придонный слой воды и прилегающий к нему слой донных отложений имел температуру 37,8°C. Источники термальных вод на дне обнаружены не были. Минерализация воды при этом изменялась от 100 г/л на поверхности до 125 г/л у дна озера. Измерения температуры воды показали, что до глубины 1,5 м. озеро стратифицировано обычным для этого времени года образом, когда температура поверхности воды несколько выше температуры воды у дна. Однако, при глубине 2 м. температурная стратификация становится «аномальной»: при незначительном увеличении температуры поверхности воды к центру озера (до 1,5°C на 500 м) температура воды по вертикали резко возрастает с 17°C на поверхности воды до 25°C и более у дна. Ниже границы дна - в слое донных отложений температура столь же резко падает с глубиной. При этом, в результате интенсивной термокарстовой переработки и залегания вблизи уреза воды вечномерзлых пород вертикальное распределение температуры воды в прибрежной области озера совершенно иное: температура в полости грязевого окна в непосредственной близости от уреза воды понижалась с 14°C на поверхности до 2,5°C на глубине 1,8 м.

Выводы

Суть использования энергетических ресурсов соленых озер заключается в извлечении и преобразовании нетрадиционных видов тепловой энергии озера в электрическую посредством строительства небольших, экологически безопасных электростанций, способных обеспечивать электроэнергией определенные технологические процессы (рыбоводства, животноводства, местной промышленности) и жизнеобеспечения социально-экономических инфраструктур в малообжитых, труднодоступных регионах. Исследования по использованию тепловой энергии водоемов проводились и на пресных озерах, в результате чего была выявлена потенциальная возможность использования особенностей формирования их термической структуры для целей народного хозяйства. Исследования показывают перспективность использования тепла соленых озер. Может возникнуть ряд проблем, заключающихся в соленостной нестабильности, диффузии, метеорологическом индуцировании нестабильности верхнего слоя и испарении, которые, однако, имеют возможность решения.

Литература

- [1] *Доброжанская Ж.В., Коваленко Э.П.* Возможность использования низко потенциального тепла водоемов Белоруссии// *Использование водных ресурсов*, Минск: ЦНИИКИВР, 1985. С. 23-29.
- [2] *Дзенс-Литовский А.И.* Методы комплексного исследования и разведки озерных соляных месторождений// *Тр. ВНИИГ, Госхимиздат*, 1957, вып. XXXIV. 212 с.
- [3] *Wetzel R. G.* *Limnology*, Saunders, Philadelphia, Pa.:743, 1975.
- [4] *Williams W.D.* *Guidelines of Lake Management// Management of inland saline waters*, v.6:108. 1998.
- [5] *Дзенс-Литовский А.И.* Соляные озера СССР и их минеральные богатства. Л., Недра,1968.
- [6] *Дзенс-Литовский А.И.* Минеральные озера Илецкого соляного купола и их термический режим//*Тр.Лабор.озеровед.*,1953,Т.II
- [7] *Kirkland D.W., Bradbury J.P. and Dean W.E.* The heliothermic a direct method ofcollecting and storing solar energy //*Arch. Hydrobiol. Supplemented*, vol.65, N1, 1983.
- [8] *Егоров А.Н.* Парниковый эффект в соленых озерах//*Водные ресурсы*, М., 1991, N6.

S u m m a r y. The structure of large-scale systems has not yet paid due attention to the problems of using and managing the energy resources of salt lakes. Based on many years of research, we have studied, among other things, the energy resources of the salt lakes of the CIS countries, the number of which exceeds many thousands, their features and possibilities of modern use.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕЛЕННЫХ СЕРОБАКТЕРИЙ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЕР

А.А. Жильцова*, Д.А. Воронов**, Е.Д. Краснова***, С.В. Пацаева*

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, aa.zhiltsova@physics.msu.ru; spatsaeva@mail.ru*

***Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского, МГУ, Москва, da_voronov@mail.ru*

****Беломорская биологическая станция имени Н.А. Перцова Биологического факультета МГУ, Москва, e_d_krasnova@mail.ru; glosyuk@yandex.ru*

THE INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF GREEN SULFUR BACTERIA IN MEROMICTIC LAKES

A.A. Zhiltsova*, D.A. Voronov**, E.D. Krasnova***, S.V. Patsaeva*

**Department of Physics, Moscow State University, Moscow*

***Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State University, Moscow*

****Department of Biology, Moscow State University, Moscow*

Аннотация. В области хемоклина стратифицированных водоемов Белого моря обитают два типа зеленых серных бактерий (аноксигенных фототрофных микроорганизмов), отличающиеся пигментами светособирающего комплекса (хлоросом) – зеленоокрашенные и коричневоокрашенные. В работе показано различие в изменении флуоресцентных характеристик хлоросомных бактериохлорофиллов двух типов бактерий под воздействием внешних факторов: кислорода, температуры и наличия соединений-восстановителей. Полученные результаты полезны не только для объяснения изменений структуры водоема под воздействием внешних факторов, но и могут быть в дальнейшем применены в области искусственного фотосинтеза и медицины.

Ключевые слова: аноксигенные фототрофные бактерии, зеленые серобактерии, флуоресценция, поглощение, бактериохлорофилл, меромиктические водоемы, Белое море.

Введение

В настоящее время благодаря методам оптической спектроскопии стало возможным изучение молекулярных процессов в биологических системах. Системы энергообеспечения клеток живых организмов быстрее всего реагируют на изменение состояния окружающей среды [1], а значит, по характерным спектрам поглощения и люминесценции ключевых пигментов энергосистемы клетки можно определять изменения и реакции, происходящие в ней в зависимости от физико-химических условий и внешних факторов.

Оптические характеристики хлорофилла хорошо известны и широко используются в мониторинге физиологического состояния растений [2], биодиагностике [3] или для картирования фитопланктона в дистанционном зондировании [4, 5, 6], однако спектральные свойства бактериохлорофиллов, особенно так называемых «хлоросомных» бактериохлорофиллов (Бхл *c*, *d*, *e*) – фотосинтетических пигментов светособирающего комплекса зеленых серных бактерий пока мало изучены, несмотря на то, что в некоторых вопросах фотобиологии и наномедицины имеют особую важность. Целью данной работы было изучение оптических свойств так называемых хлоросомных бактериохлорофиллов (Бхл *d*, *e*), главным образом их флуоресцентных характеристик и факторов, приводящих к изменению формы полос и тушению флуоресценции.

Объекты и методы

В работе исследованы образцы накопительных культур микроорганизмов (зеленоокрашенных и коричневоокрашенных ЗСБ), выделенных из природной воды меромиктических озер в лаборатории Института микробиологии имени С.Н. Виноградского старшим научным сотрудником О.Н. Луниной.

В лабораторных условиях измерены спектры оптической плотности проб при помощи спектрофотометра Solar PB2201 в спектральном диапазоне от 200 до 1100 нм. Спектры испускания флуоресценции регистрировали на флуориметре Solar CM2203 с термостатируемым кюветным отделением в диапазоне длин волн от 220 до 870 нм при возбуждении светом с длиной волны 440 нм. В экспериментах использовали кварцевую кювету с длиной оптического пути 10 мм с герметичной тефлоновой крышкой. После измерения спектров флуоресценции проводили коррекцию спектральных кривых на поглощение по формуле $I_{\text{corr}} = I \cdot 10^{0,5 \cdot (D_{\text{ex}} + D_{\text{em}})}$, где I_{corr} – скорректированное значение интенсивности флуоресценции, I – приборное значение интенсивности флуоресценции, D_{ex} и D_{em} –

значения оптической плотности образца на длине волны возбуждения и испускания соответственно.

Обсуждение результатов

Спектр испускания флуоресценции суспензии клеток ЗСБ в воде имеет три ярко выраженные полосы, одна из которых имеет максимум в диапазоне от 730 до 770 нм (соответствующий флуоресценции хлоросомных Бхл *d/e* в высокоагрегированном состоянии), другая, с максимумом в районе 813 нм, отвечает за флуоресценцию Бхл *a*, и третья, обусловленная свечением Бхл *d/e* в мономерной форме, имеет максимум около 670-675 нм.

В работе исследовались Бхл *d* и Бхл *e* -содержащие культуры: зеленоокрашенные (зел.) и коричневоокрашенные (кор.) ЗСБ соответственно, культивированные из отделяющегося водоема озера Большие Хрусломены (зел. БХр) и озера Трехцветного (кор. ТЦ). Для данных образцов в присутствии кислорода зарегистрированы зависимости интенсивности флуоресценции от времени в трех главных максимумах испускания (полоса Бхл *d/e*, полоса Бхл *a* и полоса в районе 670 нм, обусловленная свечением Бхл *d/e* в мономерной форме). Доступ кислорода к изучаемым растворам Бхл происходил посредством открывания крышки кюветы в начале измерений. Спектры флуоресценции регистрировались при температуре 15°C. Оптическая плотность исследуемых образцов в длинноволновом максимуме поглощения Бхл *d/e* была одинаковой и равна 0,13.

В ходе экспериментов получены следующие результаты. За тридцать минут кислородного воздействия на зеленоокрашенные ЗСБ флуоресценция Бхл *d* и Бхл *a* уменьшилась на величину ~80%, изменение флуоресценции на длине волны 670 нм было порядка ~10%. За один час кислородного воздействия на коричневоокрашенные ЗСБ флуоресценция Бхл *e* уменьшилась на величину ~50%, а Бхл *a* – на ~70%, изменение флуоресценции на длине волны 670 нм было порядка ~10% (рис. 1). Так как изменение интенсивности флуоресценции происходило в одинаковых условиях, а оптическая плотность двух изучаемых образцов была одинаковой, то можно сделать вывод о большей устойчивости к воздействию кислорода фотосинтетического аппарата коричневоокрашенных ЗСБ по сравнению с фотосинтетическим аппаратом зеленоокрашенных ЗСБ.

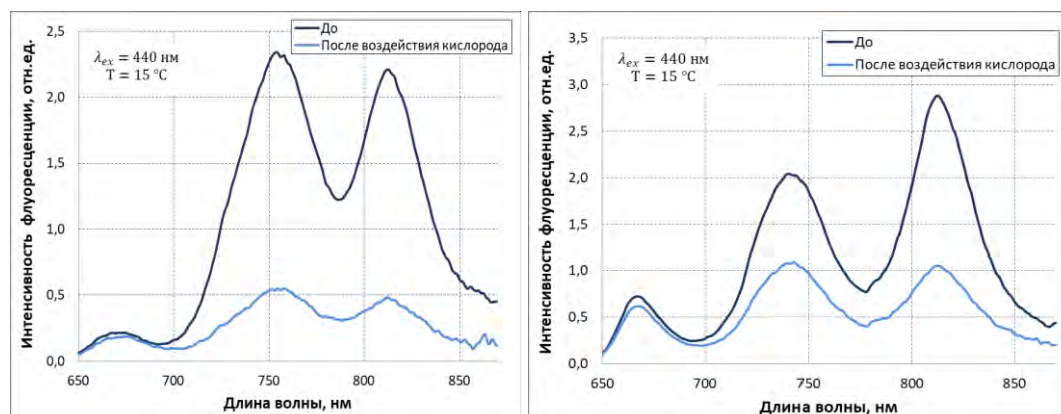


Рис. 1. Спектры испускания флуоресценции при длине волны возбуждающего света 440 нм образца зел. ЗСБ до и после получасового воздействия кислорода (слева) и кор. ЗСБ до и после часового воздействия кислорода (справа).

Временной ход флуоресценции за счет частичного тушения флуоресценции атмосферным кислородом, вследствие ее контакта с воздухом, был описан экспоненциальной функцией с параметром постоянной времени вида $y=y_0+Ae^{-x/t}$ (рис. 2).

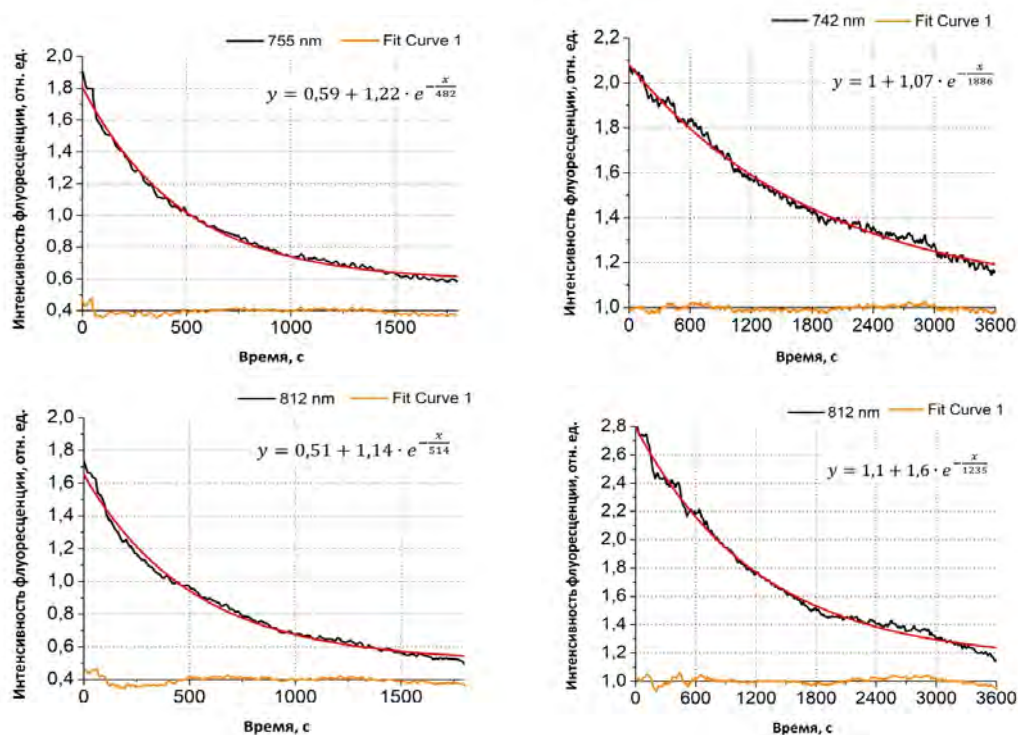


Рис. 2. Аппроксимация временного хода флуоресценции за счет ее частичного тушения кислородом для зел. ЗСБ (слева) и кор. ЗСБ (справа).

В процессе аппроксимации была определена величина времени τ , за которое начальная интенсивность флуоресценции уменьшается в 2 раза. Для зеленоокрашенных ЗСБ: $\tau_{755}^{\text{зел}} = 10,9 \pm 1,1$ мин, $\tau_{812}^{\text{зел}} = 11,0 \pm 1,2$ мин. Для коричневоокрашенных ЗСБ: $\tau_{742}^{\text{кор}} = 68 \pm 3$ мин, $\tau_{812}^{\text{кор}} = 38,2 \pm 2,5$ мин.

В образец кор. ЗСБ (кор. ТЦ) после часового кислородного воздействия были добавлены растворы сульфида натрия Na_2S и гидрокарбоната натрия NaHCO_3 в соотношениях 0,5 мл 10 % раствора на 100 мл культуральной среды и 1,5 мл 10 % раствора на 100 мл среды соответственно. Изменения в интенсивности флуоресценции наблюдались уже через 6 минут после добавления вышеупомянутых веществ, через 20 минут флуоресценция хлоросомных Бхл восстановилась практически до первоначального уровня. Следующий спектр испускания флуоресценции того же образца был зарегистрирован через 17 часов, при этом кювета, в которой находился образец, все это время оставалась открытой. Несмотря на воздействие кислорода тушения флуоресценции в присутствии Na_2S и NaHCO_3 не происходило, интенсивность флуоресценции Бхл *a* почти в два раза превысила интенсивность Бхл *e* (рис. 3).

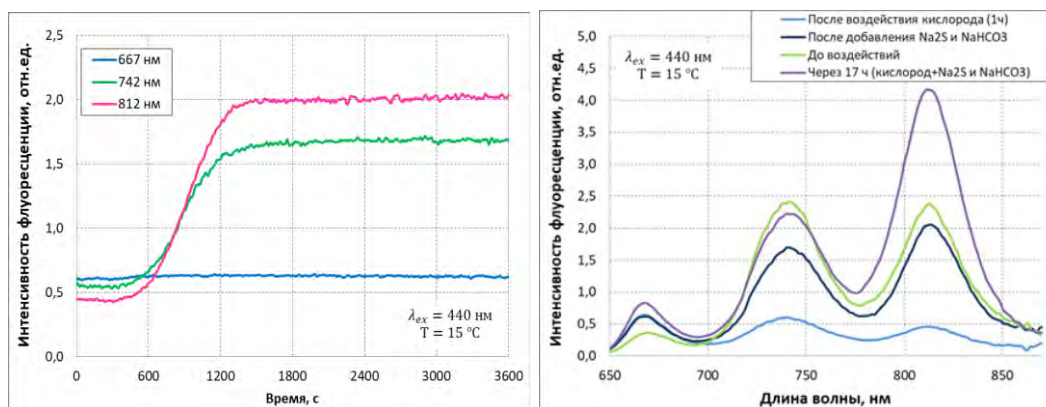


Рис. 3. Временной ход флуоресценции в главных максимумах на длинах волн 667 нм, 745 нм и 812 нм (слева) и спектры испускания флуоресценции образца кор. ЗСБ до и после добавления растворов Na_2S и NaHCO_3 (справа).

Для изучения температурной зависимости флуоресценции была взята культура, содержащая Бхл *d* (зел БХр). В ходе исследования были измерены спектры испускания флуоресценции при возбуждении светом длиной волны 440 нм в диапазоне температур от 10 до 60 °C. Обнаружен сдвиг максимума флуоресценции Бхл *d* в коротковолновую область и значительное уширение (почти в 2 раза) полосы испускания Бхл *d* при температуре выше 42 °C (рис. 4).

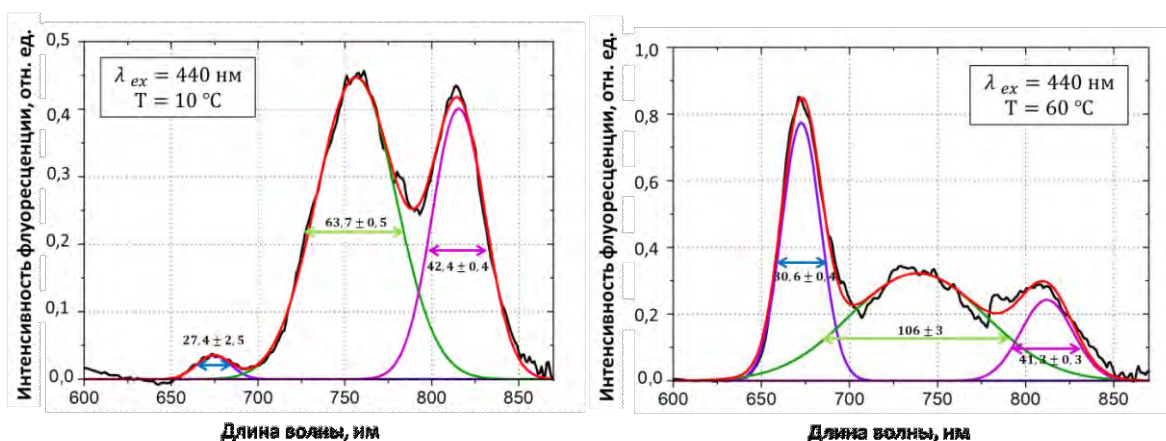


Рис. 4. Аппроксимация спектров испускания флуоресценции зел. ЗСБ кривыми гауссова распределения при $T=10\text{ }^\circ\text{C}$ (слева) и $T=60\text{ }^\circ\text{C}$ (справа).

Уширение полос флуоресценции и сдвиг максимума флуоресценции может быть следствием разрушения агрегатов Бхл. При температуре более 40 °C защитная система фотосинтетического аппарата ЗСБ не может справиться с поступающей в виде тепла энергией и происходит разрушение фотосинтетических единиц.

Выводы

В работе продемонстрированы различия в изменении спектральных свойств хлоросомных бактериохлорофиллов зеленых серных бактерий двух типов пигментации под воздействием внешних факторов, даны количественные и качественные оценки данных изменений. Полученные результаты свидетель-

ствуют о различной приспособленности коричневоокрашенных и зеленоокрашенных серных бактерий к воздействию кислорода и высокой температуры. Проведенные оптические исследования бактериохлорофиллов в дальнейшем смогут помочь описать процессы саморегуляции аноксигенных микробных сообществ уникальных объектов природы – меромиктических водоемов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук, младшему научному сотруднику Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Луниной Ольге Николаевне за предоставленные для спектральных измерений образцы чистых и накопительных культур зеленых серных бактерий.

Работа поддержана грантом РФФИ №19-05-00377 и фондом развития теоретической физики и математики «БАЗИС».

Литература

- [1] *Карнаухов В.Н.* Спектральный анализ в клеточном мониторинге состояния окружающей среды. М.: Наука, 2001. 186 с.
- [2] *Mishanin V.I., Trubitsin B.V., Patsaeva S.V., Ptushenko V.V., Solovchenko A.E., Tikhonov A.N.* Acclimation of shade-tolerant and light-resistant tradescantia species to growth light: chlorophyll a fluorescence, electron transport, and xanthophyll content // *Photosynthesis Research*. 2017. Vol. 133. Iss. 1–3. DOI: 10.1007/s11120-017-0339-1. P. 87-102.
- [3] *Terekhova V.A., Gladkova M.M.* Engineered nanomaterials in soil: Problems in assessing their effect on living organisms // *Eurasian Soil Science*. 2013. Vol. 46. № 12. P. 1203-1210.
- [4] *Pelevin V., Zlinszky A., Khimchenko E., Toth V.* Ground truth data on chlorophyll-a, chromophoric dissolved organic matter and suspended sediment concentrations in the upper water layer as obtained by LIF lidar at high spatial resolution // *International Journal of Remote Sensing*. 2017. Vol. 38. Iss. 7. P. 1967-1982.
- [5] *Суторихин И.А., Букатый В.И., Акулова О.Б.* Сезонные изменения спектральной прозрачности и концентрации хлорофилла *a* в разнотипных озерах // *Оптика атмосферы и океана*. 2014. Т. 27. № 09. С. 801-806.
- [6] *Соловьев А.Н.* Вертикальное распределение флуоресценции фотосинтетических пигментов в Калининградском заливе Балтийского моря // *Океанология*. 2010. Т. 50. № 6. С. 958-963.

S u m m a r y. In the area of the chemocline of the stratified reservoirs of the White sea, there are two types of green sulfur bacteria that differ in pigments - green-colored and brown-colored green sulfur bacteria. The work demonstrated the differences in the fluorescent characteristics of chlorosomal bacteriochlorophylls of two types of bacteria under the influence of external factors: oxygen, temperature and the presence of reducing compounds. The obtained results are useful not only for explaining changes in the structure of the reservoir under the influence of external factors, but can also be further applied in the field of artificial photosynthesis and medicine.

Keywords: anoxygenic phototrophic bacteria, green sulfur bacteria, fluorescence, absorption, bacteriochlorophyll, meromictic reservoirs, White Sea.

ФИТОПЛАНКТОН ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОЕ, ЧАСТИЧНО ИЗОЛИРОВАННОГО ОТ БЕЛОГО МОРЯ, В МАЕ 2019 Г.

Д.А. Иванова*, И.Г. Радченко*, Д.А. Воронов**, Е.Д. Краснова*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, da.ivanova99@yandex.ru

**МГУ им. М.В. Ломоносова и ИППИ РАН, г. Москва, da_voronov@mail.ru

PHYTOPLANKTON OF THE KISLO-SLADKOE LAKE PARTIALLY SEPARATED FROM THE WHITE SEA IN MAY 2019

D.A. Ivanova*, I.G. Radchenko*, D.A. Voronov**, E.D. Krasnova*

*Moscow State University of M.V. Lomonosov, Moscow

**Moscow State University of M.V. Lomonosov and Institute for Information Transmission
Problems of RAS, Moscow

Аннотация. Исследована структура фитопланктона в солёном озере Кисло-Сладкое (Карельский берег Белого моря), частично отделившемся от Белого моря, в мае 2019 г. после промывки водоёма морской водой поздней осенью 2018 г. Исследование выполнено после схода ледового покрова. Отмечено начало стратификации водного столба за счёт опреснения поверхностного слоя. Суммарная биомасса фитопланктона варьировала с глубиной от 0,46 до 2,29 г С/м³. Доминировала по биомассе диатомовая водоросль *Chaetoceros invisibilis*, составляя 83-99% от суммарной биомассы фитопланктона.

Ключевые слова: фитопланктон, отделяющиеся от моря солёные озера, стратификация, *Chaetoceros invisibilis*.

Введение

Кисло-Сладкое озеро является одним из меромиктических водоёмов, обнаруженных в окрестностях Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова (66°32'54"N, 33°08'05"E). Раньше оно было морским заливом, имеющим более глубокую центральную часть и отмели по краям, поэтому по мере постгляциального поднятия суши залив стал отделяться от Белого моря. Сейчас это частично изолированный водный объект, то есть заплески беломорской воды происходят только в сизигию [3]. Опреснение поверхностного слоя происходит за счёт таяния льда, солёность которого меньше, чем солёность морской воды, и талых вод с водосбора, некоторый вклад вносит ручей, впадающий в Кисло-Сладкое озеро. Разница в солёности и, следовательно, в плотности воды по вертикали делает невозможным перемешивание водной толщи в летний сезон. Поздней осенью или в начале зимы иногда случается заброс большого количества холодной морской воды, что приводит к промывке водоёма. За последние 10 лет в озере наблюдалась двухгодичная квазицикличность с сохранением стратификации на протяжении двух лет и промывкой раз в два года. Изоляция и специфические гидрологические условия приводят к развитию биоты, отличной от беломорской. Исследования сукцессии фитопланктона в частично изолированных от Белого моря озёрах ранее не проводились. Настоящая работа является продолжением исследования динамики фитопланктона после последней промывки зимой 2018/19 гг. и представляет результаты по структуре фитопланктона после схода ледового покрова 25 мая 2019 г.

Материалы и методы

Для исследования фитопланктона отбирали пробы воды объёмом около 2 л с горизонтов 0,5, 1,5, 2,5, 3,5, 4,0 и 4,3 м (придонный) с помощью погружного насоса Whale Premium Submersible Pump GP1352 (США) и фиксировали формалином с конечной концентрацией 2%. Одновременно на разной глубине измеряли температуру и солёность (кондуктометром YSI Pro), содержание растворённого в воде кислорода (оксиметром YSI Pro ODO) и освещённость (бытовым люксметром AR813A, модифицированным для погружения под воду).

Пробы концентрировали методом обратной фильтрации (диаметр пор 2 мкм). Все пробы просчитывали под микроскопом МИКМЕД-1 (ЛОМО, Россия) при увеличении $\times 300$ и с водной иммерсией при увеличении $\times 600$ в камере Нажотта (объём 0,05 мл). Просчитывали по 3 камеры для каждой пробы. Водоросли по возможности определяли до рода или вида. Для верификации видовой принадлежности диатомовые водоросли просматривали под электронным микроскопом (CAM-Scan). Расчёт биомассы в единицах углерода проводили по объёмам клеток, используя зависимости [7].

Результаты

Вертикальные профили физико-химических параметров.

Температура воды с глубиной снижалась равномерно от $10,8^{\circ}$ до $2,6^{\circ}\text{C}$ (рис. 1). Верхний метровый слой озера был опреснён до 8,4 -17,3‰, а, начиная с глубины 1,5 м до 4,3 м вблизи дна, солёность составляла 29,5-29,6‰ и превышала значение солёности в море примерно на 3,6‰. Содержание растворённого кислорода варьировало от 11,1 до 26,0 мг/л с максимальными значениями на глубинах 1,5-3,0 м, где насыщение кислородом составляло от 181% до 223%. Освещённость с глубиной уменьшалась от 16000 лкс у поверхности до 150 лкс в придонном горизонте 4,3 м.

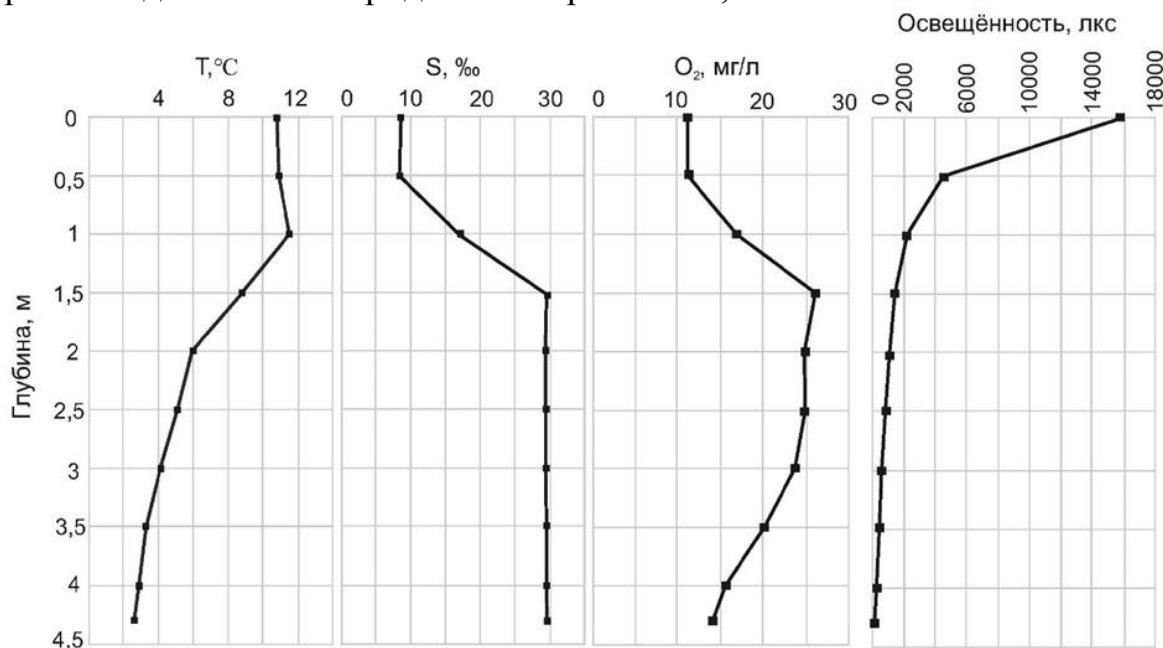


Рис. 1. Физико-химические параметры на разной глубине оз. Кисло-Сладкое 25 мая 2019 г.

Качественный и количественный состав фитопланктона. В ходе исследования 18 таксонов водорослей были определены до рода и вида и принадлежали следующим таксономическим группам: Bacillariophyta (8), Dinophyta (4), Cyanobacteria (5) и Ebridae (1). Из них только цианобактерии были представлены пресноводными формами, остальные – морскими. Часть коккоидных и жгутиковых водорослей была не идентифицирована, но просчитана, однако её вклад в суммарное обилие был незначительным.

Суммарная биомасса фитопланктона варьировала от 463-706 мг С/м³ на горизонтах 0,5-1,5 м до 1,75-2,29 г С/м³ на 2,5-4,3 м (рис. 2). Максимум биомассы наблюдался на горизонте 2,5 м. Доминировала на всех горизонтах морская планктонная одиночная диатомовая водоросль *Chaetoceros invisibilis*, составляя 83-99% от суммарной биомассы водорослей.

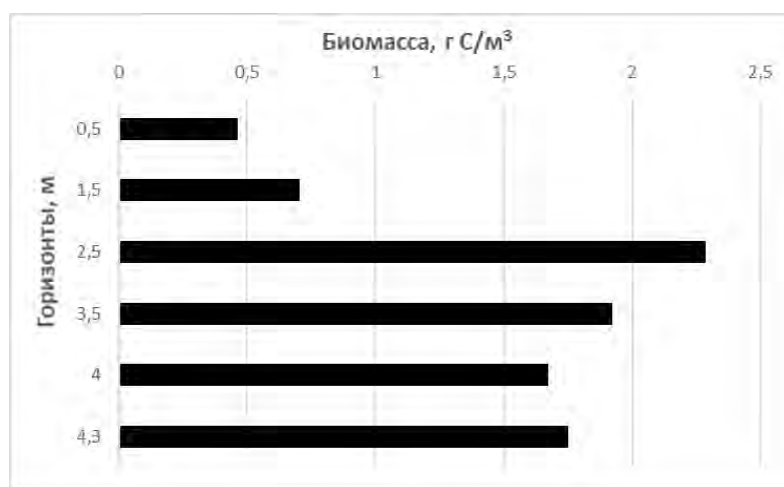


Рис. 2. Суммарная биомасса фитопланктона на разных горизонтах оз. Кисло-Сладкое 25 мая 2019 г.

Обсуждение

В мае 2019 г. в озере Кисло-Сладкое установилась стратификация водного столба, вызванная опреснением поверхностного слоя. Поступление пресной воды в озеро происходило за счёт таяния льда, талых вод и впадающего ручья. При этом фитопланктон был представлен большей частью морскими формами. Основу суммарной биомассы фитопланктона во всей толще воды составляла морская водоросль *C. invisibilis*, достигавшая высокого обилия даже в опреснённом слое. Высокое обилие водоросли способствовало обогащению водной толщи кислородом. Исследований по весеннему фитопланктону Белого моря немного. Полученные нами значения суммарной биомассы фитопланктона соответствуют весеннему цветению [2]. Вид *C. invisibilis* описан недавно [5] и был обнаружен только в Белом и Карском морях [4, 6]. В Белом море встречался в губе Чупа Кандалакшского залива в апреле-мае при температуре воды 3-5 (9)°С и ниже и солёности 25-27 (32)‰ [1]. Высокая биомасса данного вида в озере Кисло-Сладкое в мае 2019 г. является результатом отсутствия лимитирования ресурсами: освещённостью и, вероятно, биогенными элементами. Максимум биомассы *C. invisibilis* приходился на более глубокие слои (начиная с 2,5 м), где солёность воды составляла 29,5-

29,6‰, а температура – 2,6-4,5°C. Эти физико-химические параметры воды, по-видимому, были оптимальными для данного вида, следовательно, границы солёности и температуры, при которых может расти *C. invisibilis* шире описанных ранее. Есть вероятность, что *C. invisibilis* более широко распространён в Белом море, однако из-за мелких размеров не замечается исследователями при просмотре в световом микроскопе. При работе со световым микроскопом для обнаружения *C. invisibilis* лучше пользоваться объективом с водной иммерсией при увеличении х600, а для адекватного подсчёта вода в счётной камере должна отстояться, поскольку водоросль оседает очень медленно.

Вывод

Таким образом, в Кисло-Сладком озере после схода ледового покрова в мае 2019 г. установилась стратификация водного столба с опреснённым верхним слоем. Однако фитопланктон в озере был представлен в основном морскими формами со значительным преобладанием редко встречаемой в Белом море водоросли *C. invisibilis*, что соответствует началу изоляционной стадии сукцессии в озере.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-05-00377).

Литература

- [1] Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные. Т II, вып. 4 / ред. Н.И. Стрельникова. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. – 180 с.
- [2] *Кокин К.А., Кольцова Т.И., Хлебович Т.В.* Состав и динамика фитопланктона Карельского побережья Белого моря // Ботанический журн. – 1970. – Т. 55, № 4. – С. 499-509.
- [3] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Л., Шапоренко С.И.* К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов (Труды Беломорской биостанции МГУ т. 12). – М.: Изд. КМК, 2016. – С. 211-241.
- [4] *Ратькова Т.Н., Сажин А.Ф., Кособокова К.Н.* Одноклеточное население беломорской пелагиали подо льдом в ранневесенний период // Океанология. – 2004. – Т. 44, № 2. – С. 259-266.
- [5] *Gogorev R.M.* A new Chaetoceros species (Bacillariophyta) from Plankton of the Russian Arctic seas and its comparison with species of the section *Simplicia* // Бот. журн. – 2003. – Т. 88, № 4. – С. 82-100.
- [6] *Gogorev R.M., Samsonov N.I.* The genus Chaetoceros (Bacillariophyta) in Arctic and Antarctic // Novosti Sist Nizsh Rast. – 2016. – Vol. 50. – P. 56-111.

[7] *Menden-Deuer S., Lessard E.J.* Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton // *Limnol. Oceanogr.* – 2000. – Vol. 45, № 3. – P. 569-579.

S u m m a r y. The structure of phytoplankton was investigated in a salt lake Kislo-Sladkoe (Karelian coast of the White Sea) partially separated from the White Sea, in May 2019 after flushing by sea water late autumn 2018. The study fixes the moment soon after ice melting. The stratification of water column started caused by the salinity reduction near the lake surface. Total phytoplankton biomass varied in the water column from 0.46 by 2.29 g C/m³. Diatom alga *Chaetoceros invisibilis* dominated, it contributed 83-99% to phytoplankton biomass.

КОМПЛЕКСНАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЁР – БОЛЬШОЕ МЕДВЕЖЬЕ И ТАЙМЫР

Э.Е. Кожевина, А.С. Жаков

*Институт естественных наук Сыктывкарского государственного университета имени
П.А. Сорокина, г. Сыктывкар, emilko1997@gmail.com, zhakov11@mail.ru*

COMPREHENSIVE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF LAKES – THE GREAT BEAR AND TAYMYR

E.E. Kozhevina, A.S. Zhakov

Institute of natural sciences. Syktyvkar State University of P.A. Sorokin, Syktyvkar

Аннотация: В статье даётся сравнительная физико-географическая характеристика двух озёр. Материал работы будет полезен учителям географии и студентам географических специальностей педагогических вузов.

Ключевые слова: озеро, озёрвидные водоёмы, озёрная котловина, гидрологический режим, особая среда обитания организмов.

Введение

Для человека, как и для другого любого биологического вида, природа является средой жизни и источником существования. Человек нуждается во всём: в определённом составе и давлении атмосферного воздуха, растениях и животных, чистой природной воде с растворёнными в ней солями, оптимальной температуре. Лучшая для человека окружающая среда – это такое естественное состояние природы, поддерживаемое нормально протекающими процессами круговорота веществ и потоков энергии.

Озёра являются уникальными природными объектами. Они отличаются свободным термическим режимом, замедленным водообменом, значительными изменениями уровня воды, химическим составом. Для них характерен свой микроклимат, оказывающий заметное влияние на приозёрные ландшафты.

Озёра играют большую роль как в природе, так и в жизни человека. Они оказывают согревающее воздействие на окружающую среду. Также озёра влияют и на рельеф, потому как они проводят эрозионную и аккумулятивную работу. А главное богатство озёр – пресная вода, так необходимая и полезная для человека.

Озером называется составляющая гидросферы, которая представляет собой естественно образовавшийся водоём, заполненный водой в пределах озёрной чаши (озёрного ложа). Изучением озёр занимается наука лимнология. В мире

насчитывается примерно 5 млн. озёр [1].

Озёра и водохранилища часто объединяют под общим названием – озёровидные водоёмы.

В образовании развитии озёр руководящая роль принадлежит интегрирующим географическим факторам, таким как рельеф, климат и сток. В любом озёровидном водоёме совершаются физические, химические и биологические процессы, у которых совокупные действия определяют его режим. Интенсивность и направленность данных процессов зависит от воздействия географических условий, в которых существует озеро. Вода озера расположена в его котловине. Уровень наполнения котловины водой зависит от водного баланса озера. Котловины озёр возникают под воздействием всевозможных факторов, которые формируют рельеф земной коры. Водные массы могут быть океанического или континентального происхождения. В первом случае возникают остаточные (реликтовые) озёра [2].

Для озёр характерен замедленный водообмен, вследствие чего водная масса, находящаяся в котловине долгое время, испытывает немаловажные изменения и приобретает особенности, существенно отличающие её от вод стока и атмосферных осадков.

При долгом нахождении в котловине воды в озере накапливаются органические и минеральные вещества, которые поступают в воду, происходят химические реакции, развиваются, отмирают водные организмы. Вследствие этого совершается круговорот веществ в водоёме, который заключается в химическом и биологическом обмене между водной массой и грунтом дна, преобразование некоторой части минеральных элементов в органические, накопление последних, и частичное восстановление их в минеральные. Круговоротом веществ определяются биологические, а также гидрохимические особенности озёр. В связи с этим роль биофакторов в режиме озёровидных водоёмов несравненно больше, чем в режиме рек и морей [3].

Географическое значение озёр:

- в регулировании стока;
- в воздействии на грунтовые воды;
- во влиянии на климат (особенно на микроклимат) прилегающей территории;
- в изменении минерализации и солевого состава поступающих вод;
- в формировании рельефа;
- в образовании новых горных пород из накопленных в озере отложений;
- в создании специфических условий для жизнедеятельности организмов.

Размеры, форма и рельеф дна котловин озёр значительно меняются при накоплении донных отложений. Заращение озёр формирует новые формы рельефа, равнинные или даже выпуклые. Озёра нередко создают подпор грунтовых вод, который вызывает заболачивание близкорасположенных участков суши. В результате непрерывного накопления органических и минеральных частиц в озёрах образуются мощные толщи донных отложений. Эти отложения видоизменяются при дальнейшем развитии водоёмов и превращении их в болота

или сушу. При определённых условиях они преобразуются в горные породы органического происхождения – биолиты. Озеро является совершенно особой средой обитания организмов, одни из которых проводят свою жизнь в воде, другие по мере развития переходят на сушу [1].

Объекты и методы

Объектами изучения являются озёра – Большое Медвежье и Таймыр.

Использованы следующие методы исследования: сравнительный, аналитический, математический, метод описания, метод обобщения.

Сравнительный метод является основным методом в географических исследованиях.

Обсуждение результатов и выводы

Сравнение озёр Большое Медвежье и Таймыр.

▪ Сходства этих озёр:

1. располагаются в северном полушарии;
2. находятся в условиях сурового климата;
3. оба озера – крупные;
4. являются пресноводными и сточными;
5. оба озера имеют отток к морю по одной реке;
6. питание озёр происходит за счёт осадков и таяния льда;
7. имеют богатую флору и фауну.

▪ Различия этих озёр:

1. находятся на разных континентах (Северная Америка и Евразия);
2. глубина озера Большое Медвежье – 446 метров, что примерно в 17 раз больше, чем у озера Таймыр, глубина которого небольшая – 26 метров;
3. береговая линия Большого Медвежьего озера – 2719 км, что приблизительно в 2 раза меньше, чем у озера Таймыр, у которого она – 4560 км;
4. происхождение Большого Медвежьего озера – ледниково-тектоническое, а озера Таймыр – за счёт расширения участка реки Верхняя Таймыра.

Выводы по итогам проведения комплексной характеристики озёр Большое Медвежье и Таймыр: находятся на разных материках; располагаются в разных климатических поясах; отличаются по происхождению озёрных котловин; площадь и глубина озера Большого Медвежьего во много раз больше, чем у озера Таймыр; имеют величественные пейзажи природы; являются достопримечательностями, всё больше и больше туристов посещают эти озёра.

Литература

- [1] *Адаменко В.Н.* Климат и озёра. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 264 с.
- [2] Общие закономерности возникновения и развития озёр. Методы изучения истории озёр. (Серия: История озёр СССР). Л.: Наука, 1986. – 254 с.
- [3] Озеро: определение, сущность, классификация [Электронный ресурс] //URL: <https://infopedia.su/9x3bba.html> (дата обращения: 25.02.2020).

S u m m a r y. In article comparative physical geographical characteristic of two lakes is given. Material of work will be useful to teachers of geography and students of geographical specialties of pedagogical higher education institutions.

ПАЛЕОГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕДИМЕНТАЦИИ РЫХЛЫХ ТОЛЩ АКВАЛЬНОГО ГЕНЕЗИСА

В.Л. Коломиец

*Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, kolom@ginst.ru
Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова*

PALEOHYDROLOGICAL RECONSTRUCTIONS OF SEDIMENTATION OF LOOSE STRATA OF AQUATIC GENESIS

V.L. Kolomiets

*Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude
Dorzhi Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude*

Аннотация. Главной заслугой палеогидрологического (палеопотамологического) метода изучения осадочных толщ аквального генезиса является возможность оперировать числовыми показателями процесса седиментации. Это означает переход от описательно-субъективного уровня изучения аллювиальных отложений в плоскость количественных оценок. В данном случае появляется возможность: а) дать исчерпывающую характеристику условий осадконакопления; б) дополнить динамическими параметрами архивные сведения и уточнить уже имеющиеся выводы; в) получить надежный инструмент при расчленении однородных песчаных толщ; г) сравнивать обстановки седиментации из разных регионов и отдельных участков в пределах одного региона; д) использовать в конечном счете данную методику при широких фациальных и палеогеографических реконструкциях.

Ключевые слова: аллювий, гранулометрия, закон Эри, руслоформирующая фракция, параметры палеопотоков, палеогидрологические (палеопотамологические) реконструкции.

Введение

В процессе проведения геологических съемок разного масштаба, поисковых работ и аэрофотогеологического картирования впадин Байкальской рифтовой зоны производственными и научными организациями получен большой объем данных по гранулометрии плейстоценовых отложений. Популярность гранулометрического метода неоспорима – простота применения в полевых условиях, быстрое получение характеристик, позволяющих наполнить числовыми значениями описания, на первый взгляд, литологически-однородных разрезов и осуществить первичную оценку площадей, пригодных в качестве нерудного сырья. К сожалению, дальнейшего глубокого осмысления гранулометрических показателей проведено не было, богатейший фактический материал, оказался, по существу, не интерпретированным.

Объекты и методы

Между тем, гранулометрический анализ включает в себе важную информацию. Потенциал его уже давно оценен при проведении литологических, седиментологических, стратиграфических, фациальных, региональных исследований в России и за рубежом. При изучении осадочного чехла межгорных впадин Байкальского рифта нами самое пристальное внимание также уделялось

результатам гранулометрического анализа, как одному из методов фациальных и палеогеографических реконструкций [2].

Обсуждение результатов

Палеогидрологический (палеопотамологический) анализ

Для осадков флювиального генезиса в первом приближении можно реконструировать параметры речного потока, транспортировавшего и отлагавшего осадочный материал, используя при этом установленные связи и закономерности между различными гидродинамическими характеристиками. Такие исследования в отечественной практике впервые были проведены А.И. Животовской [1].

Отправной точкой в палеопотамологических реконструкциях выступает гранулометрический состав наносов. По общеизвестному закону Эри:

$$p = d^3 = Av^6 \quad (1)$$

скорость потока (v) и крупность осадка – вес (p) или диаметр зерна (d), находятся в жесткой связи. Это означает, что скорость движения потока определяет его основную транспортирующую силу и пропорциональна размеру частиц: она должна быть тем больше, чем частицы крупнее. В гидродинамике такая скорость называется скоростью сдвига или срывающей скоростью (v_{cp}). Математическое обоснование этой величины было получено в следующем виде (формула М.А. Великанова – Н.М. Бочкова):

$$v_{cp} = 3.14(15d+0.006)^{0.5}, \quad (2)$$

где d – диаметр частиц наносов в м, цифры – эмпирические коэффициенты [3].

При сложном распределении гранулометрического состава отложений, какое всегда характерно для аллювия, за диаметр его частиц следует принимать средневзвешенный размер x^* , вычисляемый по методу статистических моментов:

$$d_{pф} = x^* = 0.01 \sum fx. \quad (3)$$

Эта размерность должна количественно преобладать в осадке и формировать основную фракцию речных наносов, получившую название руслоформирующей ($d_{pф}$).

Между необходимым минимумом срывающих скоростей и скоростью, которая приведет к осаждению $d_{pф}$, находится определенный промежуток, где частица осадка как раз испытывает перемещение во взвешенном либо влекомом состоянии. Для прекращения движения и последующей аккумуляции скорость потока должна уменьшиться до величины в $0.64v_{cp}$ (формула Г.И. Шамова). Такая скорость потока называется нижней предельной или скоростью отложения ($v_{отл}$). Следовательно

$$v_{отл} = 0.64v_{cp}. \quad (4)$$

Глубину потока можно вычислить двумя способами, используя значения v_{cp} и $v_{отл}$. Существуют следующие зависимости:

1) формула В.Н. Гончарова: $H' = (v_{cp}/(6.8 \{1.75[d_{pф}+0.0014]^{0.5}\}))(d_{max}/d_{pф})^{0.2})^5$; (5)

2) формула Г.И. Шамова: $H = (v_{отл}/3.7d_{pф}^{1/3})^6$. (6)

Нами, при обработке данных были использованы обе формулы. Вычисленные значения H' и H существенно различаются. Величина H' , за редким исключением, значительно отличается от H в большую сторону. Такой факт имеет, на наш взгляд, свое объяснение.

Расчетная глубина H по формуле Шамова ближе подходит к средним показателям, так как исходит только от $d_{рф}$ (входящий в формулу показатель скорости отложения, в свою очередь, также зависит от диаметра руслоформирующей фракции). В формуле Гончарова, помимо параметра $d_{рф}$, отражающего усредненные энергетические уровни живой силы потока, введено значение d_{max} , которое соответствует размеру, приходящемуся на 1% (квантиль C). Таким образом, уравнение (5) будет учитывать максимально возможные транспортирующие мощности водной среды, что соразмерно отражается через ее пропускную способность – глубину и, скорее всего, величина H' несет информацию о каких-то предельно допустимых значениях глубины в русле, например, паводковом или близком к нему режиме, когда и происходит перенос самых крупных обломков.

Одним из способов проверки правильности начальной стадии проводимых исследований является, по нашему мнению, определение предельного диаметра подвижной части наносов ($d_{пред}$), при заданных глубинах и срывающихся скоростях по формуле А.В. Караушева:

$$d_{пред} = 0.012v_{cp}^3/H^{0.5}. \quad (7)$$

Значения $d_{пред}$ должны неизменно превышать $d_{рф}$ и быть ниже d_{max} ($d_{рф} < d_{пред} < d_{max}$), так как за счет пульсационного изменения скоростей в толще потока происходит перемещение частиц, не только близких к $d_{рф}$, но и более крупных. Вместе с тем, энергии средних скоростей будет явно недостаточно, чтобы сдвигать частицы с размерами, близкими к d_{max} .

Пульсационные срывающие скорости, определяющие взвешивание и транспорт наносов, не равнозначны скорости потока на вертикали его глубины (v), всегда несколько большей, ввиду отсутствия необходимости преодоления шероховатости руслового ложа. Для определения величины v через известные уже $d_{рф}$, v_{cp} , H имеется формула В.Н. Гончарова:

$$v = 2.5v_{cp}(d_{рф}/H)^{1/12}. \quad (8)$$

Для контроля, в свою очередь, правильности расчетов средней скорости потока А.И. Животовской [1] предлагается использовать известный из гидравлики «универсальный критерий» А.Н. Ляпина, представляющий собой отношение скорости потока v к его волновой скорости $(gH)^{1/2}$:

$$\beta = v/(gH)^{1/2}, \quad (9)$$

где g – ускорение силы тяжести (9.81 м/сек). Значения β при этом служат показателем грядового перемещения наносов на дне потока. Грядовые формы, и как следствие, наличие косой слоистости в отложениях, возникают при β , равной интервалу 0.2–1.0. Если значения $\beta > 1$, то гряды уничтожаются, если $\beta < 0.2$, то дно представляет собой гладкую поверхность.

Достоверно выявленное наличие донных грядовых форм рельефа в палеорусле описывается очередными их параметрами по формулам В.Ф. Пушкарева: высота гряды h_r

$$h_r = 0.00445(v^2/gd_{pф})H + 0.049H; \quad (10)$$

длина гряды

$$l_r = h_r/0.09; \quad (11)$$

скорость перемещения гряды

$$c_r = 0.0188(v^3/gH) - 0.0292(gd_{pф}/v). \quad (12)$$

Примечательной особенностью грядового рельефа является зависимость между высотой гряды и порядком потока, обнаруженная Н.А. Ржаницыным. Используя значения h_r по его номограмме, становится возможным определить показатель порядка потока, имеющий важное палеогеографическое значение.

Чтобы диагностировать такую значимую характеристику потока, как его продольный уклон (I), можно воспользоваться общепринятым законом Шези:

$$I = v^2/c^2H, \quad (13)$$

где c – коэффициент Шези. Данный коэффициент c , в нашем случае, следует вычислять по формуле Штриклера, увязывающей его с $d_{pф}$ (в мм), как исходной величиной:

$$c = 33(H/d_{pф})^{1/6} \quad (14).$$

Большую помощь в фациальных и палеогеографических реконструкциях может оказать коэффициент шероховатости n , имеющий тесную связь с $d_{pф}$ (формула Штриклера-Чанга):

$$1/n = 0.03d_{pф}^{1/6}, \quad (15)$$

где $d_{pф}$ измеряется в миллиметрах. Имея значения данного коэффициента, по таблице М.Ф. Срибного, либо таблице И.Ф. Карасева, представляется возможным сделать подробное заключение о характере русла, его гидрологических особенностях, режиме течения, рельефе дна, типе поймы и природе произрастающей на пойме растительности.

Недостающая характеристика из основных морфологических показателей потока – ширина русла B (м) рассчитывается по формуле В.Г. Глушкова

$$B = (2.75H)^2. \quad (16)$$

Как определено автором данной зависимости, она справедлива для условий, когда мощность потока целиком заполняет его основное русло. Поэтому, при нахождении величины B необходимо использовать параметры глубины потока H' , удовлетворяющей такие требования.

Русловые потоки не могут находиться в неизменном состоянии. Они на протяжении всего периода своего существования, через русловые и эрозионные процессы, играют заметную роль в эволюции гидрографической сети и рельефа в целом. Для сравнения рек по скорости развития русловых преобразований применяется такое понятие, как устойчивость русла, которой придается числовое выражение, позволяющее количественно оценить степень русловых деформаций и дать качественное описание таких изменений.

Чтобы достичь поставленной цели, можно воспользоваться ϕ -критерием устойчивости русла, который вычисляется по формуле:

$$\phi = v^2/gd_{pф} - (15 + 0.006/d_{pф}). \quad (17)$$

Если $0 < \phi < 100$, то русла считаются слабоподвижными, следовательно, эрозионная деятельность их ослаблена, $100 < \phi < 500$ – подвижными, $\phi > 500$ –

очень подвижными и для такого рода русел характерно деление их на рукава с отсутствием типичных излучин.

По числу Лохтина можно сделать заключение о близости конечного водоема (уменьшение Λ), которое определяется уравнением (формула В.М. Макавеева):

$$\Lambda = d_{рф}/HI, (18)$$

где $d_{рф}$ измеряется в мм, глубина потока H – в м, продольный уклон I – в м/км.

Еще одним критерием типизации рек выступает число Фруда

$$Fr = \beta^2, (19)$$

благодаря которому распознаются характер течения, наличие тех или иных русловых форм, типы речных русел (равнинное $Fr < 0.1$, полугорное $0.1 < Fr < 0.3$, горное $Fr > 0.3$) и подтипы, что особенно значимо при фациальном анализе, а с привлечением параметров продольных уклонов, определяется площадь водосбора.

Выводы

Таким образом, имея гранулометрический состав отложений мы можем получить следующие параметры палеопотоков: 1) сдвигающие скорости и скорости отложений осадков; 2) глубину потока; 3) скорость потока; 4) предельный размер транспортирующихся отложений; 5) параметры донных потоковых гряд – высоту, длину, скорость перемещения, а по высоте гряд – возможность определения порядка потока; 6) уклон продольного профиля; 7) коэффициент шероховатости палеорусел, через числовые значения которого можно сделать подробное заключение о гидрологических особенностях палеоруслу, режиме течения, рельефе дна, типе поймы и природе произраставшей на ней растительности; 8) ширину потока; 9) критерий устойчивости русла, характеризующий речную систему по скорости развития русловых преобразований и оценивающий степень русловых деформаций; 10) число Лохтина, по которому дается заключение о крупности рек и близости конечного водоема; 11) число Фруда, определяющее характер течения, типы, подтипы речных русел и площадь водосбора.

Литература

- [1] Животовская А.И. Об одном порядке осаждения // Очерки по физической седиментологии. – Л.: Недра, 1964. – С. 22-43.
- [2] Коломиец В.Л. Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны: автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук // Иркутск, 2010. 18 с.
- [3] Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. – Л.: Недра, 1969. 248 с.

S u m m a r y. The main merit of the paleohydrological (paleopotamological) method of studying the sedimentary strata of aquatic genesis is the ability to operate with numerical indicators of the sedimentation process. This means a transition from a descriptive-subjective level of studying alluvial deposits to the plane of quantitative assessments. In this case, it becomes possible: a) to give an exhaustive description of sedimentation conditions; b) add dynamic parameters to archival infor-

mation and clarify existing conclusions; c) to obtain a reliable tool for the dismemberment of homogeneous sand strata; d) to compare sedimentation conditions from different regions and individual sections within the same region; e) ultimately use this technique for wide facies and paleogeographic reconstructions.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОГО – ПОЛУИЗОЛИРОВАННОЙ ЛАГУНЫ НА БЕРЕГУ БЕЛОГО МОРЯ

Е.Д. Краснова*, Д.А. Воронов**, М.В. Мардашова***

*Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, e_d_krasnova@mail.ru

** Институт физико-химической биологии МГУ им. М.В. Ломоносова и Институт проблем передачи информации РАН, г. Москва, da_voronov@mail.ru

*** Центр морских исследований МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, buccinum@mail.ru

LONG-TERM DYNAMICS OF THE HYDROLOGICAL STRUCTURE OF LAKE KISLO-SLADKOE – A SEMI-ISOLATED LAGOON ON THE WHITE SEA COAST

E.D. Krasnova*, D.A. Voronov**, M.V. Mardashova*

*Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Institute of Physico-Chemical Biology of Lomonosov Moscow State University and Institute for Information Transmission Problems of Russian Academy of Sciences, Moscow

*** Marine Research Center of Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. В работе обсуждаются результаты начатых в 2010 году наблюдений за изменениями солености и положением редокс-границы в озере Кисло-Сладком – небольшой лагуне, частично изолированной от Белого моря.

Ключевые слова: вертикальная стратификация, мониторинг, соленость, хемоклин, изоляция от моря, Белое море

Введение

При трансгрессии или регрессии моря водные экосистемы испытывают значительные перестройки. Один из регионов, где происходит быстрое поднятие берега и связанные с ним преобразования водных объектов – побережье Белого моря. В результате постгляциального подъема многие заливы, один за другим, отделяются от моря и постепенно превращаются в пресные водоемы, и здесь их можно найти на любых стадиях изоляции. Это дает возможность реконструировать экологическую сукцессию, прежде не описанную. На промежуточной стадии водоем превращается в меромиктический – с соленой водой внизу, которая перекрыта разбавленной морской водой, минерализация которой постепенно уменьшается вплоть до полного опреснения.

Один из таких водоемов – озеро Кисло-Сладкое (66°32'54"; 33°08'05") в 1,5 км к востоку от Беломорской биологической станции (ББС) МГУ им. М.В. Ломоносова (пос. Приморский, Лоухский р-н, Республика Карелия) с площадью зеркала 1,6 га и максимальной глубиной 4,5 м. В типологическом ряду разных стадий изоляции этот водоем находится близко к началу. Уровень озера на 40 см поднят над уровнем моря [1], поэтому в летнее время морская вода по-

ступает только во время сизигийных приливов. Зимой водоем может оказываться в полной изоляции от моря из-за ледового барьера.

В окрестностях ББС МГУ озеро Кисло-Сладкое было первым исследованным водоемом из числа отделяющихся от Белого моря [4, 5]. Верхний поверхностный слой озера тогда был опреснен, под ним располагался более соленый, а ниже узкого (всего 15-20 см) хемоклина залегала холодная глубинная вода с соленостью выше, чем в море, и насыщенная сероводородом. Озеро было квалифицировано как меромиктическое.

Постоянные наблюдения за этим водоемом проводятся на базе Беломорской биостанции МГУ им. М.В. Ломоносова с 2010 года. В данной статье мы подводим некоторые итоги 10 лет наблюдений за гидрологической структурой озера.

Объекты и методы

Измерения физико-химических параметров в оз. Кисло-Сладком производили в одной и той же точке – над самой большой глубиной. В летнее время измерения проводили ежемесячно, а иногда и несколько раз в месяц, и несколько раз за ледовый период. Соленость и температуру на разной глубине определяли *in situ* зондами WTW Cond 197i или YSI Pro, либо в пробах, отобранных с помощью погружного насоса Whale Premium Submersible Pump GP1352, прямо в ходе их отбора. Границу сероводорода определяли по запаху в комплексе с определением окислительно-восстановительного потенциала портативным прибором WaterLiner WMM-73.

Результаты и обсуждение

Озеро соединяется с морем через каменистый порог, по которому большую часть времени идет сток из озера, а в сизигию на самой высокой фазе прилива вода течет из моря в озеро. Количество поступившей свежей морской воды обычно не настолько велико, чтобы нарушить стратификацию. Интрузионные линзы поступают на глубину с равной себе плотностью, которая летом соответствует слоям, расположенным выше хемоклина. Однако поздней осенью и в начале зимы, когда море охлаждается до отрицательных температур, и со стороны моря могут приходиться водные массы с повышенной соленостью, поступающая морская вода опускается на дно и может вытеснить придонную воду – происходит промывка водоема. Это случается не каждый год, а при сочетании обстоятельств, которые складываются примерно раз в два года. В обычные годы к моменту ледостава, который защищает водоем от забросов из моря, в озере сохраняется стратификация, которая установилась летом. Эти два противоположных сюжета чередуются, и в озере наблюдалась двухгодичная квазициклическая с сохранением стратификации на протяжении двух лет и зимней промывкой раз в два года (табл. 1).

В летнее время озеро Кисло-Сладкое всегда стратифицировано. Верхний пикноклин расположен в пределах одного метра глубины. Он отделяет миксолимнион – опреснённый слой, сформированный при таянии льда и снега на во-

досборном бассейне, от нижележащей солёной воды. Аналогичный механизм лежит в основе формирования меромиксии в соленых озерах Хакассии [3].

Таблица 1

Периодичность зимних промывок озера Кисло-Сладкого в 2012-20 гг. и формирование следующим летом слоя с массовым развитием криптофитовых жгутиконосцев *Rhodomonas sp.*

Год (зима)	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020
Была ли промывка	+	–	Частичная	–	+	Частичная	–	+	+
Красный слой с <i>Rhodomonas sp.</i>	–	+	+	+	–	+	+	–	

Однако в прибрежных беломорских озерах есть еще и второй (нижний) пикноклин, плотностной скачок в котором обусловлен сохранением в донном углублении холодной воды от предыдущего зимнего заброса с повышенной соленостью, обогащенной рассолом, который образуется при замерзании морской воды и концентрируется возле дна. С этим пикноклином примерно совпадает хемоклин – зона перехода редокс-потенциала от положительных к отрицательным значениям. Различия в химизме обусловлены активностью микроорганизмов: в среднем слое воды застой благоприятствует массовому развитию фитопланктона и активному кислородному фотосинтезу, обогащающему воду кислородом вплоть до 300% насыщения, тогда как в нижнем слое в условиях аноксии и накопления органических осадков на дне происходит бактериальная сульфатредукция. На границе этих контрастных слоев в оз. Кисло-Сладком нередко возникает прослойка воды красного цвета с массовым развитием криптофитовых жгутиконосцев *Rhodomonas sp.* [6], численность которых может быть столь велика, что квалифицируется как гиперцветение. Однако в этом отношении озеро Кисло-Сладкое нестабильно: после зимних промывок в следующем вегетационном сезоне слой с криптофитовыми не образуется (табл. 1).

Сообщества разных слоев различаются не только микроорганизмами, но и макрофауной. Верхний слой омывает мелководья, фауна которых представляет собой несколько обедненную фауну морской литорали, но при этом обогащенную за счет личинок насекомых, главным образом – двукрылых [2]. Средний слой воды контактирует с более глубокими участками, где доминирует два вида морских гидробионтов (брюхоногие моллюски *Hydrobia ulvae* и олигохеты *Tubificoides benedeni*) и личинки *Chironomus gr. salinarius* с широким диапазоном толерантности к солености, и эти виды достигают очень высокой биомассы, превышающей таковую на соседних морских акваториях.

Средняя численность бентоса составляла 4100 ± 800 экз./м², в основном за счет гидробий (78%) и *Ch. gr. salinarius* (13%). Биомасса составляла 50 ± 10 г/м²; на глубинах до 3 м более 90% биомассы приходилось на гидробий, глубже больший вклад начинают вносить *Ch. gr. salinarius*, а в отдельные годы и *T. benedeni*.

В нижнем анаэробном слое в живом состоянии встречаются лишь единичные особи устойчивых к сероводороду нематод.

Условия обитания на разной глубине различаются не только по кислородному режиму, но и по диапазону изменчивости физико-химических параметров.

Поверхностный слой воды испытывает наибольшие сезонные колебания всех параметров, в том числе – солености (табл. 2). Соленость в нём минимальна сразу после таяния льда и поступления талых вод с водосбора, в течение лета она обычно постепенно увеличивается. В дождливые периоды соленость в поверхностном слое может на некоторое время заметно уменьшаться. Максимальные значения солености в этом слое зарегистрированы после зимних промывок. На глубине 1 м сезонный и многолетний ход солености такой же, как на поверхности, но с несколько меньшим размахом (рис. 1). За счет меньшего влияния опреснения средняя соленость на этой глубине больше, чем у поверхности. На глубинах 2 м, 3 м и 4 м колебания солености небольшие, это ослабленное отражение тех колебаний, что происходят наверху. Наибольшей стабильностью характеризуется придонный слой, где за последние 10 лет соленость никогда не опускалась ниже 22‰.

Таблица 2

Диапазон солености на разной глубине оз. Кисло-Сладкого

Глубина/ показатель	Соленость, ‰		
	min	max	средняя
0 м	3,7	28,2	16,3
1 м	10,0	29,1	21,9
2 м	21,2	29,5	24,9
3 м	22,0	29,5	25,0
4 м	22,0	29,6	25,5
В море	19,1	28,0	24,9

Положение редокс-границы в этом водоеме зависит от зимних промывок и от сезона (рис. 2). На следующий сезон после промывок мощность сероводородного слоя меньше, чем после зимней изоляции, и хемоклин обычно формируется на полметра глубже. При особенно интенсивных промывках сероводородный слой может полностью исчезнуть, и весь водоем оказывается заполненным водой с отрицательной температурой, насыщенной кислородом водой и с высокой соленостью. Наоборот, в момент в нижней части водоема остается положительной, сероводород поднимается до самого льда или почти до него; после схода льда хемоклин оказывается в новом положении, обычно чуть выше, чем в предыдущий сезон.

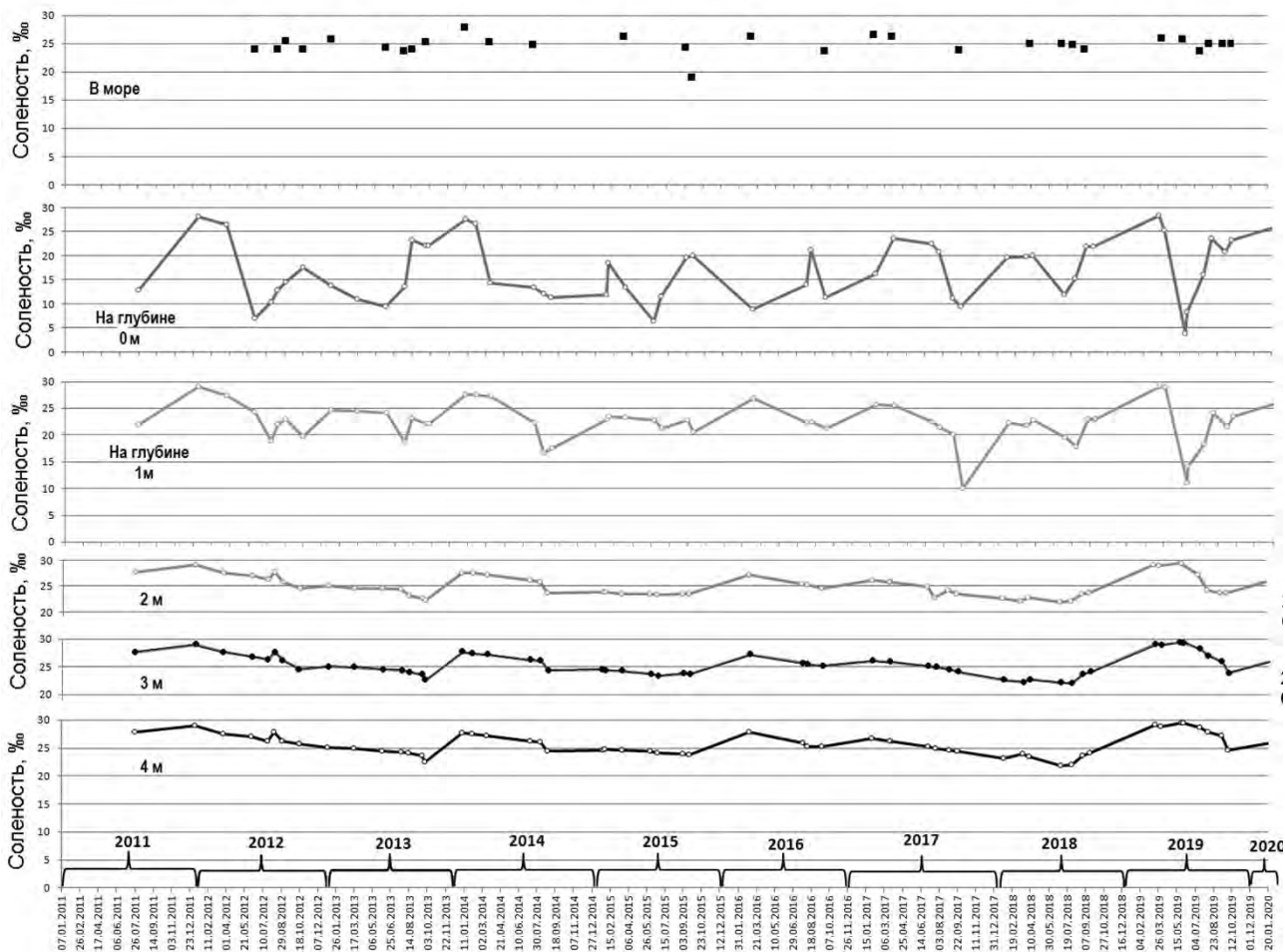


Рис. 1. Соленость воды на разной глубине оз. Кисло-Сладкого в 2011-2020 гг.

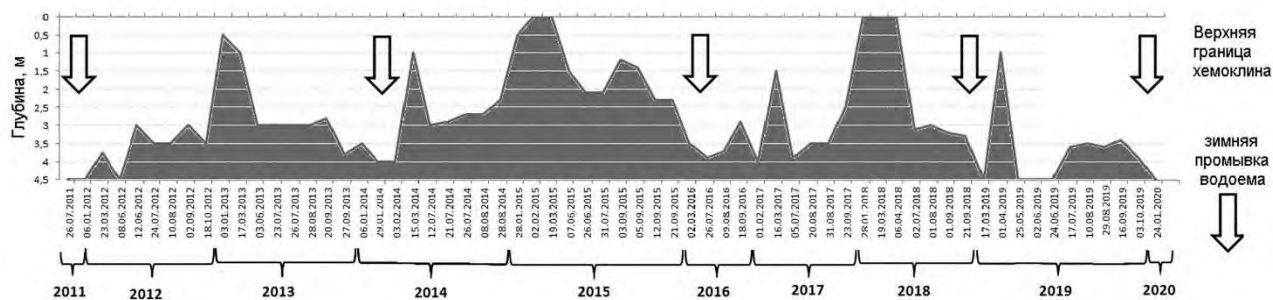


Рис. 2. Динамика верхней границы распространения сероводорода в 2011-2020 гг.

Выводы

1. Вертикальная гидрологическая структура оз. Кисло-Сладкого в летнее время включает миксолимнион мощностью 0,5-1 м, застойную соленую аэробную зону с активным кислородным фотосинтезом и нижнюю анаэробную зону с повышенной соленостью, разделенные двумя переходными зонами: галоклином и хемоклином.
2. Диапазон сезонных колебаний солености уменьшается от поверхности ко дну.

3. Наибольшей стабильностью характеризуется придонный анаэробный слой, где за последние 10 лет соленость никогда не опускалась ниже 22‰.
4. Зимние промывки водоема нарушают стратификацию со средней периодичностью раз в два года.
5. В следующем за зимней промывкой сезоне слой с массовым развитием криптофитовых жгутиконосцев *Rhodomonas* не возникает.

Благодарности

Работа поддержана РФФИ (грант №19-05-00377).

Литература

- [1] Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Л., Шапоренко С.И. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. // «Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота — изменения на фоне трансгрессии берегов» (Труды Беломорской биостанции МГУ т. 12). — М.: Изд-во КМК, 2016. С. 211-241.
- [2] Мардашова М.В., Воронов Д.А., Краснова Е.Д. Характеристика бентосных сообществ отделяющихся водоемов окрестностей ББС МГУ (Кандалакшский залив Белого моря). // Зоологический журнал. — В печати.
- [3] Rogozin D.Yu. Меромиктические озера Северо-Минусинской котловины: закономерности стратификации и экология фототрофных серных бактерий. — Красноярск: Изд-во ИФ СО РАН, 2019. 241 с.
- [4] Шапоренко С.И. Гидролого-гидрохимическая характеристика отшнуровывающихся водоемов района ББС (Кандалакшский залив Белого моря). // Труды Беломорской биологической станции, 2003. Т. 9. С. 184–190.
- [5] Шапоренко С.И., Корнеева Г.А., Пантюлин А.Н., Перцова Н.М. Особенности экосистем отшнуровывающихся водоемов Кандалакшского залива Белого моря // Водные ресурсы, 2005. Т. 32. № 5. С. 517–532.
- [6] Krasnova E.D., Kharcheva A.V., Milutina I.A., Voronov D.A., Patsaeva S.V. Study of Microbial Communities in Redox Zone of Meromictic Lakes Isolated From the White Sea Using Spectral and Molecular Methods. // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, special issue – EMBS European Marine Biology Symposium. 2015. 95 (8). Pp. 1579-1590.

S u m m a r y. The paper examines the results of observations on salinity and the position of the redox boundary in the Kislo-Sladkoye lake, a small lagoon partially isolated from the White Sea, beginning with 2010.

ГЕОХИМИЯ СЕРЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕРА МОГИЛЬНОЕ (О. КИЛЬДИН БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Г.Н. Лосюк*, Н.М. Кокрятская*, А.Н. Василенко**, В.А. Ефимов**,
Е.Д. Краснова***, Д.А. Воронов****

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика
Н.П. Лаврова РАН, г. Архангельск, glosyuk@yandex.ru, kokr@yandex.ru

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, roxifixat@yandex.ru

***Беломорская биологическая станция имени Н.А. Перцова Биологического факультета
МГУ, Москва, e_d_krasnova@mail.ru;

****Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физико-
химической биологии им. А.Н. Белозерского, МГУ, Москва, da_voronov@mail.ru

SULFUR GEOCHEMISTRY IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE LAKE MOGILNOE (O. KILDIN OF THE BARENTS SEA)

G.N. Losyuk*, N.M. Kokryatskaya*, A.N. Vasilenko**, V.A. Efimov**,
E.D. Krasnova***, D.A. Voronov****

*N.Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk

**M.V. Lomonosov Moscow State Universities, Moscow

***Pertsov White Sea Biological Station, Moscow State Universities, Moscow

****Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences,
Moscow; Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State Universities, Moscow

Аннотация. В работе представлены результаты исследований донных осадков оз. Могильного (о. Кильдин Баренцево море), отобранных в ходе экспедиционных работ в июне 2019 г. Впервые получены сведения о распределении соединений восстановленной серы (сульфидной серы, пиритной, элементной и органической) – производных бактериального сероводорода. Наибольший вклад в содержании общей восстановленной серы вносят пиритная и органическая формы (до 96%).

Ключевые слова: донные осадки, соединения восстановленной серы, сульфатредукция.

Введение

Одно из самых известных и давно исследуемых озер России за полярным кругом – озеро Могильное, расположенное на о. Кильдин в Баренцевом море, до сих пор привлекает ученых разных направлений. Первые сведения об этом уникальном водоеме были получены еще в конце XIX века, далее в течение столетия на озере проводилось несколько комплексных экспедиций, результаты которых изложены в трудах [3,4,6-8]. Озеро Могильное – анхалиновое морское озеро, единственное в России, образовалось путем отделения небольшого морского залива естественной дамбой, через которую соленая вода просачивается в озеро. Данный водоем известен не только уникальным подвидом атлантической трески – кильдинской, который обитает только в этом водоеме, но и «классической» меромиктической структурой водной толщи: пресного верхнего слоя, соленого морского посередине и придонного, зараженного токсичным и губительным для всего живого сероводородом. За последнее столетие установлено, что граница распространения сероводорода (продукта бактериального восстановления сульфатов в анаэробных условиях – сульфатредукции) поднимается, а его концентрация, постоянно увеличивается. По результатам исследований 2018-2019 годов установлено, что уровень сероводородного заражения поднял-

ся до глубины 7,5 м, а максимальные концентрации в июне 2019 г. составили 210 мг/л в придонных слоях [5].

Объекты и методы

Процесс сульфатредукции протекает не только в водной толще озера, но и продолжается в донных отложениях, в результате чего в осадках идет накопление производных бактериального сероводорода – соединений восстановленной серы [8]. Целью данной работы было получить первые данные о распределении восстановленных соединений серы в донных осадках оз. Могильное.

В работе представлены результаты исследований донных отложений, отобранных в ходе экспедиции на оз. Могильном в июне 2019 г. ударной прямоточной грунтовой трубкой в наиболее глубокой точке (рис. 1) и проанализированных по методике [2].



Рис. 1. Карта – схема расположения точки отбора донных осадков на оз. Могильное.

Обсуждение результатов

В наиболее глубокой части озера Могильного был отобран керн донных осадков длиной 18 см (место отбора указано на рис.1), ниже залегает плотный грунт, отобрать который не представляется возможным. Верхние 10 см керна представлены обводненным коричневым илом, а нижние слои - плотная песчаная фракция; влажность образцов уменьшалась от 87,5 до 35,6% от верхних горизонтов отложений к нижним.

В донных осадках в результате деятельности сульфатредуцирующих бактерий в бескислородных условиях идет образование сероводорода, который трансформируется в ряд соединений восстановленной серы, а именно моносульфидной серы, пиритной, элементной и органической [1].

В результате исследования получено, что количество кислоторастворимой моносульфидной серы (S^{2-}) очень небольшое (среднее значение по колонке ~ 0,006%) и уменьшается от верхних горизонтов к нижним: от 0,009% до 0,002% (здесь и далее все концентрации даны в расчёте на сухое вещество осадков) (Рис. 2). Значения концентраций элементной серы (S^0) также очень

небольшие от 0,009 до 0,013%, и сохраняют ту же тенденцию к уменьшению от верхних слоев к нижним. Содержание пиритной и органической серы на порядок выше: максимальное количество пиритной серы ($S_{\text{пир}}$) в поверхностных слоях (0,174%), минимальное на глубине 18 см – 0,059%; распределение органически связанной серы ($S_{\text{орг}}$) примерно такое же (0,0175% в поверхностном слое и 0,085% в нижнем).

Содержание общей восстановленной серы ($\Sigma S_{\text{H}_2\text{S}}$) в донных отложениях оз. Могильного изменялось от 0,16 до 0,37%, при среднем количестве 0,24%. Распределение по колонке $\Sigma S_{\text{H}_2\text{S}}$ аналогично распределению слагающих её форм – оно уменьшается от поверхностных горизонтов к нижележащим. Наибольший вклад в формирование общей восстановленной серы по всему керну осадков вносят пиритная и органическая форма примерно в равных долях: по 47% в верхних слоях и 38 и 55% соответственно в нижних; вместе они составляют 93-96% от $\Sigma S_{\text{H}_2\text{S}}$. Содержание остаточной, не израсходованной в процессе сульфатредукции сульфатной серы ($S_{\text{слф}}$) значительно уменьшается по колонке от 0,90 до 0,12%. Полученное распределение форм восстановленной серы в донных осадках озера Могильного аналогично данным для верхних слоев морских осадков с микроаэрофильными условиями, хотя в абсолютных значениях их концентрации невелики [1].

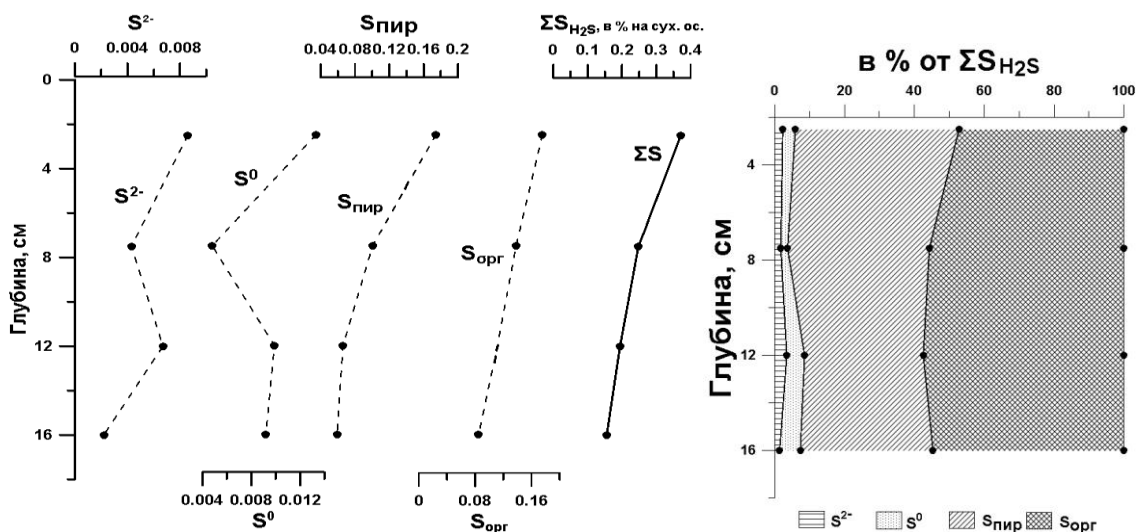


Рис. 2. Распределение соединений восстановленной серы в донных осадках оз. Могильное.

Выводы

Таким образом, впервые были получены данные по распределению соединений восстановленной серы (сульфидной, пиритной, элементной и органической серы) – продуктов трансформации бактериального сероводорода, в донных осадках оз. Могильного. Наибольший вклад в содержание общей восстановленной серы вносят пиритная и органическая формы - примерно в равных долях, вместе они составляют до 96% от общего содержания восстановленной серы осадков, что характерно для верхних горизонтов морских осадков с микроаэрофильными условиями.

Литература

- [1] Волков И.И. Геохимия серы в осадках океана. М.; Наука, 1984, 272 с.
- [2] Волков И.И., Жабина Н.Н. Методы определения различных соединений серы в морских осадках//Химический анализ морских осадков. Под ред. Э.А. Остроумова. М.; Наука, 1980, С.5-27.
- [3] Дерюгин К.М. Реликтовое озеро Могильное (остров Кильдин в Баренцовом море) // Труды Петергофского естественно-научного института. №2, Л., 1925.
- [4] Реликтовое озеро Могильное. Ред. Гуревич В.И., Цеев Р.Я. Л.: Наука, 1975, 298 с.
- [5] Лосюк Г.Н., Кокрятская Н.М., Василенко А.Н., Воронов Д.А., Ефимов В.А., Краснова Е.Д. Прогрессирующее сероводородное заражение озера Могильного по данным экспедиции 2019 года // В сборнике: Геология морей и океанов: Материалы XXII международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. М.; ИО РАН, 2019, С. 175-178.
- [6] Реликтовое озеро Могильное (исследования 1997-2000 гг.). Мурманск: Изд-во. ПИНРО. 2002, 164 стр.
- [7] Krasnova Elena D., Vassilenko Alexander N., Voronov Dmitry A., Efimov Basily A., Kokryatskaya Natalya M., Kossenkov Alexey V., Patsaeva Svetlana V., Dedyk Mikhail L., Frolova Natalya L., Strelkov P.P. New data on Lake Mogilnoe (Kildin Island, Barents Sea): results of the 2018 expeditions // Тезисы докладов международной конференции, посвящённой 80-летию ББС МГУ им. Н.А. Перцева, «Морская биология, геология, океанология – междисциплинарные исследования на морских стационарах (Москва 19-21 ноября 2018 г.). М.; Товарищество научных изданий КМК, 2018, С.66-67. ISBN 978-5-907099-39-5.
- [8] Krasnova E.D., Efimov V.A., Fedyuk M.L., Frolova N. L., Kokryatskaya N.M., Kossenkov A.V., Patsaeva S.V., Vasilenko A.N., Voronov D.A. and Strelko P.P. New data on Lake Mogilnoe (Kildin Island, Barents Sea): the results of the 2018 expeditions // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 263 (2019) 012019. doi:10.1088/1755-1315/263/1/012019

S u m m e r y. The paper presents the results of studies of bottom sediments of Lake Mogilnoe (Kildin Island of the Barents Sea), selected during expeditionary work in June 2019. For the first time, information was obtained on the distribution of reduced sulfur compounds (sulfide sulfur, pyrite, elemental and organic) - derivatives of bacterial hydrogen sulfide. The pyrite and organic forms (up to 96%) make the largest contribution to the total reduced sulfur content.

СПЕКТРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ БЕЛОГО МОРЯ

С.В. Пацаева*, Д.А. Воронов**, Е.Д. Краснова***

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
физический факультет, Москва, spatsaeva@mail.ru*

***Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича РАН; НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского, МГУ, Москва, da_voronov@mail.ru*

****Беломорская биологическая станция имени Н.А. Перцова Биологического факультета МГУ, Москва, e_d_krasnova@mail.ru*

SPECTRAL-OPTICAL PROPERTIES OF THE CHROMOPHORIC DISSOLVED ORGANIC MATTER IN MEROMITIC LAKES OF THE WHITE SEA

S.V. Patsaeva*, D.A. Voronov**, E.D. Krasnova***

**Department of Physics, Moscow State University, Moscow*

***Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences,
Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Moscow State University, Moscow*

****Department of Biology, Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Изучены спектрально-оптические свойства РОВ прибрежных меромиктических водоемов Белого моря: спектры поглощения и испускания флуоресценции РОВ природной воды с различной глубины, квантовый выход флуоресценции. Спектральные характеристики РОВ хорошо согласуются с гидрохимическими свойствами воды: в поверхностной воде из-за притока болотной воды содержится больше гуминовых веществ и, соответственно, выше значения оптической плотности в УФ области, плавный монотонный спад в спектре поглощения в УФ области, интенсивная флуоресценция, а нижние слои соленой воды характеризуются спектрально-оптическими свойствами, близкими к свойствам морской воды – меньшими концентрациями гуминовых веществ, более резким спадом оптической плотности в диапазоне длин волн 230-270 нм.

Ключевые слова: Белое море, меромиктические водоемы, растворенное органическое вещество (РОВ) природной воды, гуминовые вещества, флуоресценция, поглощение.

Введение

Гуминовые вещества (ГВ) выполняют ряд важных биосферных функций и являются активными участниками процессов миграции и концентрации элементов в почве и природной воде [1]. Водные ГВ - важный компонент пресноводных и морских экосистем, играющий ключевую роль в кругообороте углерода и изменении климата на нашей планете. Типичные концентрации ГВ в воде невелики (около 20-50 мг/л), но при этом они составляют значительный резервуар органического углерода на Земле, превышающий запасы органического вещества всех водных организмов. По химической природе ГВ представляют собой высокомолекулярные ароматические оксикарбоновые кислоты, способные образовывать водородные связи, активно участвовать в сорбционных процессах, вступать в гидрофобные, ионные и донорно-акцепторные взаимодействия с различными классами органических соединений. Присутствие в молекулах ГВ как электронодонорных, так и электроноакцепторных функциональных групп обуславливает их способность выступать, соответственно, акцепторами или донорами по отношению к различным соединениям. Экологическими последствиями такого связывания являются изменение формы существования

токсичных соединений и их миграционной способности [2], уменьшение их биодоступности [3] и токсичности [4]. Последнее связано с тем, что максимальной активностью обладает свободная форма токсиканта, а связанное вещество теряет свою токсичность.

Водные ГВ, или окрашенная фракция растворенного органического вещества (РОВ) природной воды (CDOM, Chromophoric Dissolved Organic Matter), обладают характерными оптическими свойствами. Поскольку РОВ природного происхождения из-за наличия гуминовых соединений хорошо поглощает УФ свет и флуоресцирует, его спектрально-оптические характеристики с успехом используются при решении таких задач как мониторинг природных водных экосистем [7-9] и технологических водных сред [10]. Значения оптической плотности РОВ природной воды монотонно убывают с увеличением длины волны в спектрах поглощения. При возбуждении УФ излучением РОВ природной воды флуоресцирует с широкими полосами испускания в УФ и видимой области спектра [5-10]. Длина волны максимума и форма полосы флуоресценции в видимом диапазоне зависят от состава и происхождения РОВ (для РОВ морского происхождения максимум сдвинут в коротковолновую область по сравнению со спектрами РОВ терригенного происхождения). Положение максимума данной полосы флуоресценции зависит также от длины волны возбуждения (λ_{ex}). В отличие от РОВ природной воды, коммерческие гуминовые препараты обладают флуоресценцией, для которой положение максимума интенсивности не зависит от λ_{ex} в диапазоне до 340 нм [11, 12]. Поэтому характеристики спектров испускания флуоресценции и их зависимость от λ_{ex} могут быть использованы для классификации типов ГВ.

Изучаемые реликтовые водоемы Белого моря находятся на разной стадии изоляции от моря вследствие постепенного поднятия морского дна и изменения береговой линии. В процессе эволюции такие водоемы становятся стратифицированными: из-за микробной деятельности образуется богатый сероводородом нижний слой, в котором сохраняется морская вода, а поверхностная вода опреснена из-за постоянного притока воды болотного происхождения, из подземных родников и атмосферных осадков. Разные по глубине слои отличаются концентрацией и происхождением РОВ, поэтому в работе ставилась цель изучить спектрально-оптические свойства РОВ на разной глубине в нескольких прибрежных меромиктических водоемах Белого моря.

Объекты и методы

Спектры поглощения в диапазоне от 200 до 1000 нм измеряли на спектрофотометре Solar PB 2201 в кварцевых кюветах с длиной оптического хода 1 см. Спектры испускания флуоресценции регистрировали на флуориметре Solar SM2203 в диапазоне от 240 до 550 нм, особое внимание уделяли регистрации спектров испускания с возбуждением на длинах волн 270, 310 и 355 нм. Выбор этих длин волн для возбуждения обусловлен опытом предыдущих исследований [8], а также предположениями о спектральных компонентах полосы РОВ [7]. После измерения спектров проводилась коррекция интенсивности флуоресценции с учетом поглощения умножением детектируемой интенсивности флюо-

ресценции на величину $10^{0,5 \cdot (D_{ex} + D_{em})}$, где D_{ex} и D_{em} – оптические плотности на длине волны возбуждения и испускания. Расчет квантового выхода флуоресценции проводили методом эталонного соединения, примененного ранее для проб природной воды [8,9,10] и коммерческих гуминовых препаратов [12, 13]. В качестве эталонного соединения использовался водный раствор сульфата хирина, поскольку по форме спектральной линии и положению максимума его спектры испускания близки к спектрам флуоресценции природных ГВ.

Результаты и их обсуждение

РОВ в поверхностной воде меромиктических водоемов обладает характерными оптическими свойствами природных ГВ: поглощает свет в УФ и коротковолновой видимой области, поэтому вода с большим содержанием ГВ болотного происхождения – желтого или коричневого цвета. Значения оптической плотности РОВ во всех слоях и всех изученных водоемах монотонно убывают с увеличением длины волны в спектрах поглощения.

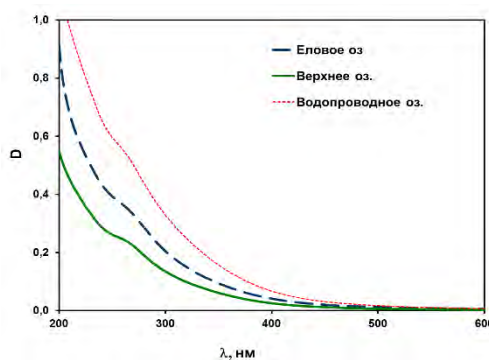


Рис. 1. Спектры поглощения поверхностной воды в меромиктическом оз. Еловом и двух других изученных водоемах с большим содержанием ГВ болотного происхождения.

Типичный спектр флуоресценции РОВ при возбуждении светом с длиной волны (λ_{ex}) короче 270 нм состоит из двух перекрывающихся полос: УФ полосы с максимумом в области 300–350 нм (флуоресценция белковых или фенольных соединений, protein-like fluorescence) и свечения в видимой области спектра (флуоресценция гуминовых соединений, humic-like fluorescence). «Гуминовая» флуоресценция – бесструктурная полоса испускания более 100 нм шириной – имеет максимум в диапазоне 400...460 нм, положение которого меняется в зависимости от λ_{ex} . При λ_{ex} в диапазоне от 270 нм до некоторого значения около 310 нм, зависящего от типа РОВ, длина волны максимума полосы испускания практически не изменяется. При превышении λ_{ex} этого значения наблюдается так называемый «синий сдвиг» максимума испускания флуоресценции в коротковолновую область. При дальнейшем росте λ_{ex} максимум испускания вновь сдвигается в длинноволновую область. Такое поведение спектров испускания в зависимости от λ_{ex} является уникальным для РОВ и характеризует гетерогенность состава флуорофоров ГВ природного происхождения. Зависимость $\Phi(\lambda_{ex})$ квантового выхода флуоресценции РОВ от λ_{ex} также является немонотонной; он достигает максимального значения при $\lambda_{ex} \sim 340-360$ нм и уменьшается при λ_{ex}

более 370 нм (см. рис.2 и табл. 1). Это дополнительно подтверждает неоднородность флуорофорного состава ГВ изучаемой природной воды.

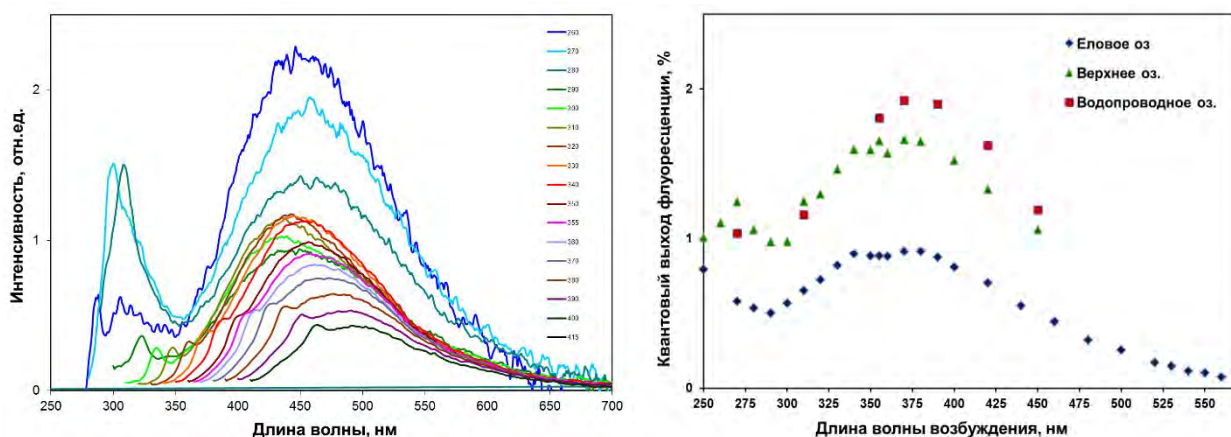


Рис. 2. Спектры флуоресценции РОВ поверхностной воды в оз. Еловом в зависимости от длины волны возбуждения (слева) и зависимость квантового выхода флуоресценции от длины волны возбуждения РОВ поверхностной воды в трех озерах (справа).

Таблица 1
Зависимость солености S и квантового выхода флуоресценции РОВ $\Phi(\lambda_{ex})$ от глубины h для оз. Елового

<i>h</i>	0 м	1 м	1,5 м	2 м	2,5 м	2,75 м	3 м	3,5 м	4 м	4,5 м	5 м
S,‰	0,0	6,7	21,4	23,6	23,7	23,8	23,8	23,7	24,1	24,5	24,4
λ_{ex} , нм	$\Phi, \% (\lambda_{ex})$										
270	0,58	1,14	1,25	1,85	1,62	1,49	1,36	1,45	1,18	1,38	1,40
310	0,65	1,37	1,22	1,85	1,64	1,63					1,08
355	0,89	1,97	1,82	2,50	2,04	1,88					
390	0,88	2,27	2,10	2,71	2,06	2,00	1,79	1,56	1,12	1,50	1,33

Спектральные характеристики РОВ хорошо согласуются с гидрохимическими свойствами воды: в поверхностной воде из-за притока болотной воды содержится больше гуминовых веществ и, соответственно, выше значения оптической плотности, интенсивнее флуоресценция, а нижние слои соленой воды характеризуются спектрально-оптическими свойствами, близкими к свойствам морской воды – меньшие концентрации гуминовых веществ, более резкий спад оптической плотности в диапазоне длин волн 230-270 нм. Наибольшие значения квантового выхода флуоресценции наблюдались для РОВ в случае массового развития фитопланктона в зоне в повышенным содержанием кислорода (см. табл.1).

Выводы

В работе изучены спектрально-оптические свойства РОВ прибрежных меромиктических водоемов Белого моря. Спектральные характеристики РОВ согласуются с гидрохимическими свойствами воды и отличаются для приповерхностной воды, богатой гуминовыми веществами, среднего слоя с массовым

развитием фитопланктона, и в нижнем слое с соленой водой и РОВ морского происхождения.

Благодарности

Работа поддержана грантами РФФИ №19-05-00377 и 19-05-00056.

Литература

- [1] Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: МГУ, 1992.
- [2] Варшал Г.М., Буачидзе Н.С. Журнал аналит. химии, 1983, 38 (12), 2155-2167
- [3] Black M.C., McCarthy J.F. Dissolved organic macromolecules reduce the uptake of hydrophobic organic contaminants by the gills of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), Environm. Toxicol. Chem., 1988, 7, 593-600.
- [4] Bollag J.-M., Mayers K. Detoxification of aquatic and terrestrial sites through binding of pollutants to humic substances. Sci. Total Environ., 1992, 117/118, 357.
- [5] Sierra M.M.D., Donard O.F.X., Lamotte M., Belin C., Ewald M. Fluorescence spectroscopy of coastal and marine waters. Marine Chemistry, 1994, 47, 127-144.
- [6] Coble P.G. Characterization of marine and terrestrial DOM in seawater using excitation-emission matrix spectroscopy. Marine Chemistry, 1996, 51, 325-346.
- [7] Sierra M.M.D., Giovanella M., Parlanti E., Soriano-Sierra E.J. 3D-Fluorescence spectroscopic analysis of HPLC fractionated estuarine fulvic and humic acids. J. Braz. Chem. Soc., 2006, 17(1), 113-124.
- [8] Милюков А.С., Пацаева С.В., Южаков В.И., Горшкова О.М., Пращкина Е.М. Флуоресценция наночастиц растворенного органического вещества в природной воде. Вестник Моск. ун-та. Физика. Астрономия. 2007, № 6, 34-38.
- [9] Дроздова А.Н., Пацаева С.В., Хунджуа Д.А. Флуоресценция растворенного органического вещества как маркер распространения пресных вод в Карском море и заливах архипелага Новая Земля. Океанология, 2017, 57(1), 49-56.
- [10] Patsaeva S., Khundzhua D., Trubetskoj O.A., Trubetskaya O.E. Excitation-dependent fluorescence quantum yield for freshwater chromophoric dissolved organic matter from Northern Russian lakes. J. Spectroscopy, 2018, Article ID 3168320.
- [11] Буриков С.А., Доленко Т.А., Пацаева С.В., Южаков В.И. Лазерный анализатор жидкостей с комплексным программным обеспечением. Вода: химия и экология, 2010, № 1, 31-37.
- [12] Гостева О.Ю., Изосимов А.А., Пацаева С.В., Южаков В.И., Якименко О.С. Флуоресценция водных растворов промышленных гуминовых препаратов. Журнал прикладной спектроскопии, 2011, 78(6), 943-950.
- [13] Yakimenko O., Khundzhua D., Izosimov A., Yuzhako V., Patsaeva S. Source indicator of commercial humic products: UV-vis and fluorescence proxies. Journal of Soils and Sediments, 2018, 18 (4), 1279-1291.

S u m m a r y. The spectral-optical properties of CDOM in coastal meromictic water bodies of the White Sea were studied: absorption and fluorescence of CDOM from various depths, fluorescence quantum yield. The CDOM spectral characteristics are in a good agreement with the hydrochemical properties of water: the influx of swamp water to surface water brings more humic substances and, accordingly, leads to higher absorbances and smaller slope values in the UV region of absorption spectra, intense fluorescence, while the lower laying salt water is characterized by properties similar to those of sea water: smaller concentrations of humic substances and more rapid decrease in absorbance within the wavelengths range of 230-270 nm.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОТЛОВИН ОЗЁР ПОБЕРЕЖЬЯ УНСКОЙ ГУБЫ БЕЛОГО МОРЯ (МУРАКАНСКОГО И МАЛОГО МУРАКАНСКОГО) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БАТИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

А.О. Перетрухина*, М.Ю. Демидионов*, П.А. Леонтьев*, Ю.А. Кублицкий*,
Т.Ю. Репкина**, Н.Е. Зарецкая***, Д.А. Субетто*, В.В. Тумская****

*РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург

**МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва,

***Институт Географии РАН, г. Москва, Геологический институт РАН, г. Москва,

****Школа 1540, г. Москва

MORPHOMETRIC FEATURES OF THE LAKE BASINS ON THE COAST OF THE UNSKAYA BAY OF THE WHITE SEA (MURAKANSKOE AND MALOE MURAKANSKOE) BASED ON THE RESULTS OF BATHYMETRIC SURVEY

A.O. Peretrukhina*, M.Y. Demidionov*, P.A. Leontev*, Y.A. Kublitskiy*,
T.Y. Repkina**, N.E. Zaretskaya***, D.A. Subetto*, V.V. Tumskaya****

*Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

**Moscow State University, Moscow

***Institute of Geography, Russian Academy of Science, Moscow

****School 1540, Moscow

Аннотация. Летом 2018 года были проведены экспедиционные исследования на Мураканском и Малом Мураканском озёрах, которые находятся на западном побережье Унской губы. Полевые работы включали в себя батиметрическую съёмку, отбор донных отложений и их литостратиграфическое описание. В данной работе представлены батиметрические схемы озёр и рассчитанные морфометрические показатели обоих водоёмов.

Ключевые слова: палеогеографическая реконструкция, голоцен, морфометрия, батиметрия, Белое море, уровень моря.

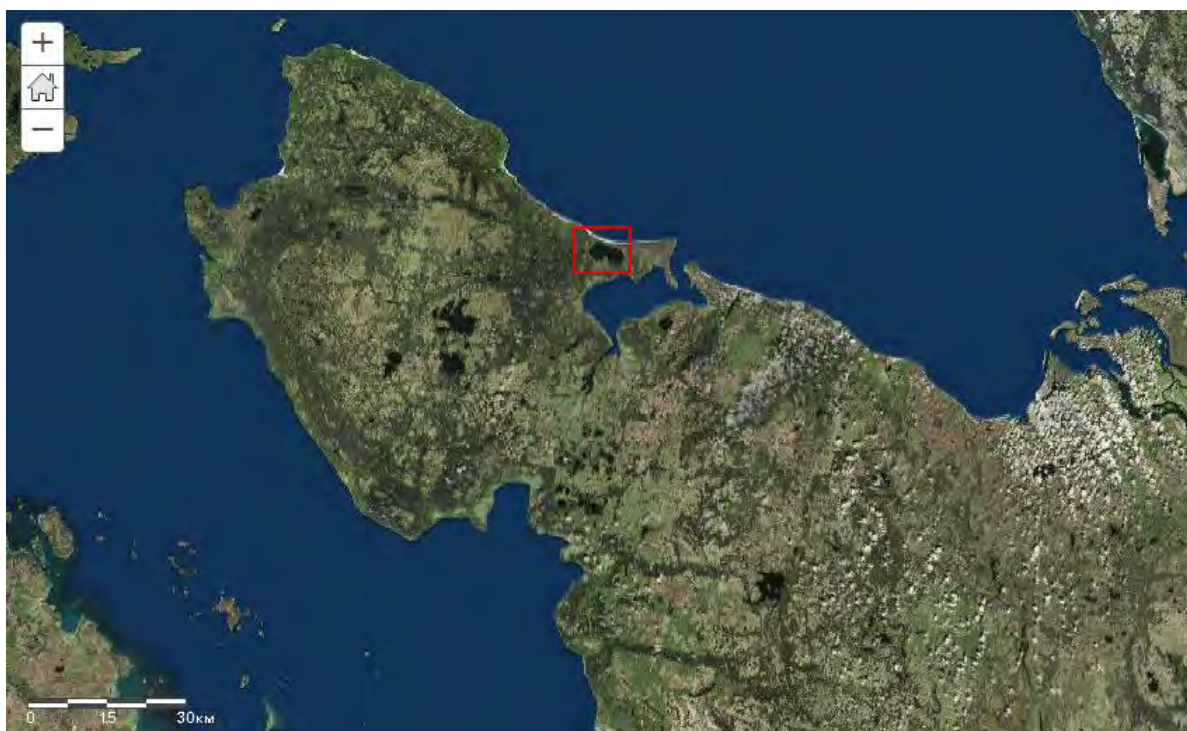
Введение

Цель палеолимнологического исследования – реконструкция уровня моря и положения его береговой линии. Для выполнения этой цели ранее проводился ряд исследований на озёрах побережья Белого моря [1, 5, 7, 8].

Первый этап исследования любого водоёма – это изучение его географического положения, морфометрических характеристик, в том числе измерение глубин. Морфометрические данные нужны для того, чтобы выбрать подходящее место для пробоотбора (как правило, это самое глубокое место в водоёме), и для последующих выводов о происхождении изучаемого объекта. Данные о глубинах можно получить в процессе батиметрической съёмки. Морфометрические параметры вычисляются при обработке данных полевых работ, цифровых и топографических карт с использованием ГИС.

Район исследований, объекты и методы

Район исследования – западное побережье Унской губы на Онежском полуострове в Южной части Белого моря. Объектами изучения являются Мураканское (64°50'00"с. ш. 38°05'00"в. д., урез воды 6.9 м н.у.м.) и Малое Мураканское озёра (64°49'40"с.ш. 38°0'13"в.д., урез 10.9 м н.у.м.) (рис. 1).



область исследования

Рис. 1. Географическое положение озёр. Космический снимок google.maps

Батиметрическая съёмка Малого Мураканского озера проводилась при помощи ручного эхолота с катамарана. При проходе определённого расстояния (при смене показателей эхолота) на спутниковом навигаторе Garmin GPSmap 62s отмечались точки, приуроченные к отметкам глубин. Батиметрическая съёмка Мураканского озера проводилась ручным лотом, вследствие чего получилось недостаточное количество промеров, поэтому эту проблему не полностью удалось решить методом интерполяции.

Для обработки полученных материалов и расчета морфометрических параметров была использована программа Surfer 17. Для построения батиметрической схемы был использован метод интерполяции кригинг (Kriging).

Уклон (крутизна) – это угол между горизонтальной плоскостью и плоскостью, которая является касательной к земной поверхности в некоторой точке. Уклон определяется величиной градиента в точке:

$$S = \sqrt{\left(\frac{\partial Z}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z}{\partial Y}\right)^2}$$

Для вычисления уклона в градусах:

$$S_T = \frac{360}{2\pi} \arctg \sqrt{\left(\frac{\partial Z}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z}{\partial Y}\right)^2}$$

Уклон отвечает за скорость склоновых процессов, которые обусловлены перемещением вещества по поверхности земли под действием силы тяжести. Уклон будет учитываться при реконструкции условий осадконакопления и распределения осадков в котловине [4].

Экспозиция – это угол, отсчитываемый по часовой стрелке между направлением на север и направлением вектора градиента в точке. Отсюда следует, что экспозиция в градусах (в изменении от 0 до 360) равна:

$$A_T = 270 - \frac{360}{2\pi} \arctg \left(\frac{\partial Z}{\partial X} / \frac{\partial Z}{\partial Y} \right)$$

Экспозиция показывает, в каком направлении вещества перемещаются по земной поверхности под действием силы тяжести (в более глубоком месте озера под действием этой силы осадков будет больше), и определяет величину приходящей солнечной радиации. Диапазон значений экспозиции делится на шестнадцать интервалов по четырём сторонам света: С - 0-11,25°, СВС - 11,25-22,5°, СВ - 22,5- 33,75°, ВСВ - 33,75-67,5°, В - 67,5-78,75°, ВЮВ - 78,75-112,5°, ЮВ - 112,5-123,75°, ЮВЮ - 123,75-157,5°, Ю - 157,5-168,75°, ЮЗЮ - 168,75-202,5°, ЮЗ - 202,5-213,75°, ЗЮЗ - 213,75-247,5°, З - 247,5-258,75°, ЗСЗ - 258,75-292,5°, СЗ - 292,5-303,75°, СЗС - 303,75-337,5° [4]. Экспозиция будет учитываться при изучении истории котловины, её происхождения.

Обсуждение результатов

Основные морфометрические параметры озера представлены в таблице 1.

Таблица 1

Морфометрия

Озеро	Наибольшая глубина, м	Средняя глубина, м	Длина, км	Ширина, км	Длина береговой линии, км	Площадь поверхности, км ²
Мураканское	- 5,2	- 1,88	6,46	3,32	18,6	16,5
Малое Мураканское	- 4,3	- 2,44	0,85	0,56	2,48	0,35

Большая часть уклонов подводной части котловины Мураканского озера имеет направление на ЮЗЮ (рис. 2). Значительная часть уклонов имеет направление на восток, в особенности на ВСВ.

Батиметрические схемы. Мураканское озеро состоит из двух ванн, при этом западная часть котловины имеет большую площадь и большие глубины (до 5,2 м), максимальная глубина восточной части котловины – 4 м [рис. 4]. Котловину озера разделяет перемычка. Южная часть западной котловины Мураканского озера имеет крутой склон, северная часть - пологий склон. Более крутой склон и наиболее глубокая часть озера приурочены к подножию моренного холма, расположенного вдоль южного берега.

Малое Мураканское озеро вытянуто в меридиональном направлении и имеет сильно изрезанную береговую линию [рис. 5]. В северной части находится остров, усложняющий рельеф котловины. Озеро имеет более пологие склоны в северной и юго-восточной частях котловины.

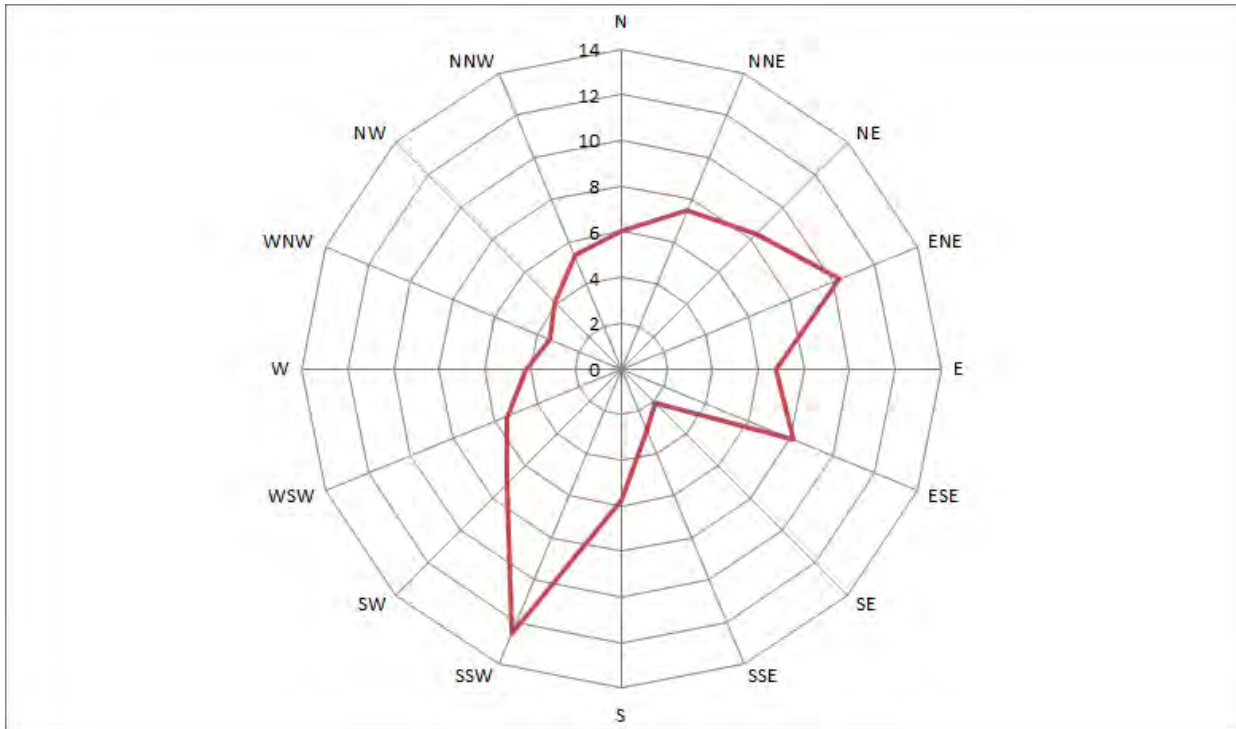


Рис. 2 Направление уклонов Мураканского озера. Расчеты выполнены в Surfer 17, диаграмма - в Excel.

Котловина Мураканского озера является пологой. В ней преобладают уклоны меньше 1° [Рис. 3].



Рис. 3. Процентное соотношение уклонов различной величины в подводной части котловины Мураканского озера. Расчеты выполнены в Surfer 17, диаграмма - в Excel.

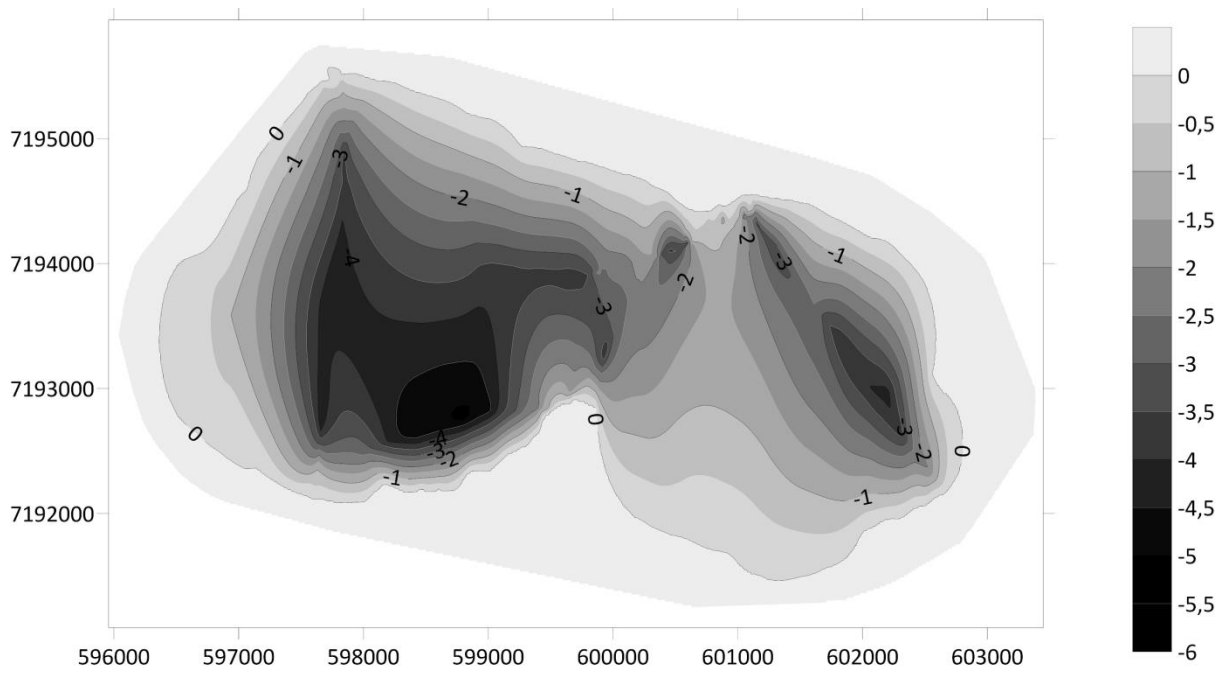


Рис. 4. Батиметрическая схема Мураканского озера. Построено в Surfer 17.

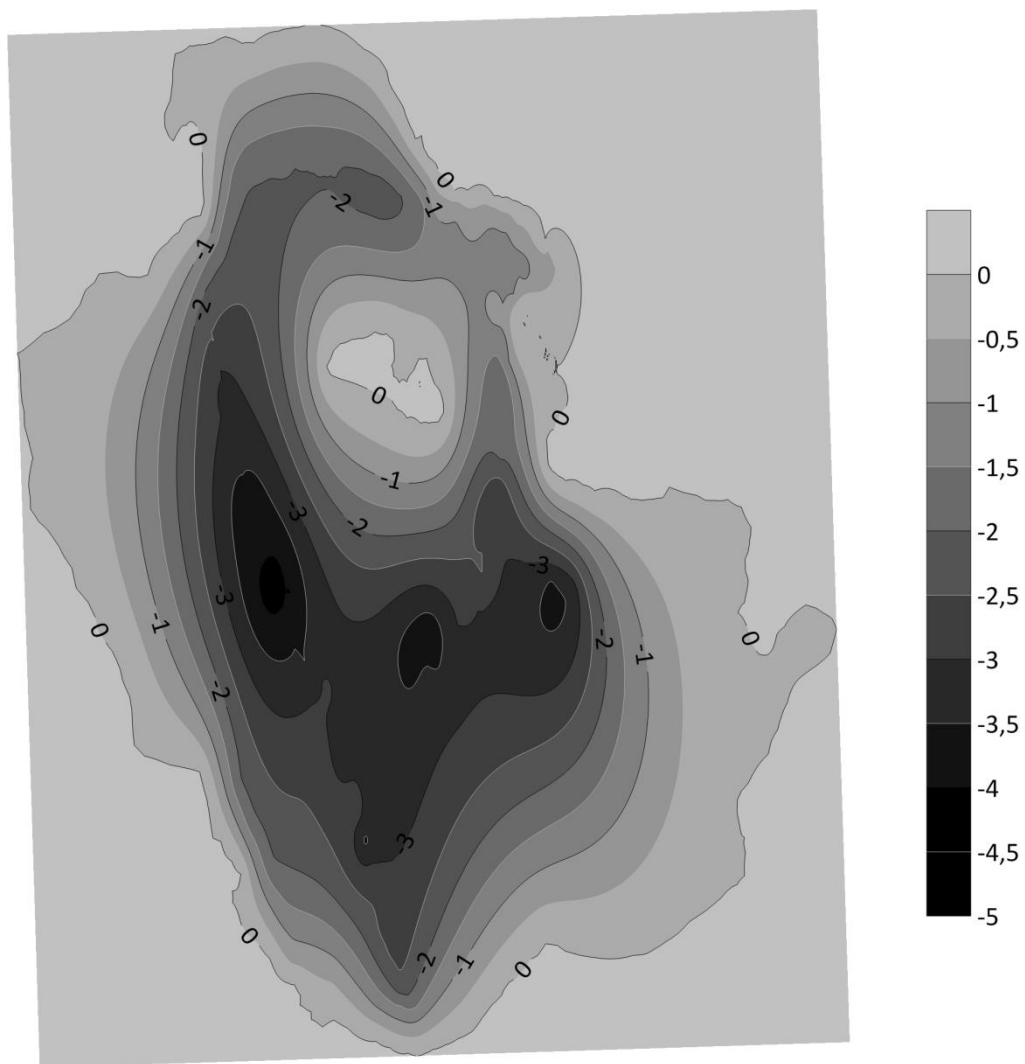


Рис. 5. Батиметрическая схема Малого Мураканского озера. Построено в Surfer 17.

Выводы

Водоёмы расположены на разной высоте: урез Малого Мураканского озера – 10,9 м, наибольшая глубина – 4,3 м, урез Мураканского озера – 6,9 м, наибольшая глубина – 5,2 м.

При сравнении Мураканского и Малого Мураканского озёр в первую очередь следует обратить внимание на их геологическую историю. Котловина Малого Мураканского (урез на 4 м выше) расположена в понижении ледникового рельефа. Максимальные глубины обнаружены у западного берега у подножия моренной гряды. Мураканское озеро – палеолагуна, отделенная впоследствии от моря косой [6]. Предположительно во время послеледниковой трансгрессии они были соединены палеопротоками, позже, в регрессию раннего голоцена, их связь была прервана [5]. Литологический состав озёр имеет общие черты: первичное литологическое описание показало, что верхний слой отложений обоих озёр это коричневая гиттия, также в озёрах вскрыт большой по мощности слой оливковой опесчанной глинистой гиттии. Мощность этих отложений различна [3].

Данные батиметрической съёмки показывают, что озёра имеют сходства: крутой южный склон и пологий северный, что подчёркивает ледниковое происхождение озёрных котловин [рис. 6].

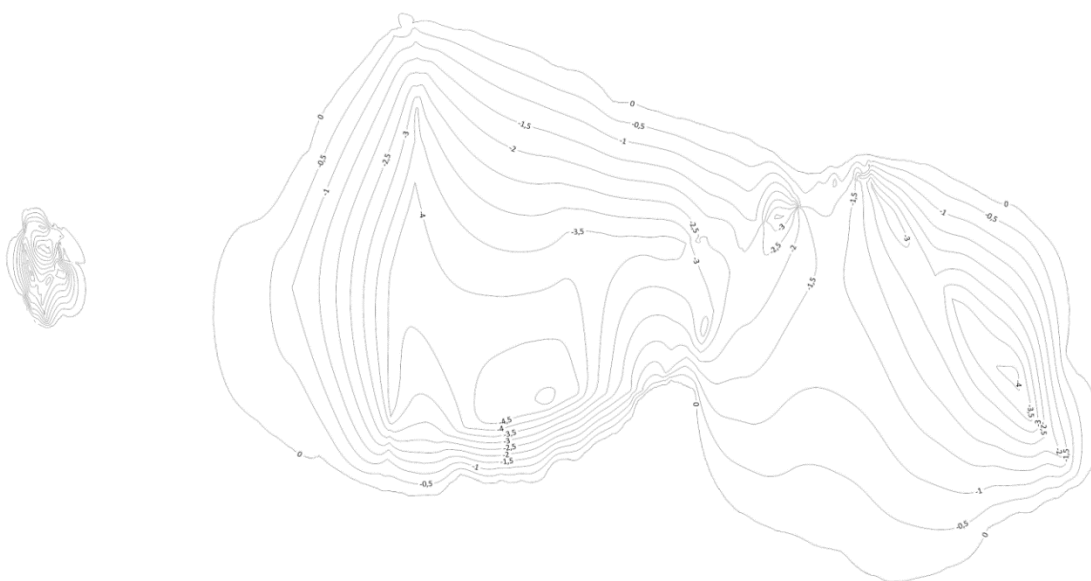


Рис. 6. Батиметрические схемы Мураканского и Малого Мураканского озёр.
Построено в Surfer 17.

Площадь поверхности Мураканского озера ($16,5 \text{ км}^2$) больше площади поверхности Малого Мураканского ($0,35 \text{ км}^2$) в 47 раз, наибольшая глубина Мураканского озера на 1 м больше Малого Мураканского, а средняя глубина на 1 м меньше. Из вышесказанного можно сделать несколько предположений. Значение максимальных температур озёр будет одинаково, так как водоёмы находятся на одной географической широте, а значение минимальных температур будет различаться из-за разницы в площади. Скорость понижения температуры в осенний период будет отличаться, так как она зависит главным образом от глубины [2].

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ № 19-05-00966.

Литература

- [1] Колька В.В., Корсакова О.П. Положение береговой линии Белого моря и неотектонические движения на северо-востоке Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене // Система Белого моря. Т. IV. Процессы осадкообразования, геология и история. М.: Научный мир, 2017 С. 222-249.
- [2] Пальшин Н.И., Ефремова Т.В., Потахин М.С. Влияние морфометрических характеристик и географической зональности на термическую стратификацию озёр // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 2. С. 202-209.
- [3] Перетрухина А.О., Репкина Т.Ю., Леонтьев П.А., Кублицкий Ю.А., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Кузнецов Д.Д., Шилова О.С., Демидионов М.Ю., Щербаков Д.А., Тумская В.В. Изучение донных отложений Мураканского и Малого Мураканского озер Онежского полуострова Белого моря. Первые результаты. // География. развитие науки и образования. Том 1. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. – С. 381-385.
- [4] Построение моделей пространственных переменных (с применением пакета Surfer): Учебное пособие / К.А. Мальцев, С.С. Мухарамова. – Казань: Казанский университет, 2014. – 103 с.
- [5] Репкина Т.Ю., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Потахин М.С., Кунгаа М.Ч., Новикова А.В., Леонтьев П.А. Морфодинамика берегов северо-запада Онежского полуострова Белого моря в голоцене. Губа Конюхова // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2018 № 1 С. 3-22.
- [6] Репкина Т.Ю., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Зарецкая Н.Е., Беличенко А.Е., Романенко Ф.А., Шилова О.С., Перетрухина А.О., Щербаков Д.А., Яковлева А.П. Озёра Летнего берега Белого моря: механизмы и хронология изоляции. Первые данные. // География. развитие науки и образования. Том 2. - СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2019. – С. 337-341.
- [7] Субетто Д.А., Сырых Л.С., Кузнецов Д.Д., Андроников А.В., Греков И.М., Андроникова И.Е., Леонтьев П.А. Современные палеолимнологические исследования озёр Севера России // Отв. ред. академик РАН А.П. Лисицын. Система Белого моря. Том IV. Процессы осадкообразования, геологии и истории. - Москва: Научный мир. 2017 – С. 249-275.
- [8] Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., академик Лисицын А.П., Евзеров В.Я., П. ван Беек (P. vanBeek), М.Суо (M. Souhant), Субетто Г.Д. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // Доклады Академии Наук, Серия «Геология», 2012, том 446, № 2, С. 183-190.

S u m m a r y. In the summer of 2018, field work was performed on the Murakanskoe and Maloe Murakanskoe lakes, which are located on the western coast of the Unskoe Bay. These works included bathymetric surveys, selection of bottom sediments for their further study, and lithostratigraphic description of the recovered sediments. The results of bathymetric survey are presented in this article. Morphometric indicators of both reservoirs are also given here.

ОТ ПРОЛИВА ДО МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА: ЭВОЛЮЦИЯ РЕЛЬЕФА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ В РАЙОНЕ ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОГО

Т.Ю. Репкина*, А.Л. Энтин*, Н.Н. Луговой*, Д.В. Корзинин**, О.С. Шилова*

*МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, г. Москва, t-repkina@yandex.ru, andrei.entin.worknstudy@gmail.com, lugovoy-n@ya.ru

**ИО РАН им. П.П.Ширшова, г. Москва, korzinin2000@mail.ru

FROM THE STRAIT TO THE MEROMICTIC LAKE: EVOLUTION OF THE RELIEF OF THE COASTAL ZONE OF THE KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA IN THE AREA OF KISLO-SLADKOE LAKE

T.Yu. Repkina*, A.L. Entin*, N.N. Lugovoy*, D.V. Korzinin**, O.S. Shilova*

*Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. На южном берегу Кандалакшского залива Белого моря выполнены эхолотные промеры, тахеометрическая съемка и крупномасштабное геоморфологическое картографирование зоны перехода суша-море. Составлена совмещенная ЦМР. Показано, что фиардово-шхерные берега, считавшиеся мало измененными морем, перестраиваются под действием волн, течений и припайных льдов. Обособление заливов и проливов от моря происходит в результате постгляциального поднятия побережья и замыкания косами и пересыпями. Образование аккумулятивных форм может ускорить отчленение водоемов на 100-150 лет.

Ключевые слова: морфодинамика берега, фиарды, шхеры, меромиктические водоемы, ЦМР, Белое море.

Введение

Фиардовые и шхерные побережья занимают не менее 5% береговой линии (БЛ) Мирового океана. Они тяготеют к окраинам плейстоценовых ледниковых щитов, сложены устойчивыми к размыву кристаллическими породами, иногда перекрытыми маломощным чехлом морских и перемытых ледниковых отложений, и испытывают постгляциальное поднятие. Такие берега традиционно относятся к группе «мало измененных морем» [2]. Вместе с тем на дне фиардов и в проливах между шхерами, в том числе в районе исследования, мощность чехла ледниковых отложений может достигать десятков метров [10], а донный рельеф представляет собой сложное сочетание форм структурно-денудационного, ледникового и морского происхождения [14]. Значит, рельеф и отложения морского дна, поднимаясь из-под уровня моря, заметно изменяются в береговой зоне (БЗ) [8, 11]. Береговые процессы фиардово-шхерных побережий, развивающихся в условиях изрезанной БЛ и продолжительного стояния припайных льдов, отличается от таковых для открытых берегов [6-8], и пока недостаточно изучены. Новые фактические данных о механизмах развития и динамике таких берегов имеют значение не только для теории береговой геоморфологии, но также позволяют понять причины и оценить время обособления от моря многочисленных водоемов, развитых на разных гипсометрических уровнях. На низких прибрежных террасах это преимущественно водоемы, проходящие меромиктическую стадию развития [4, 13], а на более высоких отмет-

ках – пресноводные озера и болота, – архивы информации о колебаниях относительного уровня моря и динамике БЛ в голоцене [3, 9].

Регион исследований, объекты и методы

В качестве модели развития фиардово-шхерных берегов рассматривается побережье внутренней части фиарда, расчленяющего южный берег Кандалакшского залива, в окрестностях Беломорской биологической станции (ББС) МГУ имени Н.А. Перцова (рис. 1). Детальные исследования динамики берега выполнены в районе озера Кисло-сладкого – одного из наиболее изученных меромиктических водоемов Белого моря [4, 12].



Рис. 1. Положение участка исследований. Сплошной линией показана граница совмещенной ЦМР (рис. 2А), пунктиром – участка детальных работ (рис. 2Б).

Для создания совмещенной цифровой модели рельефа (ЦМР) и реконструкции динамики берега в районе озера Кисло-сладкого на прибрежной суше выполнены тахеометрическая, БПЛА и геоморфологическая съемки, а в акваториях губы Ругозерской, пролива Великая Салма и озера Кисло-Сладкого – эхолотные промеры. Современные донные осадки, наносы пляжей и приливных осушек и отложения прибрежных террас изучены методами полевого литологического описания и гранулометрического анализа. ЦМР создана в среде

ArcGIS путём интерполяции глубин в точках промеров, горизонталей с топографического плана масштаба 1:500 и топографической карты масштаба 1:25 000, а также контуров БЛ, соответствующей фазам полной и малой воды. Обработка участков модели, соответствующих рельефу суши, подводному рельефу морских акваторий и озера Кисло-Сладкого производилась отдельно. Методика подобных работ изложена в [5]. Визуализация ЦМР выполнена в пакете Surfer версии 13.03. Реконструкция динамики берега проведена на основе интерпретации поля высот/глубин и сопоставления строения рельефа и отложенных современной БЗ и прибрежных террас.

Результаты и их обсуждение

Губа Ругозерская и пролив Великая Салма занимают структурно предопределенные желоба, выполненные ледниковыми и морскими отложениями. Граница между акваториями проводится по Еремеевскому порогу. Он приурочен к приподнятому блоку фундамента, перекрытому мореной мощностью до 50 м [10]. По данным эхолотных промеров рельеф порога хаотичен, представляет собой сочетание моренных гряд и холмов, разделенных западинами и котловинами с глубинами до 20-22 м (рис. 2 А, Б). Дно пролива промыто приливными течениями. В узостях они эродировали морену, формируя валунные отмостки. На затишных участках накапливаются пески (от крупно-средне- до тонко-мелкозернистых) или более тонкие смешанные осадки. Нижняя граница БЗ в рельефе дна выражена не отчетливо и расположена на глубинах ~5 м на открытых берегах и ~1-1.5 м в волновой тени. Судя по составу наносов (тонко-мелкозернистые пески), гидродинамическая активность на ПБС не велика; сохраняются формы ледникового рельефа, сглаженные течениями и волнами.

Облик дна резко изменяется в приливно-отливной зоне (рис. 2 А, Б). На усиление размыва и транзита указывают выполаживание поверхности приливной осушки и малая (до 0.2-0.5 м) мощность наносов. Стационарные наблюдения [6-8] показали, что основные агенты денудации осушки – волны и припайные льды. Береговые аккумулятивные формы редки и представлены узкими песчаными и песчано-галечными пляжами, томболо и косами на отметках -0.5–0.75 м Балтийской системы высот (БСВ). Последние образуются там, где БЛ наследует конфигурацию ледниковых форм, а волновая активность относительно высока. На тех же участках на уровне «луговой террасы» (0.75-1.5 м) развиты косы, уже вышедшие из-под уровня регулярного затопления. Песчаная коса на отметках 1-1.5 м замкнула с севера котловину оз. Кисло-Сладкого (рис. 2 Б). При этом восточный пролив, мелеющий только за счет поднятия берега, расположен на отметках 0.7-0.75 м (рис. 2 Б). В сизигийные приливы сюда поступают морские воды. Скорость поднятия, судя по датам из подошвы торфа, перекрывшего прибрежно-морские пески [9], и превышению устья скважины над уровнем полной воды (рис. 2Б), была в последние 300-500 лет не менее 3 мм/год. Исходя из темпов поднятия, можно предположить, что северный пролив оз. Кисло-сладкого начал закрываться на ~100-150 лет раньше, чем восточный. Такую оценку косвенно подтверждает отсутствие косы на батиметрической карте съемки 1882 г. [1], т.е. около 180 лет назад. Вместе с тем, штормо-

вые нагоны редкой повторяемости достигают в губах, омывающих полуостров Киндо, 1-1.5 м БСВ, прорывая аккумулятивные формы и «омоложаивая» отчленившиеся водоемы [12, 13]. По устному сообщению Т.А. Бек, в 1963 г. косу пересекал ручей, через который в озеро поступали воды прилива; озеро было проливом, слабо сообщаемым с морем. Аналогичное строение имеет в настоящее время отчленившаяся лагуна в вершине губы Вонючая губка (рис. 2 Б).

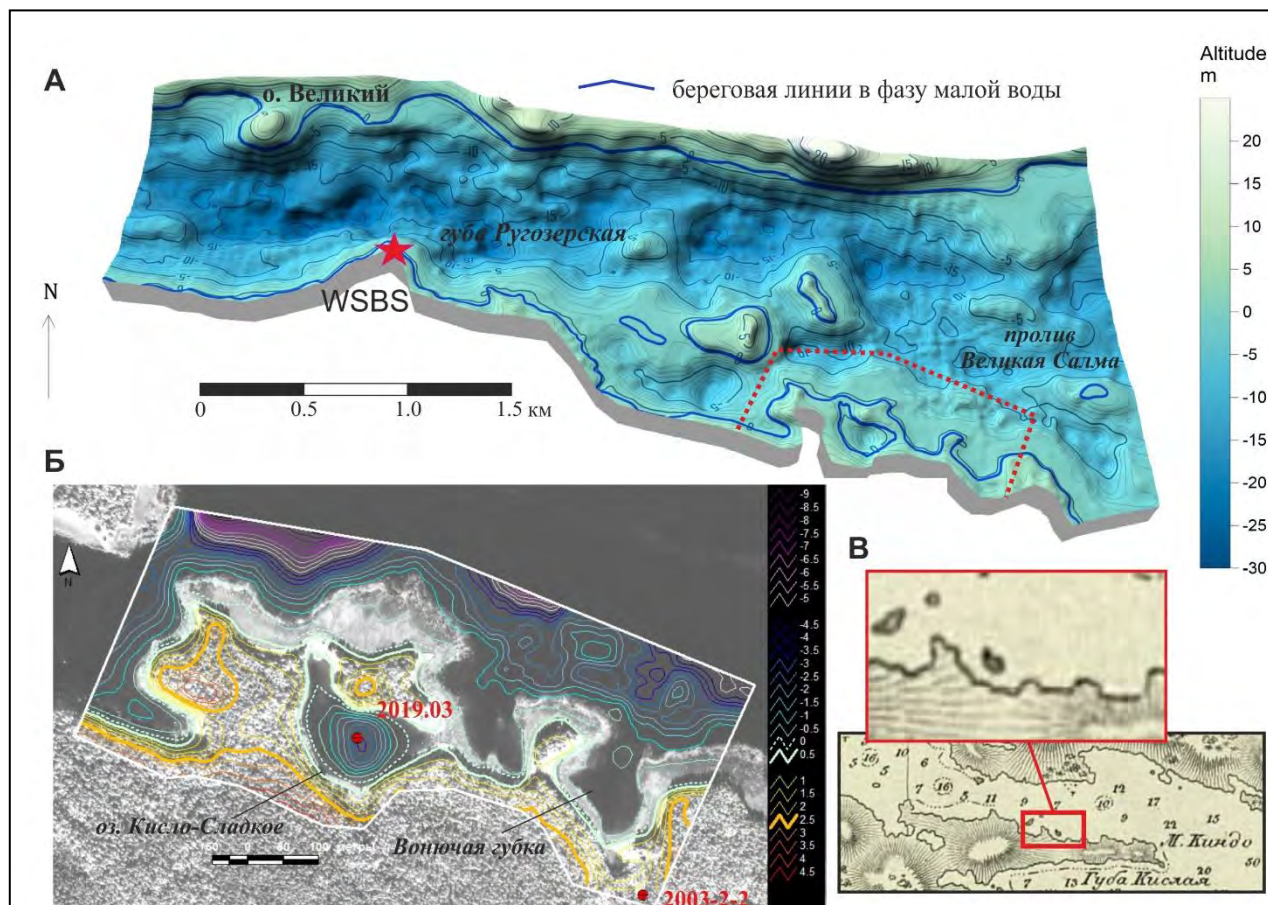


Рис. 2. Изображение побережья губы Ругозерской в районе оз. Кисло-сладкого на: совмещенной ЦМР (А), КС WorldView-1, съемки 2010 г. (Б) и батиметрической карте съемки 1882 г. [1] (В).

На фрагменте Б красными точками показано положение скважин ручного бурения, пробуренных в котловине оз. Кисло-сладкого (результаты аналитической обработки керна донных отложений см. в статьях О.С. Шиловой и Е.А. Вахромеевой и Г. Н. Лосяк с данным сборнике) и на побережье Вонючей губки (по [9]).

Выводы

1. Подводный рельеф фиардово-шхерных побережий, традиционно считавшихся мало измененными морем, заметно трансформируется в БЗ. 2. Выдвижение берега и обособление от моря проливов и заливов происходит за счет поднятия берега и образования небольших аккумулятивных форм; источником питания берега наносами являются ледниковые отложения. 3. Замыкание аккумулятивными формами может ускорить отчленение водоемов на 100-150 лет. 4. На основе анализа строения рельефа и оценки темпов поднятия в развитии ре-

льефа котловины оз. Кисло-сладкого выделяются 4 этапа. 1) Часть удлиненного пролива субширотной ориентировки; западный порог был замкнут за счет поднятия берега ~500-600 л.н. 2) Коленообразный пролив, включающий современную котловину озера с северным и восточными устьями; северное устье начало закрываться в результате поднятия и образования косы около 100-150 л.н. 3) Полуотчлененный пролив, сообщаящийся с морем через северный и восточный мелководные пороги (до ~1960-ых годов). 4) Котловина меромиктического водоема, сообщаемого в сизигийные приливы через мелководный восточный порог (настоящее время).

Благодарности

Работы выполнены в рамках тем ГЗ АААА-А16-116032810089-5, АААА-А16-116032810094-9 и ГЗ АААА-А16-116032810055-0 при поддержке проекта РФФИ 19-05-00966.

Литература

- [1] Атлас Белого моря сост. при гидрографическом депо Главного Морского Штаба Его Императорского Величества, по наблюдениям и промеру произведенным с 1827 по 1833 год под начальством капитан-лейтенанта Рейнеке. Лист 12. СПб.: Гидрографическое депо Главного морского штаба, 1933 г.
- [2] Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г. Берега. М.: Мысль. 1991. 479 с.
- [3] Колька В.В., Корсакова О.П. Положение береговой линии Белого моря и неотектонические движения на северо-востоке Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене // Система Белого моря. Т. IV. М.: Научный мир, 2017. С. 222-249.
- [4] Краснова Е. Д., Мардашова М. В. Как морской залив превращается в озеро // *Природа*. 2020. № 1. С. 16-27.
- [5] Репкина Т.Ю., Аляутдинов А.Р., Корзинин Д.В., Луговой Н.Н., Романенко Ф.А., Энтин А.Л. Эволюция рельефа фиардово-шхерных побережий по данным крупномасштабного геоморфологического картографирования дна и берегов в окрестностях ББС имени Н.А. Перцова (Кандалакшский залив Белого моря) // Труды VII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)». Т. 4. ООО ПолиПРЕСС: Тверь, 2019. С. 181-184.
- [6] Репкина Т.Ю., Ефимова Л.Е., Косевич Н.И. и др. Динамики фиардово-шхерных берегов по результатам мониторинга на ББС МГУ в 2009-2016 гг. (губа Ругозерская Кандалакшского залива Белого моря) // Материалы Всероссийской научной конференции «Поздне- и постгляциальная история Белого моря: геология, тектоника, седиментационные обстановки, хронология»: сборник статей. КДУ, Университетская книга: М., 2018. С. 115-121.
- [7] Репкина Т. Ю., Шевченко Н. В., Косевич Н. И. Живые камни // *Природа*. 2013. № 2. С. 113-116.

- [8] Романенко Ф.А., Репкина Т.Ю., Ефимова Л.Е., Булочникова А.С. Динамика ледового покрова и особенности ледового разноса на приливных осушках Кандалакшского залива // *Океанология*. 2012. Т. 52, № 5. С. 1-12.
- [9] Романенко Ф.А., Шилова О.С. Послеледниковое поднятие Карельского берега Белого моря по данным радиоуглеродного и диатомового анализов озёрно-болотных отложений полуострова Киндо // *ДАН*. 2012. Т. 442, № 4. С. 544-548.
- [10] Старовойтов А.В., Токарев М.Ю., Терехина Я.Е., Козуница Н.А. Строение осадочного чехла Кандалакшского залива Белого моря по данным сейсмоакустики // *Вестник Московского университета. Серия 4: Геология*. 2018. № 2. С. 81-92.
- [11] Терехина Я.Е., Токарев М.Ю., Шевченко Н.В., Козуница Н.А. Происхождение подводных поднятий губы Ругозерская и пролива Великая Салма (Кандалакшский залив) // *Вестник Московского университета. Серия 4: Геология*. 2017. № 2. С. 51-56.
- [12] Dreßler, M., Schult, M., Schubert, M. et al. Basin elevation and salinity changes: late Holocene development of two freshwater lakes at the Karelian White Sea coast, northwest Russia as reflected in their sediments. *Hydrobiologia* 631, 247–266 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9814-9>.
- [13] Krasnova E., Voronov D., Frolova V, Pantyulin A., and Samsonov T. Salt lakes separated from the White sea. *EARSeL eProceedings*, 14(S1): 8-22, 2015. DOI: 10.12760/02-2015-1-02.
- [14] Terekhina Y.E. , Barymova A.A. , Isachenko A.I. et al. Geomorphological and habitat mapping of the glaciated shelf (the Velikaya Salma strait of the Kandalaksha gulf of the White sea, Russia) // *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat (Second Edition)*. Chapter 39. Elsevir Science B.V.: Amsterdam, Netherlands, 2019. P. 655-673.

S u m m a r y. On the southern coast of the Kandalaksha Gulf of the White Sea, in the land-sea transition zone, echo-sounding tacheometric and geomorphological were performed. A combined digital elevation model (DTM) of the coast and the bottom were compiled. It is shown that the fiardskerry shores, which were considered to be slightly altered by the sea, are rebuilt under the action of waves, currents, and landfast ice. Separation of bays and straits from the sea occurs as a result of a post-glacial uplift of the coast and closure of water bodies by braids and embankments. The study allows to determine that the creation of the spits made the process of lakes separation by 100-150 years.

МИКРОБНЫЕ ПРОЦЕССЫ И МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА В ВОДОЕМАХ ВОРОНОК ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

А.С. Саввичев^{1*}, В.В. Кадников¹, Ю.А. Дворников², А.В. Хомутов^{2,3}

¹*Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва,
Savvichev@mail.ru*

²*Институт криосферы Земли, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень,*

³*Тюменский государственный университет, международный университет криологии
и криософии*

MICROBIAL PROCESSES AND MICROBIAL COMMUNITIES IN THE WATER-MAX OF THE GAS EMISSIONS OF THE YAMAL PENINSULA

A.S. Savvichev^{1*}, V.V. Kadnikov¹, Yu.A. Dvornikov², A.V. Chomutov^{2,3}

¹*Institute of Microbiology named after S.N. Vinogradsky FIC Biotechnology RAS, Moscow*

²*Institute of the Earth Cryosphere, Tyumen Scientific Center of the SB RAS, Tyumen*

³*Tyumen State University, International University of Cryology and Cryosophy*

Аннотация. Впервые проведены микробиологические и биогеохимические исследования водоемов, расположенных в воронках газовых выбросов (полуостров Ямал). Определена общая численность микроорганизмов в водной толще. Определены интенсивности ключевых микробных процессов: метаногенеза, метаноокисления и сульфатредукции. Определен изотопный состав углерода метана и органического вещества в водной толще и поверхностном слое донных осадков. В результате молекулярного анализа последовательностей генов 16S рРНК были охарактеризованы микробные сообщества воды и донных осадков. Показано, что количество и разнообразие архей в осадках водоемов воронок газовых выбросов ниже, чем в фоновых (контрольных) водоемах.

Ключевые слова: воронки газового выброса, растворенный метан, микробные процессы, микробные сообщества, изотопный состав углерода.

Введение

Воронки газового выброса (ВГВ) – недавно открытые уникальные природные объекты. Первая воронка газового выброса была обнаружена на Центральном Ямале, она образовалась в результате взрыва в верхних горизонтах многолетнемерзлых пород в октябре 2013 г. [7]. Воронка расположена в 40 км от газовых скважин Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения. В последующие годы ВГВ были найдены на полуостровах Гыдан и Ямал. В зарубежных публикациях воронки разной морфологии и возраста называются газоэмиссионными кратерами (ГЕК). ВГВ не имеют аналогов на суше, однако ряд исследователей считают, что ВГВ похожи на морфологически сходные объекты, найденные на морском дне, известные как rockmarks [8].

В последние годы ВГВ были активно исследованы геоморфологами, геологами, криогеологами с целью определения их генезиса, а главное с целью прогноза их возникновения [5, 6, 2]. Поскольку ВГВ не были исследованы ранее, возникла необходимость поиска индикаторов, указывающих на озера или другие формы рельефа, которые возникли в результате формирования ВГВ в прошлом. Хорошо известно, что эволюция ВГВ, по крайней мере, в течение первых нескольких лет после их появления, превращает их в озера. Изначально глубокие кратеры (впадины), заполненные отложениями от их разрушающихся

стен, заполняются водой и осадками и, через некоторый период времени, мало отличаются от многочисленных озер, расположенных в зоне вечной мерзлоты.

Одним из возможных показателей происхождения озера является высокое содержание растворенного метана в озерной воде [7]. Метан выделяется из-за оттаивания вечной мерзлоты, а также образуется в современных донных осадках в результате деятельности метаногенных архей. В зависимости от происхождения метана, различается изотопный состав углерода метана ($\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$) отличается [9]. Микробное окисление метана (как аэробного, так и анаэробного) в толще воды и отложений приводит к преимущественному потреблению метана с изотопно легким углеродом [3], что обогащает новообразованное органическое вещество легким ^{12}C изотопом. Остаточный метан обогащается ^{13}C изотопом. В результате изотопный состав углерода метана ($\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$) и углерода органического вещества ($\delta^{13}\text{C}-\text{C}_{\text{org}}$) являются показателями геохимических последствий микробных процессов [4]. Разнообразие микробных сообществ, участвующих в процессах цикла метана в этих озерах, не изучено.

Мы полагаем, что озера, образованные в ВГВ и имеющие разный возраст, отличаются от термокарстовых или иных экзогенных озер разнообразием и активностью микробных сообществ. В настоящем сообщении приводятся первые данные о микробиологических и биогеохимических исследованиях активности микробных процессов цикла метана и составе микробных сообществ двух водоемов ВГВ и двух «фоновых» водоемов иного происхождения.

Объекты и методы

Отбор проб был проведен в двух озерах ВГВ и двух фоновых озерах полуострова Ямал в апреле 2016 года. ВГВ-1 (сформирован в октябре 2013 г) и ВГВ-2 (сформирован в октябре 2012 г). ВГВ-1 представляла собой круглое озеро правильной формы диаметром 45,0-55,0 м, окруженное вертикальными стенками высотой до 6,0 м. Фоновые озера различались по степени береговой эрозии, а также особенностям береговых отложений. Отбор проб был проведен с поверхности льда в апреле 2018 года. Вода и донные отложения были отобраны из лунок, пробуренных в ледовом покрове. Отбор пробы воды осуществлялся с помощью батометра. Донные осадки (колонки длиной до 340 мм) собирали с помощью лимнологического стратометра. Все последующие процедуры, включая микробиологические, радиоизотопные и изотопно- геохимические и молекулярно-экологические подробно изложены в [10].

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлены средние концентрации растворенного метана в придонных водах (а) и донные отложения (б) всех изученных озер: фоновые озера (LK001, LK015) и водоемы ВГВ (ВГВ -1, ВГВ -2).

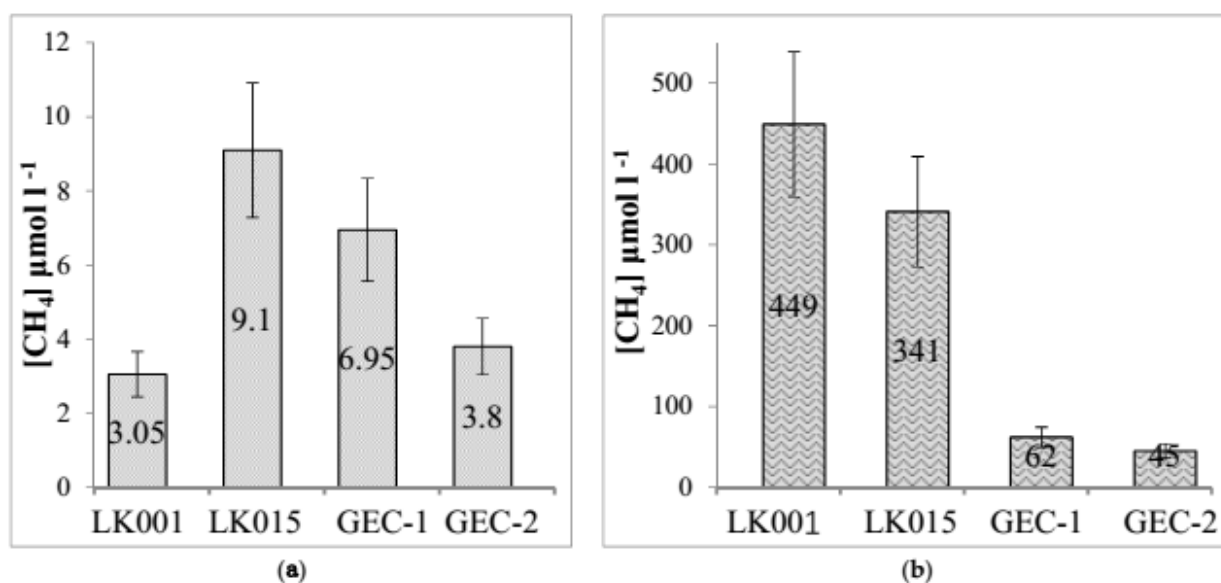


Рис. 1. Средняя концентрация растворенного метана в придонных водах и донных отложениях.

Изотопный состав углерода метана в придонной воде и донных осадках всех исследованных озер варьировал от $-89,1\%$ до $-71,3\%$. Важно, что углерод метана в осадках фоновых озер был изотопно легче ($\delta^{13}\text{C CH}_4 = -89\%$ / -84%) чем углерод метана из придонной воды всех озер ($\delta^{13}\text{C CH}_4 = -72\%$ / -71%). Интенсивность окисления метана в верхнем слое донных осадков фоновых озер немного превышала соответствующие показатели в водоемах ВГВ ($131 \div 179 \text{ nmol l}^{-1} \text{ day}^{-1}$). Общая численность микроорганизмов в придонной воде изученных озер была весьма низкой ($150 \div 420 \times 10^3 \text{ cell ml}^{-1}$). Во всех исследованных образцах преобладали мелкие кокки ($0,4 \div 0,5 \text{ }\mu\text{m}$) и короткие палочки ($0,4 \div 0,8 \text{ }\mu\text{m}$).

Микробные сообщества придонной воды фоновых озер и озер ВГВ были довольно схожими. Большая доля микроорганизмов составила бактерии – $99,97\text{-}99,06\%$ от общего числа считываний 16S рРНК. Среди них наибольшая относительная численность была связана с *Actinobacteria* ($30,42\text{-}41,4\%$), *Bacteroidetes* ($4,62\text{-}17,73\%$), *Betaproteobacteria* ($11,37\text{-}23,99\%$) и *Gammaproteobacteria* ($15,23\text{-}47,53\%$). *Acidobacteria* составляли более 3% только в воде LK015; на все остальные бактериальные таксоны приходилось менее 3%. Представители типов *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*, *Nitrospirae*, *Epsilonproteobacteria*, *Chloroflexi* и SR1 составляли небольшую часть микробных сообществ в озерной воде с вкладом каждого таксона $<1\%$. Остальные археи были представлены в основном некультивируемыми формами.

Археи имели наибольшую относительную численность в отложениях обоих фоновых озер ($50\text{-}59\%$ от общего числа считываний 16S рРНК). В то время как в отложениях ВГВ археи достигали только 11%. Другими таксонами, распространенными в донных отложениях, были *Bacteroidetes* ($16,6\text{-}26,3\%$), *Betaproteobacteria* ($1,3\text{-}21\%$), *Acidobacteria* ($0,9\text{-}17,8\%$) и *Actinobacteria* ($3,9\text{-}5\%$ только в отложениях ГЭК). Представители типов *Firmicutes*,

Alphaproteobacteria, *Verrucomicrobia*, *Chloroflexi* и *Planctomycetes* составляли в отложениях менее 1%.

Выводы

Изученные Ямальские озера имеют сходство с тундровыми и бореальными озерами, расположенными в других районах зоны вечной мерзлоты. Медленные микробные процессы характерны для обоих типов озер (ВГВ и фоновые). В микробных сообществах обоих типов изученных озер преобладали таксоны, встречаемые в термокарстовых озерах и других местах обитания, подверженных вечной мерзлоте. Оба типа изученных озер были заселены аэробными метанотрофами рода *Methylobacter*: наиболее известными метанотрофами, обитателями различных пресноводных сред, включая бореальные термокарстовые и нетермокарстовые озера. Концентрации метана в отложениях фоновых озер находились в широком диапазоне концентраций, известных для мезотрофные и дистрофные озер бореальной зоны.

В то же время озера ВГВ существенно отличались от фоновых низкими показателями активности анаэробных процессов (метаногенез и сульфатредукция), а также низким разнообразием и численностью метаногенных архей в донных отложениях.

Археи, детектированные нами в озерах ВГВ, были, вероятно, аллохтонной микробиотой, смытой с поверхности почвы. Таким образом, озера ВГВ можно осторожно отличить от других экзогенных озер на основе их слабой метаногенной активности. Можно предварительно предположить, что очень медленные скорости анаэробных микробных процессов связаны с тем, что специфическое микробное сообщество донных отложений ВГВ находится на стадии формирования. Этот вывод может распространяться не только на озера ВГВ, но и на вновь образованные термокарстовые озера.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке проектов РФФИ 18-05-60222 «Арктика» и МК-3751.2019.5. Экспедиционные работы выполнены при поддержке Российского центра освоения Арктики (г. Салехард). Исследования активности микробных процессов и состава микробных сообществ выполнены при поддержке проекта РНФ 16-14-10201.

Литература

- [1] Кизяков А.И., Сонюшкин А.В., Лейбман М.О., Зимин М.В., Хомутов А.В. Геоморфологические условия образования воронки газового выброса и динамика этой формы на Центральном Ямале // Криосфера Земли. 2015. Т. IX. No 2. С. 15-25.
- [2] Bogoyavlensky V.I., Bogoyavlensky I.V., Nikonov R.A., Sizov O.S. Remote identification of areas of surface gas and gas emissions in the Arctic: Yamal Peninsula. *Arct. Ecol. Econ.* 2016, 3, 4-15.
- [3] Hamdan, L.J., Gillevet P.M., Pohlman J.P., Sikaroodi M., Greinert, J., Coffin R.B. Diversity and biogeochemical structuring of bacterial communities across the

Porangahau ridge accretionary prism, New Zealand. *FEMS Microbiol. Ecol.* 2011, 77, 518-532.

[4] Heuer V.B., Pohlman J.W., Torres M.E., Elvert M., Hinrichs K.-U. The stable isotope biogeochemistry of acetate and other dissolved carbon species in deep seafloor sediments at the northern Cascadia Margin. *Geochem. Cosmochim. Acta* 2009, 73, 3323–3336.

[5] Kizyakov A.I., Sonyushkin A., Leibman M.O., Zimin M.V., Khomutov A.V. Geomorphological conditions of the gas-emission crater and its dynamics in Central Yamal. *Earth Cryosphere* 2015, 2, 15-25.

[6] Kizyakov A., Khomutov A., Zimin M., Khairullin R., Babkina E., Dvornikov Y., Leibman M. Microrelief associated with gas emission craters: Remote-sensing and field-based study. *Remote Sens.* 2018, 10, 677.

[7] Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Streletsкая I.D. New permafrost feature – deep crater in Central Yamal, West Siberia, Russia, as a response to local climate fluctuations // *Geography, environment, sustainability.* 2014. V. 7(4). P. 68-80.

[8] Leibman M.O., Dvornikov Y.A., Khomutov A.V., Babkin, E.M., Babkina E.A., Vanshtein B.G., Kizyakov A.I., Oblogov G.E., Semenov P.B., Streletsкая I.D. Hydrochemical features of water in lakes and gas-emission craters embedded in the marine deposits of West-Siberian north. In *Proceedings of the XXII International Conference on Marine Geology, Moscow, Russia, 20–24 November 2017.*

[9] Sassen R., MacDonald I.R. Hydrocarbons of experimental and natural gas hydrates, Gulf of Mexico continental slope. *Org. Geochem.* 1997, 26, 289–293.

[10] Savvichev A., Leibman M., Kadnikov V., Kallistova A., Pimenov N., Ravin N., Dvornikov Y., Khomutov A. Microbiological Study of Yamal Lakes: A Key to Understanding the Evolution of Gas Emission Craters. *Geosciences.* 2018, 8(12), 478.

S u m m a r y. For the first time, microbiological and biogeochemical studies of water reservoirs located in the funnels of gas emissions (Yamal Peninsula) were carried out. The total number of microorganisms in the water column was determined. The rates of key microbial processes were determined: methanogenesis, methane oxidation, and sulfate reduction. The isotopic composition of carbon methane and organic matter in the water column and surface layer of bottom sediments was determined. As a result of molecular analysis of the 16S rRNA gene sequences, microbial communities of water and bottom sediments were characterized. It is shown that the number and variety of archaea in the sediments of reservoirs of funnels of gas emissions is lower than in the background (control) water reservoirs.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИМНОЛОГИЯ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ГЕОГРАФИИ

Д.В. Севастьянов

СПбГУ, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург, ecolim@mail.ru

LANDSCAPE-ECOLOGICAL LIMNOLOGY AS AN INTERDISCIPLINARY DIRECTION IN GEOGRAPHY

D.V. Sevastianov

SPbSU, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg

Аннотация. Ландшафтно-экологическая лимнология изучает озеро как *водную геосистему (лимносистему)*, развивающуюся во взаимосвязи с береговыми ландшафтами, и представляющую составную часть зональной ландшафтной структуры территории. Гидрохимические и гидробиологические особенности озера, накопленные в озерной котловине донные отложения содержат разнокачественную *информацию* об изменении состояния ландшафтной среды в бассейне озера на протяжении всего времени существования водоёма. Палеолимнологические исследования дают возможность реконструировать историю развития ландшафтов водосборного бассейна озера.

Ключевые слова: озеро, ландшафт, лимносистема, эволюция, информация, палеолимнология.

Введение

Согласно определению основателя альпийской школы озероведения – А. Фореля (1901), *лимнология* – это географическая наука, объединяющая физические, химические и биологические сведения об озере. В соответствии с определением современной гидрологии суши, «озеро – это естественный водоем с замедленным водообменом, существующий в углублении рельефа на поверхности суши, не имеющий непосредственной связи с Мировым океаном» [1]. В ландшафтоведении – озеро обычно рассматривается как *аквальная экосистема* в окружающем ландшафте на уровне *водного урочища*. Ландшафтно-экологическая лимнология изучает озеро как *водную геосистему (лимносистему)*, как природную накопительную систему, развивающуюся во взаимосвязи с окружающей ландшафтной средой, представляющую составную часть ландшафтной структуры территории [10].

Объекты и методы ландшафтно-эколимнологических исследований

Ландшафтно-эколимнологические исследования включают комплекс ландшафтных, гидрологических, геоморфологических, гидробиологических, геохимических, литологических, палеоэкологических, палеолимнологических и некоторых других аналитических методов, позволяющих дешифровать современную экологическую и палеогеографическую информацию, содержащуюся в формах рельефа берегов озера и ландшафтов бассейна, в водной и биологической среде, и в донных отложениях озер. Лимносистема представляет собой сложную гетерогенную структуру. Она состоит из: озерной котловины, сложенной коренными горными породами; водной массы, заполняющей эту котловину; животных и растительных организмов (гидробионтов), населяющих водную массу; донных озерных отложений разного генезиса, выстилающих дно озерной котловины. В ландшафтном отношении каждая *озерная геосистема* средней площади чаще всего рассматривается как «озерное урочище» в струк-

туре ландшафтов водосборного бассейна. Высокая *озерность* или скопление озер на определенной территории характеризует собой *озерный ландшафт* (например, Карельский перешеек в Ленинградской области, Республика Карелия, Финляндия). Озерность ландшафта – это отношение суммарной площади поверхности озер к площади окружающей ландшафтной территории, выраженная в %. (например, озерность территории Финляндии достигает 20%) [13]. В ландшафтоведении обычно не рассматриваются подводные, субаквальные ландшафты и урочища как продолжение наземных ландшафтных структур. Поэтому на ландшафтных картах площади озер выделяются упрощенно, одним цветом (*голубым* – пресноводные или *розовым* – солоноводные). Ландшафтная лимнология изучает озерные (аквальные) геосистемы, как часть структуры окружающих ландшафтов, с учетом круговорота вещества и энергии и коэволюции озерных геосистем с ландшафтами водосборного бассейна. Исследуется комплекс рельефа и осадков озерной котловины, как единой природной системы, отражающий происхождение и историю развития озера, подводные и прибрежные растительные сукцессии в котловине озера и на территории водосбора, что позволяет выявить особенности их эволюции лимносистем в ходе геологического и исторического развития [4].

Обсуждение. Зональные закономерности накопления вещества в озерных котловинах

Зональные характеристики озерных экосистем и закономерности круговорота вещества и энергии в озерах рассматривались в классических работах [1, 4, 13, 14]. Характер накопления вещества в озерных котловинах обусловлен особенностями сезонного стока, водным балансом водоемов и формой котловины. В *гумидных* ландшафтах тундры, лесотундры, лесов умеренного пояса и лесостепи, во влажных тропиках, в результате накопления вещества в озерных котловинах, обычно сокращается объем водной массы озер и *проточные* пресноводные водоёмы, как правило, заболачиваются и преобразуются в торфяники и верховые болота. В *аридных* ландшафтах сухих тропиков, степей и пустынь, повсеместно распространены *бессточные*, солоноводные озера. Их развитие сопровождается накоплением минеральных солей в донных отложениях. Такие лимносистемы (галинного типа) в ходе эволюции преобразуются в солончаки. Циклические колебания увлажненности климата могут изменять направленность процессов, протекающих в озерах как аридных, так и гумидных регионов [12].

Таким образом, природная функция озерных котловин состоит в *накоплении* водных масс и озерных осадков. Накопление вещества и энергии в водоёме сопровождается накоплением информации о палеогеографических условиях «среды обитания» озерной геосистемы. Водные массы озера характеризуются постоянным обновлением, как в проточных, так и в бессточных озерах (через русловой и подземный сток и испарение с поверхности водоема). Озерные осадки накапливаются в озерной котловине постоянно в течение всей геологической истории водоема. Со временем они способны заполнить котловину. Поэтому озера рассматриваются, как природные *расходно-накопительные* систе-

мы. В зависимости от размеров озерной котловины (площади и глубины), время существования большинства озер (лимносистем) обычно исчисляется первыми десятками тысяч лет. Крупные глубоководные озера (Байкал, Танганьика, Великие Американские озера, Ладога, Онега и др.) существуют сотни тысяч и миллионы лет. Формирующиеся в озерной котловине донные отложения поступают в озеро разными путями: воздушным (пыль), водным (речные наносы, аллювий), образуются внутри водоема в результате разложения биомассы гидробионтов (это – сапропели и торф) [4]. Геохимический состав и строение осадков, скорость осадконакопления изменяются в процессе геологической эволюции озера. В конечном итоге развития озера его котловина заполняется минеральными и органическими веществами, *аллохтонного* (внешнего) и *автохтонного* (внутреннего) происхождения. По мере накопления донных отложений глубина озера уменьшается, объем водной массы сокращается, биомасса гидробионтов возрастает, озерная котловина заполняется минеральными и органическими веществами – продуктами руслового стока и распада органического вещества гидробионтов. В результате увеличения первичной продукции и общей биопродуктивности и биомассы гидробионтов в озере, в результате жизнедеятельности организмов растет содержание гумуса - растворенных органических веществ в водной массе (преимущественно азота (N) и фосфора (P), иногда – серы (S) и других биогенных веществ [3, 5, 6].

В начале XX века А. Тинеман (Германия) и Э. Науман (Швеция) показали возможность подразделения водоёмов на биолимнологические типы по степени кормности (трофии) [14, 17]. В ходе развития лимносистемы наблюдается эволюционный процесс *природного евтрофирования* озер: переход водных массы озер из *олиготрофного* (малокормного), в *мезотрофное*, в *евтрофное* (многокормное) состояния, занимающий тысячи лет [6, 13]. В результате своего развития озерная котловина заполняется осадками, заболачивается, в ней начинается процесс торфообразования и озеро превращается в болото. Так происходит эволюционный переход озерной формации в болотную.

Информационная сущность озерных ландшафтов и лимносистем

Озеро, озерная геосистема или *лимносистема* зарождается и развивается в определенной ландшафтной среде и обладает способностью накапливать, перерабатывать и сохранять в *информацию* об изменениях в озерной котловине и в окружающих ландшафтах в донных осадках. Донные отложения, накопленные в озерной котловине содержат разнокачественную *информацию* об изменении состояния ландшафтной среды в бассейне озера на протяжении всего времени существования водоёма. Качество водных масс, видовой состав гидробионтов, и особенно – состав и строение донных отложений, несут комплекс информации об особенностях долговременных изменений природной среды: солнечной радиации, жидкого и минерального стока, состава растительности на водосборе озера, стихийных природных процессов и, наконец, антропогенных воздействий. Нельзя не отметить, что химический (ионный) состав водных масс и степень минерализации вод озера могут нести информацию, например, об особенностях климата и геохимического фона водосбора, о поступающих в

озеро атмосферных и водных загрязнений природного и антропогенного характера, что и влияет на химический состав и минерализацию и озерных вод и донных осадков озера. [1, 11, 13]. В отличие от транзитных водных масс, донные озерные отложения, аккумулируемые год за годом, создают непрерывную летопись фоновых природных условий, через накопление спор и пыльцы растений, выпадающих на поверхность озера и приносимых притоками. Формируемый состав и строение донных отложений отражают длительные по времени изменения природных процессов [7, 11, 15]. Озерные отложения могут сохранять следы разных катастрофических событий в бассейне озера, которые сопутствовали жизни и эволюции лимносистемы. Поэтому озеро и его водосбор исследователи рассматривают как единую сопряженную природную систему [4, 9]. На основе связи осадконакопления в горных озерах с эрозионными и денудационными процессами в горах существуют оценки денудации гор по скорости осадконакопления в озерах [8].

Все *информационные сигналы*, приходящие из окружающей среды на определенных отрезках времени, фиксируются в водной массе озера, трансформируются и накапливаются в донных отложениях озера, составляя информационную базу для палеолимнологических исследований и разработки палеогеографических реконструкций [11, 12, 16] (рис. 1).



Рис. 1. Основные внешние информационные сигналы, поступающие в озерную накопительную систему (лимносистему) [по 12].

Заключение

Таким образом, следует подчеркнуть, что главная природная функция озерных котловин – накопительная. Они являются коллекторами и накопителями разнообразного материала, который транспортируется и накапливается на дне озерной котловины в ходе длительного процесса стока и *седиментации* – осаждения озерных отложений. В итоге это приводит к заполнению озерной котловины аллохтонными и автохтонными осадками и превращению озера в болотную или зандровую (в горных условиях) природную формацию. Этот геологический процесс озерной седиментации происходит на фоне колебаний климата, тектонических и вулканических проявлений, изменений характера растительности и ланд-

шафтов водосбора озера под влиянием природных и антропогенных факторов. Все ландшафтные и лимнологические изменения природной среды в прошлом (климатические, гидрологические, литологические, тектонические и др.) так или иначе, отражаются на водном балансе озера и процессах седиментации, формируя разнокачественную *горизонтальную слоистость* озерных донных отложений (рис. 2).



Рис. 2. Озерно-ледниковые слоистые отложения в бассейне Ладожского озера (фото Н.Н. Верзилина).

Нарушение горизонтальной слоистости озерных отложений на отдельных участках озерной котловины может свидетельствовать о проявлении локальных стихийных процессов (землетрясениях, подводных оползнях и др.) [2, 7, 10]. Состав и строение донных отложений - (гранулометрический и химический состав, споры и пыльца, диатомеи, плоды растений, раковины и створки моллюсков, фрагменты растительности, чешуя рыб и др. погребенные остатки) – основа реконструкции палеоэкологических условий развития лимносистем. Для изучения образцов с разных горизонтов донных осадков применяют бурение донных отложений озер или послойный отбор образцов из береговых обнажений древних озерных осадков. Наличие органических остатков в озерных отложениях позволяет получить абсолютные датировки возраста отдельных слоев (по C^{14}). Извлечением комплексной палеогеографической информации о геологическом и историческом прошлом озер и её расшифровкой с помощью разных аналитических методов (минералогических, геохимических, палеобиологических, палеогеографических и др.), которые позволяют выявить важнейшие изменения климата, водного баланса и структуры растительности в бассейне озера в прошлом занимается наука *палеолимнология* [11, 12, 18].

Палеолимнологическая информация на основе комплексного анализа донных отложений озер становится всё более актуальной и востребованной в разных областях знания в связи с современными изменениями климата и ландшафтов, с проблемами прогнозирования развития природных систем и возможных последствий антропогенного воздействия на ландшафты и водные объекты.

Литература

- [1] *Богословский Б.Б.* 1960. Озероведение. Л. 335 с. 2.
- [2] *Верзилин Н.Н., Севастьянов Д.В.* 2001. Следы голоценовых землетрясений в Приладожье // Доклады РАН, том 381, №2, С. 255-258.
- [3] *Винберг Г.Г.* 1960. Первичная продукция водоемов. Минск, Изд. АН БССР. 329 с.
- [4] *Драбкова В.Г., Сорокин И.Н.* 1979. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л., Наука. 256 с.
- [5] *Китаев С.П.* 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский Научный Центр РАН 395 с.
- [6] *Науменко М.А.* 2015. Эвтрофирование озер и водохранилищ. СПб: Изд. РГГМУ. 102 с.
- [7] *Сапелко Т.В.* 2015. Значение непыльцевых палиноморф в палинологических исследованиях озерных отложений // Материалы LXI сессии палеонтологического общества. С-Петербург, 13-17.04.2015, Изд-во ВСЕГЕИ, СПб, с. 110-112
- [8] *Севастьянов Д.В.* 2002. Осадконакопление в горных озерах Центральной Азии, как отражение денудации гор. // Изв. РГО, 2002, т. 134, вып.2. С. 31-40.
- [9] *Севастьянов Д.В., Селиверстов Ю.П.* 2003. Пространственно-временная структура лимно-гляциальных комплексов гор и равнин // Вестник СПбГУ, сер.7, 2003, вып.2, с. 33-39.
- [10] *Севастьянов Д.В., Субетто Д.А., Сикацкая Е.Д., Степочкина О.Е.* 2001. Особенности эволюции озерно-речной сети в бассейне Ладожского озера в голоцене // Вестник СПбГУ, сер.7, 2001, вып.1, С. 88-100.
- [11] *Субетто Д.А.* 2009. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб. Изд. РГПУ им. А.И. Герцена. 339 с.
- [12] *Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Сапелко Т.В., Бойнагрян В.Р., Греков И.М.* 2017 Озера как накопительные информационные системы и индикаторы климата // Астраханский вестник экологического образования 2017, №4 (42) С. 4-14.
- [13] *Хатчинсон Д.* 1969. Лимнология. М.: Прогресс. 592 с.
- [14] *Naumann E.* 1932. Grundzuge der regionale Limnologie. Binnengewasser. 11 291-323.
- [15] *Tarasov P., Pushenko M., Harrison S., Subetto D. et all.* 1996. Lake Status Record from Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of Database/ Second version // Publ. Ser. Report No.5/ Boulder, Colorado, USA. 224 p.
- [16] *Tarasov P., Volkova E., Webb T., Guiot J., Andreev A., Sevastyanov D. et. all.* 2000. Last glacial maximum biomes reconstructed from pollen and plant macrofossil data from Northern Eurasia // Journal of Biogeography. 28, 2000. P. 609-620
- [17] *Thienemann A.* 1925. Die Binnengewasser Mitteleuropas. Binnengewasser. 1:1-255.
- [18] *Prentice C., Jolly D., Tarasov P., Sevastyanov D. et. all.* 2000. Mid-Holocene and glacial maximum vegetation geography of the Northern continents and Africa (BIOME-6000) // Journal of Biogeography, 27, p. 507-519.

S u m m a r y. The main positions of landscape limnology are considered. Landscape's or ecological limnology studies the lake as a water geosystem (limnosystem) developing in connection with coastal landscapes, which is an integral part of the landscape structure of the territory. The bottom sediments accumulated in the lake basin during the existence of the lake contain different-quality information about the change in the state of the landscape environment in the lake basin during the entire life of the reservoir. Paleolimnological studies make it possible to reconstruct the history of development of the landscape of the catchment basin of the lake.

ПРИЗНАКИ УМЕНЬШЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА НА ПОЛУОСТРОВЕ ЯМАЛ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

А.Ю. Сидорчук, А.М. Тарбеева
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, fluvial05@gmail.com

THE EVIDENCES OF THE RIVER RUNOFF DECREASE ON THE YAMAL PENINSULA: PRELIMINARY DATA

A.Yu. Sidorchuk, A.M. Tarbeeva
Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. В бассейнах отдельных рек Ямала несколько сотен лет назад произошло уменьшение ширины и шага излучин русла. Уменьшение было значительным и весьма неравномерным по площади бассейнов. Наиболее вероятной причиной этого является общее уменьшение стока воды и, одновременно, увеличение зарегулированности стока и уменьшение высоты половодий.

Ключевые слова: изменение морфологии русел рек, речной сток, высота половодий, безопасность сооружений и окружающей среды.

Введение

Для территории Арктики характерно наличие в речных долинах многочисленных свежих следов уменьшения речного стока в недавнем прошлом. К основным из них относятся: 1) наличие на пойме фрагментов староречий с шагом излучин и шириной древнего русла больше современных; 2) ширина современного русла существенно меньшая (более чем в 10 раз) шага излучин и наличие низкой поймы в днищах таких больших излучин; 3) вторичные формы такого узкого русла (изгибы, острова, четковидные расширения) на фоне больших излучин [4]. На полуострове Ямал в отдельных речных бассейнах отмечаются все перечисленные признаки уменьшения речного стока, а их хорошая сохранность в условиях быстрого изменения флювиального рельефа криогенными процессами говорит об их возникновении в сравнительно недавнем прошлом. Так как поймы рек Ямала активно используются под строительство объектов инфраструктуры газовых месторождений [1], их гидрологический режим имеет большое значение для степени безопасности как этих сооружений, так и окружающей среды.

Объекты и методы

Рассмотрим две группы речных бассейнов: 1) рек Морды-Яха и Се-Яха (западная), на поймах которых расположены объекты Бованенковского ГКМ и 2) Пясядэй-Яха, Хэбидя-Яха и Верхняя Паюта-Яха (Сетная), где расположены объекты Новопортовского месторождения. На первом этапе исследований основными являются морфометрические методы – измерение шагов древних и современных излучин русел, ширин этих русел [2]. Так как средние шаг излучин L и ширина русла W связаны прямой линейной зависимостью, соотношения этих древних (индекс «д») и современных (индекс «с») морфометрических характеристик можно рассматривать как единый массив и использовать их средние весовые значения

$$R = \frac{1}{N_W + N_L} \left(N_W \frac{W_D}{W_C} + N_L \frac{L_D}{L_C} \right) \quad (1)$$

Если основной причиной изменения размеров русел рек является изменение их водоносности (в первую очередь, уменьшение максимальных расходов воды Q_{max}), то это соотношение является индикатором степени уменьшения стока воды и/или гидрологического режима в реке [3]

$$R_Q = \frac{Q_d}{Q_c} = R^{1.36} \left(\frac{y_d}{y_c} \right)^{0.73} \quad (2)$$

Здесь Q - среднегодовой расход воды в реке, y - параметр внутригодовой неравномерности стока $100Q/Q_{max}$. Если входящий в (2) параметр y принять неизменными во времени (т.е. одинаковое пропорциональное изменение среднего и максимального расхода воды), тогда (2) запишется как

$$R_Q = R^{1.36} \quad (3)$$

Другим крайним случаем изменения режима стока будет уменьшение максимального расхода при неизменном среднем стоке (т.е. существенная зарегулированность при неизменном годовом стоке).

Обсуждение результатов

В бассейне р. Морды-Яха выявлено три участка с хорошо сохранившимися признаками уменьшения ширины и шага излучин русла (табл. 1). На двух участках, в верховьях реки и в среднем течении морфологические элементы русла уменьшились в среднем в 1,6-1,7 раза, а в низовьях реки – в 2,4 раза. При расчетах по формуле (3) среднегодовой сток воды в верхней и средней частях бассейна уменьшился примерно в два раза, а в низовьях – в 3,3 раза. Последнее означает, что в нижней части бассейна реки сток уменьшился примерно в пять раз. Это в целом подтверждается морфометрией русла реки Неромояха (правый приток в низовьях), где ширина русла уменьшилась примерно в 4 раза. При расчетах по формуле (4) максимальный сток воды в верхней и средней частях бассейна уменьшился примерно в два с половиной раза, а в низовьях – в пять раз. Последнее означает, что в нижней части бассейна реки максимальный сток уменьшился примерно в восемь раз.

$$R_{Qmax} = R^{1.86} \quad (4)$$

Таблица 1

Морфометрические характеристики древних и современных русел р. Морды-Яха и крайние варианты изменения среднего стока R_Q или максимального стока

R_{Qmax}									
F км ²	W_d м	W_c м	N_W	L_d м	L_c м	N_L	R	R_Q	R_{Qmax}
3303	413	142	9	2400	1070	27	2,41	3,31	5,13
2345	245	105	8	1120	740	26	1,71	2,07	2,70
310	130	75	8	450	290	34	1,59	1,87	2,36

В бассейнах Пясядэй-Яха, Хэбидя-Яха и Верхняя Паюта-Яха (Сетная) ситуация существенно иная. Здесь признаки уменьшения стока наиболее явны в верхней части бассейнов: ширина современного русла существенно меньше (более чем в 10 раз) шага излучин, хорошо выражены вторичные формы такого узкого русла (мелкие изгибы, четковидные расширения) на фоне больших из-

лучин, а также низкая пойма в днищах таких больших излучин, ширина которой соответствует ширине древнего русла. В средней и нижней частях бассейнов эти признаки не проявляются. Русло меандрирует, его ширина в половодье соответствует шагу излучин, а в межень прокладывает путь среди массивных песчаных побочней.

Расчеты по формулам (3) и (4) и полученные оценки (табл. 1) показывают, что крайние варианты изменения речного стока маловероятны, так как сложно представить себе соответствующие изменения факторов, определяющих сток. Наиболее вероятной предполагаемой причиной уменьшения ширин и шага излучин русел является общее уменьшение стока воды на рассмотренных водосборах и, одновременно, увеличение зарегулированности стока и уменьшение высоты половодий. В этом случае в формуле (2) нельзя считать неизменными параметры внутригодовой неравномерности стока u . При уменьшении во времени максимальных расходов воды второй член в правой части уравнения (2) также уменьшается, и уменьшение среднегодового стока будет более умеренным, чем это следует из формулы (3).

Существуют и иные процессы, которые приводят к изменению морфологии русел. Так, интенсификация зарастания побочней, связанная с потеплением [6], приводит к их стабилизации и формированию на их основе излучин русла меньших, по сравнению с прежними, размеров. Так что выяснение причин и последствий изменения морфологии русел на Ямале требует дальнейших исследований.

Возраст изменения морфологии русел в рассмотренных бассейнах может быть оценен лишь приблизительно. Для бассейна р. Морды-Яха имеется небольшое количество радиоуглеродных датировок пойменных отложений, по которым проведено сопоставление возраста поймы и степени развитости криогенных образований на ее поверхности [5]. Судя по малой развитости полигонально-жильных льдов на пойменных гривах русел и слабой переработке криогенными процессами берегов старичных озер, изменения морфологии русел произошло в пределах нескольких сотен лет назад.

Выводы

В бассейнах отдельных рек Ямала несколько сотен лет назад произошло изменения морфологии русел и, вероятно, уменьшение стока воды, как среднегодового, так и максимального. Уменьшение было существенным и весьма неравномерным по площади бассейна. Конечный эффект благоприятно сказался на возможностях размещения объектов инфраструктуры Бованенковского и Новопортовского месторождений, так как существенно снизилась вероятность их подтопления и затопления водами половодья. Дальнейшие исследования будут направлены на уточнение причин и времени перестройки гидрологических систем, а также определения возможности цикличности этого процесса и увеличения стока рек в будущем.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов 18-05-60147 (А.Ю. Сидорчук) и 20-05-00840 (А.М. Тарбеева), а методические исследования выполнены по ГЗ АААА-А16 - 116032810084-0.

Литература

- [1] Губарьков А.А., Лейбман М.О., Хомутов А.В. Криогенные процессы в естественных и техногенных условиях на Харасавэйском месторождении // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 4. С. 21-27.
- [2] Сидорчук А. Ю., Панин А.В. Геоморфологические подходы к оценке величины речного стока в геологическом прошлом (ст. 1. морфометрические зависимости) // Геоморфология. 2017. № 1. С. 55-65.
- [3] Сидорчук А. Ю., Панин А. В., Борисова О. К. Снижение стока рек равнин Северной Евразии в оптимум голоцена // Водные ресурсы. 2012. Т. 39, № 1. С. 40-53.
- [4] Тарбеева А.М. О происхождении четковидной формы русел рек криолитозоны // Геоморфология. 2018 №1. С. 88-95.
- [5] Matveev B., Panin A., Sidorchuk A. Rates of formation of forms in a river channel hierarchy: the case of the river yana in northeast russia // IAHS Publ. Variability in Stream Erosion and Sediment Transport. Vol. 224. 1994. P. 181-186.
- [6] Sturm, M., Racine, C., & Tape, K. Increasing shrub abundance in the Arctic // Nature № 411(6837) 2001P. 546-547.doi:10.1038/35079180

S u m m a r y. A decrease in the river channel width and meander wavelength occurred several hundred years ago on the Yamal peninsula in the basins of several rivers. The decrease was significant and very uneven in basin area. The most likely reason for this is a general decrease in water flow and, at the same time, an increase in runoff natural regulation and a decrease in flood height.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКОСИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА ЧУРАПЧА

Т.П. Трофимова

*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск,
tamara-tro67@mail.ru*

HYDROGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE ECOSYSTEM ON THE EXAMPLE OF LAKE CHURAPCHA

T.P. Trofimova

North-Eastern Federal University of M.K. Ammosov, Yakutsk

Аннотация. Рассматривается современное состояние водной экосистемы Чурапча по химическим показателям. Изучен химический состав воды и донных отложений. Отмечено превышение ПДК по окисляемости и железу (III) в водной толще. Установлено, что ведущее значения в накоплении химических элементов в донных отложениях имеют физико-химические барьеры щелочного класса.

Ключевые слова: озеро, водосборная площадь, вода, донные отложения, анализ, предельно-допустимые концентрации.

Введение

Значительной экологической, социально-экономической и санитарно-гигиенической проблемой в Российской Федерации становится качество поверхностных водных объектов. Знание химического состава природных вод и донных отложений, экологической оценки их водосборной площади необходимо во многих отраслях народного хозяйства. Водоисточниками населенных пунктов РС(Я) являются многочисленные реки и озера. В последние десятилетия происходит резкое усиление антропогенного и технического воздействия на окружающую среду, в том числе на водоемы и на их водосборную площадь. Водные системы в условиях криолитозоны имеют разную устойчивость и ранимость к антропогенному воздействию. Состояние водной массы и донных отложений являются индикаторами экологической оценки водного объекта.

Регион исследований, объекты и методы исследования

Регион исследования – Центральная Якутия, правобережье р. Лена, относящиеся к области Лено-Амгинского междуречья. Материалом для данной работы являются пробы воды и поверхностные слои донных отложений озера Чурапча, одноименного населенного пункта – административного центра Муниципального образования «Чурапчинский улус (район) Республика Саха (Якутия)». Расположение станций отбора проб воды и донных осадков приведено на таблице 1.

Состав воды и донных отложений изучался химико-аналитическими методами анализа по соответствующим гостированным методикам: потенциометрия (рН), титриметрия, атомная абсорбция, флуориметрия, фотоколориметрия (солевой состав, металлы), спектрофотометрия (органические вещества). Анализы проводились в Лаборатории физико-химических методов анализа НИИ-ПЭС СВФУ, имеющей метрологическое обоснование и аттестацию в контролирующих организациях (аналитики Л.Н. Трофимова, П.Е. Ябловская).

Таблица 1

Месторасположение станций отбора проб и глубина воды

Номер пробы*	Координаты		Глубина воды, м
	широта	долгота	
Точка 1	N 61°59'52,0"	E 132°26'19,1"	0,2
Точка 2	N 62°00'00,6"	E 132°28'25,2"	0,2
Точка 3	N 62°00'29,9"	E 132°28'26,9"	2,6
Точка 4	N 62°00'02,3"	E 132°27'28,2"	1,0
Точка 5	N 61°59'57,2"	E 132°30'01,9"	0,2

*Здесь и далее нумерация проб соответствует в тексте.

Обсуждение результатов

Озеро Чурапча, расположенное в одноименном аласном понижении, относится к бассейну р. Татта и является основным хозяйственно-бытовым, рыбохозяйственным и культурно-бытовым водоисточником для населения села. По ландшафтно-лимногенетической классификации озер Якутии [2] озеро отно-

сится к эрозионно-термокарстовому типу террасовых равнин. Озеро характеризуется малой водообменностью, незначительными морфометрическими параметрами (табл. 2, рис. 1) и малой мощностью донных отложений. Озеро постепенно зарастает, в литоральной части преобладает элодея и рдест плавающий, прибрежная часть занята осоково-тростниковой растительностью. Для таких озёр на первый план выходит преобладание внутриводоемных гидрохимических, геохимических и гидробиологических процессов.

Таблица 2

Основные морфометрические параметры

Площадь зеркала озера, км ²	4,69
Площадь водосбора, км ²	1,0
Объем воды, млн. м ³	8,91
Максимальная глубина, м	3,1
Средняя глубина, м	1,9
Длина км	4,4
Длина береговой линии, км	14,7
Максимальная ширина, км	1,4
Средняя ширина, км	1,06

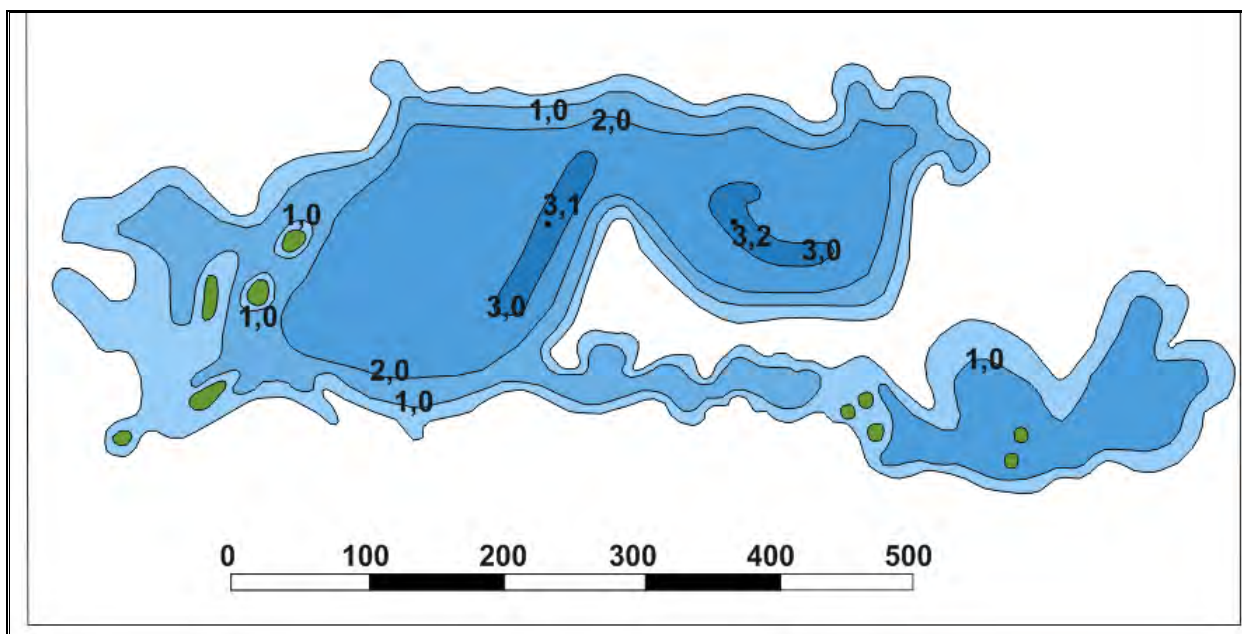


Рис. 1. Картограмма глубин воды озера.

Вода озера в момент исследования характеризуется благоприятными органолептическими свойствами и газовым режимом. Активная среда слабощелочная и колеблется в пределах 7,2-7,7 рН. По солевому составу вода гидрокарбонатно-натриевая, пресная и характеризуется как «жесткая» (5,07 ммоль/л). Из 26 показателей воды превышение нормативов [3, 5] отмечено по перманганатной окисляемости (1,5 ПДК) и по окисному железу (2 ПДК).

Донные отложения образуются благодаря биопродуктивности озёрной экосистемы и привноса органического и неорганического материала с водосборной площади. Они являются показателями загрязнения вод, поскольку вещества, поступающие в течение годового цикла в озеро, осаждаются в длительный промежуток времени и попадают в донные отложения. В условиях изменения физико-химических условий (рН, растворенный кислород) связанные с донными отложениями соединения могут растворяться в водной толще, поступать в пищевую цепь и иметь вторичные эффекты для водных организмов. Донные осадки являются открытой системой, где постоянно идет обмен веществом и энергией с придонными толщами воды.

Донные отложения озера Чурапча представлены минерально-органическими илами с растительными и органическими остатками. Водородный показатель водной вытяжки исследованных донных образцов смещен в щелочную сторону и колеблется в пределах 8,06-8,53 рН. Анализ солевого состава (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) водных вытяжек проб показал их многократные повышенные значения по сравнению с фоновыми содержаниями солей почв аласных почв Лено-Амгинского междуречья по ионам кальция, магния и сульфата и наоборот низкие показатели по ионам натрия, калия, гидрокарбоната и хлорида (табл. 3).

Таблица 3

Солевой состав водных вытяжек донных отложений

Номер пробы	рН	Гумус, % масс.	Катионы			Анионы		
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}
ммоль/100 г								
1	8,37	1,38	1,00	0,50	0,42	0,60	0,60	0,72
2	8,41	1,62	0,25	0,25	0,21	0,30	0,20	0,21
3	8,06	14,48	3,00	2,50	1,67	1,00	0,80	5,37
4	8,17	2,57	2,00	1,50	1,94	0,70	0,40	4,34
5	8,53	14,95	1,00	0,50	0,32	0,50	0,60	0,72
Естественный фон содержания химических элементов для аласных болотных и заболоченных почв [1, стр. 129]								
-	7,92	0,030	1,48	1,58	3,84	5,4	3,7	0,63

Определение содержания металлов (Cd, Pb, Cr, Zn, Ni, Mn, Cu) в донных образцах и их сопоставление с ПДК согласно гигиеническому нормативу ГН 2.1.7.2041-06 [4] показало их практическое соответствие нормативам по 6 изученным металлам. Превышение норматива отмечено по содержанию никеля (до 4,3 мг/кг при нормативе 4,0 мг/кг), хотя в водной толще он обнаружен только в виде следов.

Величина гумуса донных проб намного превышает фоновые естественные значения гумуса аласных и заболоченных почв Лено-Амгинского междуречья, т.е. донные отложения больше насыщены органическими кислотами. Так, содержание гумуса по акватории озера Чурапча колеблется от 1,38 до 14,48%. Величина

нефтепродуктов в образцах донных отложений незначительна и предполагает их автохтонное происхождение. Сравнение концентраций нефтепродуктов водной массы и донных образцов показало их закономерное распределение в системе «водная масса – донные отложения». Так, если в водной массе нефтепродукты зафиксированы в размере 0,025 мг/л, то в донных отложениях – 0,035 мг/л.

Сравнение результатов химических анализов воды и донных отложений показало, что в донных отложениях характерен закономерно высокий уровень содержания большинства изученных параметров (рН, микроэлементов, нефтепродуктов).

Выводы

Таким образом, проведенные гидрогеохимические исследования по состоянию озера Чурапча позволяют сделать следующие выводы:

- причиной более высокого, по сравнению с почвами, содержания ионов кальция, магния и сульфата в донных отложениях могут являться протекающие в озёрах процессы, например, сорбция на частицах донных отложений, биоаккумуляция и образование малорастворимых соединений.
- по акватории озера Чурапча наиболее высокие концентрации почти по всем изученным металлам отмечены в точке 3, что, возможно, указывает на их техногенное происхождение.
- установлено, что ведущее значения в накоплении химических элементов в экосистеме имеют физико-химические барьеры щелочного класса.
- для изученных гидрогеохимических параметров озера Чурапча критических превышений, аномалий или явных закономерностей антропогенного влияния на химический состав водной толщи и донных отложений не выявлено.

Литература

- [1] *Десяткин Р.В.* Почвообразование в термокарстовых котловинах - аласах криолитозоны. Новосибирск: Наука, 2008. – 324 с.
- [2] *Жирков И.И.* Схема лимногенетической классификации озер Северо-Востока России // Учёные записки Российского Государственного Гидрометеорологического университета. С-Пб., 2014. С. 18-26.
- [3] ГН 2.1.5.1316-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
- [4] ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы.
- [5] СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения.

S u m m a r y. The current state of a water ecosystem of Churapcha on chemical and biological indicators is considered. The chemical composition of water and ground deposits is studied. Excess of maximum allowable concentration on oxidability, in water thickness is noted. The quality class on UKIZV is revealed. It is established that conducting values in accumulation of chemical elements in ground deposits physical and chemical barriers of an alkaline class have.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЙМЕННОГО УЧАСТКА РЕКИ МАЛКА

М.А. Шамарина, С.И. Шагин

*Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик,
shamarinam@mail.ru*

FEATURES OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE FLOODLESS PART OF THE MALKA RIVER

M.A. Shamarina, S.I. Shagin

Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova, Nalchik

Аннотация. Определены основные гидрологические и гидрометрические характеристики участка реки Малка в районе города Прохладный. Описательным методом изучено современное экологическое и физико-географическое состояние экосистемы реки на исследуемом участке. На основании анализа картографического материала выявлены изменения, происходящие в пойме реки Малка.

Ключевые слова: гидрологический режим, формы рельефа, экосистема.

Введение

Главную роль в изучении закономерностей функционирования водных объектов играют гидрологические исследования. Методические приемы гидрологии и гидрографии позволяют стандартизировать процесс описания, измерения и составления физико-географической характеристики водоема. В свою очередь это позволяет составить паспорт водоема и на его основании правильно оценивать роль водоема в той или иной экосистеме, допустимый уровень антропогенной нагрузки на водоем, вырабатывать рекомендации по его охране и рациональному хозяйственному использованию.

Изучение гидрологического режима и геоэкологического состояния реки Малка одна из актуальных проблем использования природных вод в практической гидрологии. Связано это, прежде всего неудовлетворительной водохозяйственной и экологической ситуацией бассейна реки Малка близ юго-восточной части Кабардино-Балкарской Республики, обусловленной потенциальной угрозой обрушения скотомогильников, расположенных на берегах реки в районе сельского поселения Карагач [1].

Объект и методы исследования

Объектом исследования нами выбрана пойма и дельта реки Малка на участке длиной 25 км расположенном в юго-восточной части города Прохладный. При выполнении исследования использованы общегеографические методы, а также общепринятые геоботанические и почвенные методы. Полевые гидрометрические работы включали: измерение ширины, глубины, скорости течения, уклона реки [2].

Обсуждение результатов

Нами определены основные морфометрические показатели исследуемого участка реки Малка. С применением систем Дистанционного зондирования Земли вычислено, что фактическая длина исследуемого участка по фарватеру (L) 25 056 м, длина прямой линии от точки начала участка до устья (l) 15 712 м.

Коэффициент извилистости участка реки Малка от г. Прохладного до устья составляет 1,6.

Абсолютная высота в точке начала исследуемого участка (H_1) 500 м, абсолютная высота в устье (H_2) 200 м. Длина исследуемого участка 25 км. Уклон исследуемого участка реки составляет 0,8%.

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{500 - 200}{25056} = 0,012 = 1,2\%$$

Для измерения средней ширины исследуемого участка, на его протяженности в отдельных точках, примерно через каждые 3 км, была измерена ширина реки. Средняя ширина исследуемого участка составила 169 м.

Замеры для измерения глубины и площади поперечного сечения производили с помощью шнура и линейки длиной 2 м. Расстояние от левого до правого берега составило 143 м. Левый берег на исследуемом участке более пологий. Измерения сделаны в период выравнивания уровня реки после резкого повышения уровня до 2 м в период с 1 по 4 июля 2018 г.

Измерение скорости течения реки проводили 12 июля 2018 года в 12:43 на правом берегу реки Малка рядом с г. Прохладный, на территории, прилегающей к дачному поселку 1940 км. Расстояние между начальной и конечной точками промерочных участков примерно 20 м. Погода ясная, штиль. Скорость течения реки составила 1,5 м/с.

Промеры глубины производили на гидрометрическом створе на участке реки Малка в юго-восточной части г. Прохладного (рис. 1). Средняя площадь поперечного сечения – 78,0 м²; расход воды – 117 м³.

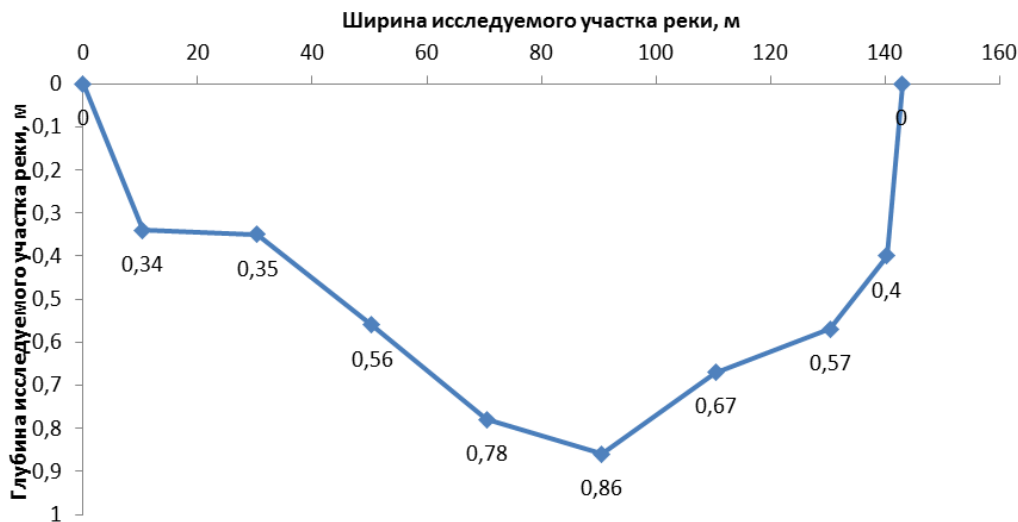


Рис. 1. Поперечное сечение русла реки на исследуемом участке реки Малка.

Дно участка реки Малка гравелистое, с иловыми отложениями, русло однорукавное, сложенная современными отложениями (морфологическая группа А). Деформация берегов четко выражена. Левый берег реки имеет более устойчивое состояние, нежели правый, который более крутой и высотой 2,5 м.

При наблюдении с правого берега реки вдоль течения было выявлено 3 меандра, 6 островов различных размеров, трехъярусные правобережные терра-

сы. Также присутствуют и плёсы (глубокие участки русла реки, расположенные между перекатами, обычно образующийся в русле меандрирующей реки у вогнутого участка излучины берега), перебаты (мелководные участки русла реки).

Равнинная часть реки Малка имеет извилистость. С течением времени прямолинейный участок реки в конечном итоге станет извилистым, и будет изменяться кривизна самой реки.

Образование островов служит признаком повышенной аккумуляции на данном участке исследования реки. Несущее воды реки Малка проходят большой путь, неся в себе большое количество песка и ила. В результате происходит накопление данного материала, и образуются острова. Острова, образованные на реке Малка имеют форму треугольников, различные площадные размеры.

Речные террасы представлены в виде ступенчатых форм рельефа образованные в результате накопления аллювиальных отложений, и протягиваются вдоль берега реки. На изучаемом участке реки нами обнаружены 3 террасы.

Известно, что при переходе от одного меандра к другому образуются небольшие участки спрямлённого русла – плёсы и перебаты [3].



Рис. 2. Изменения русла пойменного участка реки Малка: а – современная карта, б - фрагмент специальной карты Северо-Западного Кавказа (Ф.Ф. Шуберт, 1821 -1840 гг.)

На основании анализа имеющихся литературных данных и собственных наблюдений установлено, что формирование русловых форм рельефа происходит медленно, под влиянием множества факторов, самыми значимыми из которых являются изменения климата, базис эрозии и эволюция самой реки. Изменения, произошедшие за промежуток времени примерно в 100 лет хорошо прослеживаются на картах (рис. 2).

Выводы

Осуществлены полевые гидрометрические работы. Определены основные гидрологические и гидрометрические характеристики реки на исследуемом участке. При изучении геокомплексов исследуемого участка поймы реки Малка выявлена повышенная динамичность геосистемы, в связи с антропогенным воздействием, приводящим к возникновению модифицированных природных комплексов в ландшафте.

На основании анализа имеющихся литературных данных и собственных наблюдений установлено, что формирование русловых форм рельефа происходит медленно, под влиянием множества факторов, самыми значимыми из которых являются изменения климата, почв и эволюция самой реки.

Литература

- [1] Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Кабардино-Балкарской Республике в 2017 году. http://pravitelstvo.kbr.ru/oigv/minprirod/docs/gosdoklady/gosdoklad_%202017_%20222.docx.
- [2] Водная среда: комплексный подход к изучению, охране и использованию / Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 155 с.
- [3] *Шамарина М.А.* Формирование русловых форм рельефа в долине реки Малка в районе города Прохладного / Сборник статей XIII большого географического фестиваля. Санкт-Петербург. 2017. С. 64-67.

S u m m a r y. The main hydrological and hydrometric characteristics of the section of the Malka River in the vicinity of the city of Prokhladny are determined. A descriptive method was used to study the current ecological and physical-geographical state of the river ecosystem in the area under study. Based on the analysis of cartographic material, the changes occurring in the floodplain of the Malka River were identified.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАТОМЕЙ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОЕ, КАРЕЛЬСКИЙ БЕРЕГ БЕЛОГО МОРЯ

О.С. Шилова, Е.Д. Краснова, Т.Ю. Репкина

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,
o.olyunina@mail.ru*

SPATIAL DISTRIBUTION OF DIATOMS IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE KISLO-SLADKOE ON THE KARELIAN COAST OF WHITE SEA

O.S. Shilova, E.D. Krasnova, T.Yu. Repkina

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Изучено распределение диатомей в поверхностных осадках и колонке донных отложений меромиктического озера Кисло-Сладкое. Изменение диатомовых ассоциаций в колонке отражает изоляцию лагуны от моря и превращение ее в меромиктический водоем. Пространственное распределение диатомей в поверхностных осадках неоднородно и определяется стратификацией водоема и характером донного грунта.

Ключевые слова: диатомеи, меромиктические озера, донные отложения, Белое море.

Введение

Данная работа выполнена в рамках исследования диатомовых ассоциаций в донных отложениях меромиктических озер, расположенных в окрестностях Беломорской биостанции МГУ имени Н.А. Перцова, начатого в 2018 году [5, 6]. Основными задачами исследования являются: 1) характеристика пространственного распределения диатомей в поверхностных отложениях современных меромиктических озер, как наименее изученного звена в генетическом ряду залив – пресное озеро; 2) определение особенностей изменений диатомовых ассоциаций в донных отложениях при изоляции водоемов от моря и выявление критериев для разных стадий изоляции, которые могут быть использованы в палеолимонологических исследованиях.

Объекты и методы

Оз. Кисло-Сладкое (66°32'54"с.ш., 33°08'05"в.д.) расположено в 1,5 км к востоку от Беломорской биостанции МГУ. Длина озера 196 м, ширина 147 м, максимальная глубина 4,2 м. Озеро образовалось в результате отделения морского залива, отгороженного от основной акватории островом. Одна из перемычек, соединивших остров с сушей, в настоящее время сухая, вторая – представляет собой каменистый порог, через который большую часть времени течение направлено из озера в море, и лишь во время сизигийных приливов и высоких нагонов морская вода поступает в озеро. Пополнение озера пресной водой осуществляется преимущественно во время таяния снега. Озеро имеет опресненный поверхностный слой мощностью 0,5 м, соленость в котором изменяется в широком диапазоне (4-28‰), и монолимнион соленостью 21-29,5‰, разделенные узким галоклином [3]. Верхняя граница сероводородного слоя непостоянна (4,0-0,5 м) и испытывает как сезонные колебания, так и межгодовые, связанные с промывками озера морской водой в зимний период с периодичностью 1-3 года.

Диатомовый анализ (ДА) выполнен для 29 образцов из керна донных отложений, полученного из наиболее глубокой части озера, и 13 образцов поверхностных донных осадков, отобранных с помощью дночерпателя с глубин от 0,5 до 4,2 м. Подготовка препаратов на ДА проводилась по стандартной методике [2]. Постоянные препараты приготовлены с использованием смолы Naphrax с индексом рефракции 1,68. Диатомеи изучались в световом микроскопе Axiostar Plus (Zeiss) при увеличении $\times 1000$ раз. В каждом образце определялись до вида не менее 300 створок. Рассчитывалась концентрация створок диатомей на 1 г воздушно-сухого осадка [1]. Для выделения диатомовых зон выполнен кластерный анализ CONISS [9] на нетрансформированных исходных данных, включающих процентное содержание 44 видов, доля которых составила не менее 2% хотя бы в одном образце. Анализ проведен в программе PSIMPOLL 4,27 [8]. Число статистически значимых диатомовых зон (ДЗ) определено по методу «сломанной трости» (broken-stick model [7]).

Результаты

В колонке до вида определено 139 таксонов, до рода – 23 таксона. На основании процентного содержания видов с помощью кластерного анализа выделено 3 статистически значимых ДЗ.

ДЗ 1 (5,68-4,56 м) выделена в песках и алевритовых илах, в верхней части сменяющихся алевритистыми илами. Диатомеи представлены морскими и солоноватоводными бентосными и планктонно-бентосными видами: *Hyalodiscus scoticus* (Kützing) Grunow 1879, *Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh 1832, *Opephora marina* (Gregory) Petit 1888, *Rhabdonema minutum* Kützing 1844, *Grammatophora* spp., *Cocconeis* spp., *Rhoicosphenia baltica* (Schumann) Z. Levkov 2010, *Diploneis smithii* var. *pumila* (Grunow) Hustedt 1937 и др.

ДЗ 2 (4,56-4,35 м) соответствует илам, алевритистым в нижней части ДЗ и сапропелевым в верхней. Характерная черта ДЗ – массовое развитие мелкоклеточных солоноватоводных видов: *Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad 1990 emend. Genkal 2012 в планктоне и *Pseudostaurosira perminuta* (Grunow) Sabbe & Vyverman 1995, *Sarcophagodes mutabilis* (Grunow) E. Morales 2019, *Staurosirella guenter-grassii* (Witkowski & Lange-Bert.) E. Morales, C. E. Wetzel & Ector 2019 и *Nanofrustulum sopotensis* (Witkowski & Lange-Bertalot) E. Morales, C. E. Wetzel & Ector 2019 в перифитоне.

ДЗ 3 (4,35-4,20 м) включает верхнюю часть донных отложений: тонкослойные темноокрашенные сапропелевые илы с включением большого количества растительного детрита. Состав диатомовых ассоциаций олигодоминантный: 80-90% створок составляют 4 солоноватоводных перифитонных вида: *Nanofrustulum sopotensis*, *Pseudostaurosira subsalina* (Hustedt) E. A. Morales 2005, *P.* cf. *elliptica* (Schumann) Eklund, Morales & Spaulding 2006 и *Staurosirella guenter-grassii*.

Диатомовые ассоциации ДЗ1 характеризуются преобладанием мезогалобных видов со значительным вкладом полигалобных видов. Содержание олигалобных видов низкое и не превышает 5%. Выше отмечается устойчивый тренд к снижению доли полигалобов и увеличение доли мезогалобов в ДЗ2 и

абсолютное преобладание мезогалобов в ДЗ 3. Без учета мелкоклеточных видов семейства Fragilariaceae распределение диатомей по отношению к солености в ДЗ 2 и ДЗ 3 выглядит иначе: состав диатомовых ассоциаций смешанный, включает поли-, мезо- и олигогалобные виды. При этом виден отчетливый тренд к увеличению доли олигогалобных видов вверх по разрезу.

Таксономическое разнообразие диатомовых ассоциаций в донных отложениях оз. Кисло-Сладкое в целом довольно высокое. В ДЗ 1 наблюдается постепенное увеличение количества видов вверх по разрезу до максимальных значений 50-57 видов / 300 створок в интервале глубин 4,81-8,60 м. Обогащение диатомовых ассоциаций происходит за счет включения в их состав большого количества донных подвижных форм, традиционно включаемых в состав эпипелона. Это свидетельствует о более благоприятных условиях для развития бентосных диатомей, связанных, вероятно, с более спокойной гидродинамической обстановкой [4]. Выше 4,60 м таксономическое разнообразие диатомей резко снижается до 20-30 видов / 300 створок, что в комплексе с доминированием мелкоклеточных форм и олигодоминантным характером диатомовых ассоциаций говорит о нестабильности условий и кардинальной перестройке сообществ. Также следует отметить изменение по разрезу объема клеток в диатомовых ассоциациях. Для ДЗ 1 характерны клетки среднего размера объемом 100-1000 μm^3 и 1000-10000 μm^3 , тогда как для ДЗ 2 и ДЗ 3 – мелкие клетки объемом до 100 μm^3 , что, вероятно, следует связывать с перестройкой экосистемы при изменении таких локальных факторов, как гидродинамическая обстановка и насыщенность биогенными элементами в полуизолированном заливе по сравнению с открытой акваторией [10, 11].

Таким образом, изменения диатомовых ассоциаций в ДЗ 1 указывают на постепенное ослабление гидродинамической активности. Граница ДЗ 1/ДЗ 2 фиксирует наиболее существенную перестройку в структуре диатомовых ассоциаций и связана, вероятно, с закрытием первого пролива, соединявшего залив с открытой акваторией моря. Граница ДЗ 2/ДЗ 3, видимо, маркирует формирование в озере более-менее устойчивой трехслойной структуры. На наличие опресненного слоя указывают изменения в составе доминантов в группе видов Fragilariaceae и увеличение доли олигалобных видов. С сероводородным заражением придонных слоев могут быть связаны снижение концентрации диатомей в верхней части ДЗ 1 и уменьшение доли планктонной *Cyclotella choctawotcheeana*.

В поверхностных осадках определено до вида 109 таксонов, до рода – 16 таксонов. Больше количество видов наблюдается в интервале глубин 3,0-1,2 м, низкое таксономическое разнообразие характерно для осадков глубокой части озера (3,5-4,2 м) и мелководья (0,7-1,0 м). Мелкие колониальные виды семейства Fragilariaceae доминируют во всех образцах, кроме глубин 1.2-2.8 м в западной части озера. Массового развития достигают 4 вида: *Nanofrustulum sopotensis*, *Pseudostaurosira* cf. *elliptica*, *P. subsalina* и *Staurosirella guenter-grassii*. Доля олигогалобных видов мала, доля и число полигалобных видов больше в полидоминантных диатомовых ассоциаций, мезогалобных – в олигодоминант-

ных. По-видимому, специфический комплекс видов в опресненном слое не сформировался из-за сильной изменчивости солености.

Для мелководья (0,7-1,0 м) характерны высокие концентрации диатомей в осадках и низкое таксономическое разнообразие, обусловленные массовым развитием видов семейства *Fragilariaceae*, преобладание видов, прикрепленных к субстрату, одиночных и колониальных. Характерно развитие в бентосе меропланктонных видов *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve 1873, *Hyalodiscus scoticus*, *Melosira moniliformis* (O.F. Müller) C. Agardh 1824, *M. arctica* Dickie 1852.

На средних глубинах наблюдается выраженная асимметрия состава диатомовых ассоциаций. В западной части озера на глубинах 1,2-2,8 м отмечаются снижение концентрации диатомей в поверхностных осадках, минимальная доля видов сем. *Fragilariaceae* и увеличение таксономического разнообразия за счет развития крупноклеточного эпипелона. В восточной части профиля эти тенденции выражены значительно слабее, доминируют виды семейства *Fragilariaceae*, а также характерны виды, имеющие одиночные клетки, прикрепленные к частицам грунта или камням (эпипсаммон). Асимметрия может быть связана с различным характером донного грунта (более тонкими грунтами в западной части озера) и гидродинамическим режимом (более активным в восточной части, где идет сток воды из озера).

Для центральной котловины с максимальными глубинами характерны максимальные концентрации, низкое видовое разнообразие, повышенная доля планктонных видов и сходство с мелководными диатомовыми ассоциациями. Поскольку на глубинах более 3 м дно значительную часть времени находится в зоне сероводородного заражения, это приводит к угнетению донной диатомовой флоры и формированию диатомовых ассоциаций за счет осадения диатомей из планктона и сноса со склонов котловины. Большее значение для формирования диатомовых ассоциаций на максимальных глубинах имеют мелководные диатомовые сообщества за счет высокой продуктивности и активного попадания в водную толщу в результате ветрового перемешивания миксолимниона.

Выводы

Таким образом, изменение диатомовых ассоциаций в колонке показывает изоляцию лагуны от моря и превращение ее в меромиктический водоем. Пространственное распределение диатомей в поверхностных осадках неоднородно и определяется стратификацией водоема и характером донного грунта.

Благодарности

Выражаем глубокую признательность за организацию и проведение полевых работ Д.А. Воронову, Ю.А. Кублицкому, П.А. Леонтьеву, Ф.А. Балабину, А.В. Косенкову и другим участникам экспедиций, а также сотрудникам Беломорской биологической станции МГУ имени Н.А. Перцова.

Работы выполнены по теме ГЗ АААА-А16-116032810055-0 и АААА-А16-116032810089-5 при поддержке проекта РФФИ 19-05-00966.

Литература

- [1] *Давыдова Н.Н.* Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Ленинград: Наука, 1985. 243 с.
- [2] Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. I. Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. 403 с.
- [3] *Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Е., Шапоренко С.И.* К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов (Тр. Беломорской Биостанции МГУ, т. 12). Москва, 2016. С. 211-241.
- [4] *Сабурова М.А.* Микофитобентос // Система Белого моря. Т. IV. Процессы осадконакопления, геология и история. Москва: Научный мир, 2017. С. 370-385.
- [5] *Шилова О.С.* Диатомовые водоросли в поверхностных осадках озера Трехцветного // Труды VII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)» Т. IV. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2019. С. 173-175.
- [6] *Шилова О.С.* Распределение диатомей в поверхностных осадках меромиктического озера Еловое, Карельский берег Белого моря // География: развитие науки и образования. Том I. Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научнопрактической конференции LXXII Герценовские чтения. СПб: Изд-во «Астерион», Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. С. 345-348.
- [7] *Bennett K.D.* Determination of the number of zones in a biostratigraphical sequence. *New Phytologist* 132. 1996. P. 155-170.
- [8] *Bennett K.D.* 2008. psimpoll and pscomb. <http://chrono.qub.ac.uk>
- [9] *Grimm E.C.* CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares // *Computers & Geosciences*. 13. 1987. P. 13-35.
- [10] *Svensson F., Norberg J., Snoeijjs P.* Diatom Cell Size, Coloniality and Motility: Trade-Offs between Temperature, Salinity and Nutrient Supply with Climate Change. *PLoS ONE* 9(10): e109993. 2014. doi:10.1371/journal.pone.0109993
- [11] *Weckström K., Juggins S.* Coastal diatom-environment relationships from the Gulf of Finland, Baltic Sea // *Journal of Phycology*. 42. 2005. P. 21-35.

S u m m a r y. The distribution of diatoms in surface sediments and in the core of bottom sediments of the meromictic Kislo-Sladkoe Lake was studied. The changes in diatom associations in the column shows the isolation of the lagoon from the sea and its transformation into a meromictic lake. The spatial distribution of diatoms in surface sediments is heterogeneous and is determined by the water stratification and the compound of the sediments.

ЭВОЛЮЦИОННАЯ И ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, РИТМИКА ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

EVOLUTIONARY AND HISTORICAL GEOGRAPHY,
RHYTHM OF PROCESSES AND PHENOMENA

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАДИЦИОННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЕ

Ю.И. Ахмадалиев*, Н.Н. Алимджанов**

*Ферганский Госуниверситет, г. Фергана, Узбекистан, *ahmadaliev-62@mail.ru*

**Наманганский Госуниверситет, г. Наманган, Узбекистан, *akbarovz@bk.ru*

ECOLOGICAL ASPECTS OF TRADITIONAL WATER USE IN FERGANA
VALLEY

Ahmadaliev Yu.I*, Alimjanov N.N**.

**Yu.I. Ahmadaliev, Fergana state university, Fergana*

***N.N. Alimjanov, Namangan state university, Namangan*

Аннотация. В данной статье рассматривается многовековой опыт использования и управления водных ресурсов Ферганской долины через призму социально-экологических знаний. А также уделено вниманию изучению почередному распределению воды в вегетационный период.

Ключевые слова: бассейновый подход, режим реки, гидрологический объект, гидронимы, этнонимы, этноэкологическая культура.

Введение

История водопользования в сельском хозяйстве Ферганской долины хорошо изучена историками, географами и ирригаторами [1, 3, 10]. В данной статье мы обратили внимание на социально-экологическим аспектам проблемы, прежде всего, на традиции, навыки и квалификацию, направленные на предотвращение неблагоприятных условий окружающей среды, вызванных ирригацией.

Регион исследований, объекты и методы

В Ферганской долине насчитывается более 6500 малых рек и ручьев, которые можно использовать для орошения. При этом основные орошаются припомини каналов и арыков берущей воды реки. Существуют также районы, где используются подземные воды (родники, колодцы, керны) из-за гидрогеологических особенностей территории указанных регионов [4, с. 144].

Общее количество оросительных систем в Ферганской долине составляет 31, а количество крупных магистральных каналов – 1949. Из крупнейших ирригационных систем в долине река Исфара было сброшено 90 арыков, из Сохской системы 98, из Шахимардонсая 100, из Аравансая 177, из Байистанской системы 199, из Янгиарыкской системы 201 арыков.

Российские и зарубежные ученые, впервые столкнувшиеся с такой сложной ирригационной системой, неоднократно выражали восхищение культурой водопользования. Эта ирригационная система, сложившаяся веками с учетом природно-климатических, геоморфологических, экологических и демографических условий местности. Российское правительство практически не вмешивалось, об этом так пишет В.И. Масальский: «Не было необходимости вмешиваться в эту новую, незнакомую область, и всё дело в области водопользования мы оставили местному населению» [6, с. 425]. А.Ф. Миддендорф в своем исследовании орошаемого земледелия в Ферганской области высоко ценит его и пишет европейцам, что «... данной работе мы должны учиться у народов Востока» [6, с. 169].

Немецкий ученый В.Радлоф, который тщательно изучал ирригационную систему в нашей стране, был впечатлен ирригационными системами регионов и опытом поколений местных жителей, которые не имеют технических и гидравлических знаний, писал: «Эта система орошения так уникальна, даже самые знающие инженеры не смогут сделать это легко» [8, с. 70].

В данной статье мы специально остановились на культуре по очередности использования воды и культуре бассейнного управления обществом, которые имеют географическую сущность и содержание.

Другим важным аспектом изучения правильного использования и сохранения водных ресурсов в долине является культура использования населением идеального гидрологического календаря. Жители использовавшие воды близлежащих рек тщательно изучали объём воды, режим и время наводнений. Этот уникальный гидрологический календарь позволил эффективно использовать речную воду. Площадь и типы обрабатываемых земель определяются исходя из ожидаемого годового объема воды [1, с. 29].

В исторических источниках пишется, что очередность подачи воды в каналах определялось по жребью [6, с. 425], по воле крупных помещиков, старейшин и мирабов и даже на покупку очереди, [2, с. 76] взяточничество [7, с. 171]. По нашему мнению, такие случаи могли иметь место в некоторых местах и в некоторые годы.

Однако по нашему глубокому убеждению очевидно, что природные факторы также учитываются при по очередном распределении воды по каналам. Чтобы выяснить и обосновать этот тезис, нами было проведен глубокий географический и картографический анализ водопользования в магистральном канале Риштан.

Очередь за водой в этом районе началась в марте и закончилась в июле. Принимая во внимание тот факт, что по старому календарю месяц хамал начинается с 7 марта, очередность воды начинается одновременно с готовности почвы и началом вегетационного периода. В конце XIX и начале XX веков на территории Риштана земли орошались из трёх магистральных арыков которые начинались с Сары-Курганской водораспределительной станции [6, Приложение 5]. В свою очередь эти магистральные каналы распределились. Из канала Вахим берёт воду 3 арыка, из канала Джалоер 6 арыков, а из из канала

Риштан 10 арыков. В результате глубокого картографического анализа местности были выявлены следующие экологически значимые обстоятельства:

1. Отмечается, что воду для орошения полей в первую очередь получили деревни Актамир, Кушкайрак, Туда, Калаинов и Катпут, расположенные в районе «белых почв». После десяти дней орошаемую воду подавали деревням Зодонян, Джалаер, Боджай, Бешкапа и Гармачит, расположенных в «черных почвах». Анализ современной почвенной карты Риштанского района показывает, что «белых почв» расположена в предадырной зоне. Геоморфологически этот район входит в состав светло-серых почв предгорных равнин и адыров [11, с. 72]. Территории «чернозема» находятся в пустынной зоне, имеют саазова-аллювиальными почвами. Эти почвы были тщательно проанализированы для бонитировки. В результате было обнаружено, что светло-серые почвы из-за их механического состава, будет готова к посеву на 5-7 дней раньше, чем на лугово-аллювиальных почвах [11].

Таким образом стало известно, что местные дехкане в результате многолетнего тщательного наблюдения, создали систему распределения воды, основанную на зрелости почвы и этот опыт передавался из поколения в поколение. В такой последовательности водопользования наблюдаются в речной системе Исфара-Ходжабакирган [2, с. 72], Шахимардонсой, в системе Араван-Окбура [7, с. 72]. Также отмечается, что во всех орошаемых районах Ферганской долины, происходит бережное использование водных ресурсов без изменения речного режима, т.е. орошаемое земледелие адаптируется к речному режиму. Это одно из ощутимых проявлений высокой этноэкологической культуры. Благодаря данной этноэкологической культуре экологические катастрофы, вызванные орошением в древнем Вавилоне, Иране и Индии, не допускались в Ферганской долине. В этот период по площади орошаемых земель Туркестан опередил Египет, Францию, Италию, Испанию, Кавказ и был единственной страной после США и Индии [6, с. 427].

2. Каждый арык назван в честь деревни или этноса у его подножия (внизу). Это создало чувство собственности на воду и арыков по отношению к жителям области. В результате такие вопросы, как защита арыков от различных проблем загрязнения, укрепление защитной зоны вокруг арыков (эрозия побережья, травмы), были решены без вмешательства администрации. Помимо деревень, при наименовании арыков использовались антропонимы и этнонимы. Существуют каналы и арыки с именами людей и этносов, например таких как Абдуллабайон, Амирабад или Найманарык. Тот факт, что каналы и арыки имеют «хозяина» и напоминают другим. По словам ученого-топонимиста Н.Улугова, этногидронимы встречаются в названиях, например, от таджикского слова Джуйитуркон (Чустский район, деревня Варзак) фактически составлен из таджикского и узбекского языков, что означает «арык узбеков» [9, с. 82]. Каждая капля воды таких арыков, имеющие «хозяев» бережно сохранялось.

3. Как и любой гидротехнический объект, владельцы арыков также имели особую приверженность поддержанию их работоспособности в течение

всего года, восстановлению их водоемкости, укреплению арыков и привлечению сообщества в конце года. Обычно это делал хашар сообщества, где члены общины пили воду из каналов. Каждой деревне, которая получает воду из основного ствола, присваивается общее количество рабочей силы для участия в хашарах сообщества [3, с. 52].

Другая область, которая нуждается в географическом исследовании является бессейновый подход к территориально-административному управлению. Исторические источники также показывают, что такое управление имеют огромные социально-экологические преимущества с точки зрения современных знаний [3, 10].

Управление каждой ирригационной системой из единой административной единицы помогло в распределении воды, организации очереди за водой и отборе сельскохозяйственных культур. Формирование территории административных единиц вдоль речных каналов обеспечило эффективное использование земельных и водных ресурсов. Сельские жители в каждом бассейне были связаны между собой водными путями, и из-за одновременного водоснабжения деревни виды сельскохозяйственных культур были практически идентичны для каждой деревни. Эта «обязательная специализация» позволила работникам улучшать свои навыки и помогать друг другу и не тратить впустую воду.

Границы 15 бекств, которые существовали во время Кокандского ханства полностью совпадали с границей речного бассейна, основной ирригационной системы. Например, границы Андижанского бекства совпадала с бассейном Андижансай, граница Шахриханского бекства совпадала с бассейном Шахрихансай и граница Маргиланского бекства соответствуют бассейну реки Маргилансай. Управление также осуществлялось через эту речную сеть.

На протяжении веков эта система совершенствовалась. После упразднения Кокандского ханства границы бекств изменились, создалась Ферганская область с уездными делениями. В результате такого изменения границ нарушилось водоснабжение и вызвал различные неблагоприятные последствия для водопользователей.

А.Ф. Миддендорф пишет: «В 1877 году жители Шахрихана с Маргиланского уезда обратились к губернатору с заявлением, что жители сёл Карасу, Мамуробод, Джалалкудук и Суфи-кишлак, которые принадлежали городу Шахрихан, теперь принадлежат Андижанскому и Ошскому уездам, полностью используют воды Шахрихансая». Было отмечено, что по специальному решению губернатора была оказана практическая помощь в этом деле.

Мы также попытались проанализировать эту ситуацию картографическим способом. Во время Кокандского ханства административная граница бекства Шахрихан проходила вдоль реки Шахрихонсой и продолжалась от Шахрихана до деревни Карасу.

Мирабы, назначенные из Шахрихона для управления ирригационной системой, начанали работать весной. Они установили справедливый контроль над водотоками в речных арыках от Шахрихана до Карасу. Таким образом вода

распределялась по каждой деревне по количеству орошаемых земель [5], и вода доходила в населенные пункты расположенные в низовьях рек.

Изменения в вышеуказанном административно-территориальном делении привели к управлению одним речным бассейном из 3 административных центров. Жители Асаки, Шахрихона, Боза находятся в подчинении Маргиланского уезда, кишлак Кула, Ходжаабад, Кара-Суу, Ошского уезда, Суфикишлак, Джалалкудук и Мамуробод - Андижанского уезда. В результате мираби назначенных из уездных центров допустили ошибки в справедливом распределении воды и действовали в интересах населения своего уезда, а не в отношении всего населения бассейна. Таким образом произошло нарушение закона шариата о водопользовании [5]. В результате социально-экологический баланс в регионе нарушилось. Доходы от орошаемого земледелия снизились, и опустынивание происходило во многих староорошаемых территориях.

Выводы

На современном этапе развития природопользования, более глубокое изучение многовекового опыта в области природопользования, в частности водопользования приносит большую социально-экологическую выгоду. Потому что, все эти методы водопользования вобрали в себя многовековой опыт и выдержали инновационные натиски техники и технологии. Строительство и наименование гидротехнических сооружений и система управления в Ферганской долине их пересмотра через призму социально-экологических знаний поможет сегодня сохранить социально-экологический баланс территории и откроет широкий путь к устойчивому развитию региона.

Литература

- [1] *Абдулхамидов А.* Из истории орошения Кокандского оазиса.- Т.: Фан, 1974. - 105 с.
- [2] *Ершов Н.Н.* Система водопользования в дореволюционном кишлаке. // Сов.этнографии. -Москва, №4. 1955. -С.70-78.
- [3] *Жалилов С.* Фарғона водийсининг суғорилиш тарихидан (XIX аср XX аср бошлари). –Т.: Фан, 1977. 168 б. (узб.яз.)
- [4] *Ильин И.А.* Водные ресурсы Ферганской долины (Гидрологический очерк) – Л.: «Гидрометеиздат», 1959.-247 с.
- [6] *Маргинани Б.* Хидоя. Комментарии мусульманского права: в 2 ч. Ч. 2. Т. III-IV/пер. с. англ.; под ред. Н.И. Гродекова; отв.ред., авт. предисл., вступ. ст. и науч. комм. проф. А.Х. Саидов. – М.: Волтерс Клувер, 2010.-656 с.
- [6] *Масальский В.* Россия. Полное географическое описание нашего отечества. Том. XIX. Туркестанский край. СПб.: Книгоизд. А.Ф. Девринень, 1913. - 864 с.
- [7] *Миддендорф А.Ф.* Очерки Ферганской долины. (перевод с нем.) СПб., Изд. Императорский Академии наук, 1882. - 498с.
- [8] *Радлофф В.* Средне - Зарафшанская долина // Жизнь и экономика - Тошкент, 14. 1992. № 7. -С. 70-71. (на узб. яз)
- [9] *Улуқов Н.* Ўзбек тили гидронимларининг тарихий-лисоний тадқиқи. // Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Алишер Навоий номидаги тил ва адабиёт институти; Наманган давлат университети. – Т.: Фан, 2008. –192 б. (узб. яз.)

[10] *Ҳикматов Ф.Ҳ.* ва бошқалар. Зарафшон дарёси хавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари.–Т.: “Фан ва технология”, 2016, 276 бет. (узб. яз.)

[11] Фарғона водийси суғориладиган тупроқларининг хоссалари, экологик-мелиоратив ҳолати ва маҳсулдорлиги. –Т.: “Навро’з”, 2017 й. 328 б. (узб.яз.)

S u m m a r y. The article considers centuries-old environmental (water use) management experience of Fergana valley population through prism of socio-environmental knowledge. The study of alternating water distribution during the growing season is also taken into consideration.

СКОЛЬКО МОГЛИ ПРОБЕЖАТЬ ЗА РАЗ НОВГОРОДСКИЕ ЛОШАДИ?

В.А. Белобров

Москва, s37fi@mail.ru

WHAT DISTANCE DID THE NOVGOROD HORSES COVER AT A TIME?

V.A. Belobrov

Moscow

Аннотация. Данная работа является продолжением [1], [2] и других работ автора, посвященных оценке размеров русских путевых мер длины, вёрст. В работе анализируются данные «Выписи из Новгородских изгонных книг» о протяженности дорог на территории бывш. Новгородской республики. На основе этого анализа дается оценка дистанции, которую могли преодолеть без отдыха и кормления ямские лошади в XV...XVII вв.

Ключевые слова: *верста, лошадь, Новгородская республика, перегон, протяженность дорог, станция, ямская гоньба.*

Введение

В [6] описана внесистемная русская путевая мера (перегон, переезд, пряжка, пряга, станция, уповод, упряжка), соответствовавшая дистанции, которую упряжка лошадей могла пройти за один раз, без отдыха и кормления. В старых русских источниках протяженность этой дистанции традиционно оценивалась в 20...30 вёрст.

Так как ранее, в [1-3], автором была проделана большая работа по оценке протяженностей русских дорог и тех мер (вёрст), которыми эти дороги обмерялись. Возникла идея на основе ранее собранных данных о протяженностях перегонов на дорогах, проходивших по территории бывш. Новгородской республики, оценить реальную длину дистанции (и в вёрстах, и в километрах), которую ямские лошади могли преодолеть за один раз – без отдыха и кормления.

Объекты и методы исследования

Основным источником информации для данного исследования стала «Выпись из Новгородских изгонных книг» (далее – «Выпись ...»), опубликованная в [4]. «Выпись ...» содержит описание нескольких сотен перегонов между населенными пунктами Новгородской земли. Этот документ датируется началом XVIII в., но время создания самих «Изгонных книг», на основе которых была составлена «Выпись ...», И.А. Голубцов относил к концу XVI в. [4, сс. 277...278]. Однако, скорее всего, данные «Изгонных книг» постепенно

накапливались по мере формирования всей русской ямской системы, то есть где-то с 1560 г. или даже со второй половины XV в.¹

Данные о протяженности дорог, содержащиеся в «Выписи ...», были сопоставлены с данными о протяженности современных дорог (обмеры выполнены автором самостоятельно с помощью Интернет-ресурса «Яндекс.Карты»). Всего был идентифицирован 221 перегон из 244, описанных в «Выписи ...». В дальнейшем из этого списка были исключены составные маршруты вроде «из Новгорода через... Валдай, ... и Тверь на Москву», а также водные маршруты, проложенные по рекам и озёрам (как не относящиеся к предмету данного исследования), после чего в выборке осталось 174 перегона².

Протяженности перегонов в вёрстах и километрах были откластированы с шагом 5 вёрст/километров, после чего были оценены частоты повторения этих 5-верстовых и 5-километровых интервалов. На основе анализа полученных частотных спектров была дана оценка протяженности типового перегона в вёрстах и в километрах.

Обсуждение результатов

Как видно из рисунков 1 и 2, перегон в 30 вёрст³ был наиболее распространенным (27% от общего числа в рассмотренной выборке). Вместе же с перегонами в 20 и 40 вёрст (13% и 11% соответственно) они на троих составляют ровно половину всех новгородских путей. То есть старые оценки протяженностей разного рода «пряжек» и «станций» в вёрстах были вполне достоверны (во всяком случае применительно к территории бывш. Новгородской респ.).

Можно также отметить, что в выборке явно доминируют перегоны с протяженностями, кратными 10 вёрстам: как было показано в [3, сс. 173 и 203], это объясняется тем фактом, что оплата ямского труда осуществлялась из расчёта за каждые 10 вёрст гоньбы.

Однако при переходе к километрам столь чёткой картины получить уже не удаётся (см. рис. 1 и 3): тут нет явно доминирующего типоразмера (частоты повторений в диапазоне 20...65 км достаточно близки), а пик повторяемости очень слабый, хотя и приходится он на вполне ожидаемый в данном случае диапазон в 30...35 км⁴. Из рисунка 3 видно, что максимальные доли отдельных типоразмеров перегонов, выраженные в километрах, не дотягивают и до 10% но в сумме выделенное автором подмножество (20...65 км) охватывает почти 65% всех новгородских путей⁵.

¹ Об истории ямской гоньбы в России см [5].

² Протяженность 3 из этих 174 перегонов в километрах оценить не удалось, поэтому в «километровой» статистике был задействован только 171 перегон.

³ Точнее, перегоны с протяженностями строго больше 25 вёрст, но не длиннее 30 вёрст.

⁴ Как было показано ранее в [2], основной путевой мерой, применявшейся на территории бывшей Новгородской республики в XV и XVI вв., была «путевая» верста в 1,067 км. Поэтому:
25 * 1,067 км = 26,675 км (это значение попадает в блок «30 км»);
30 * 1,067 км = 32,010 км («35 км»).

⁵ Очевидно, что тут свою лепту внесли и два других «фаворита», перегоны в 20 и в 40 вёрст.

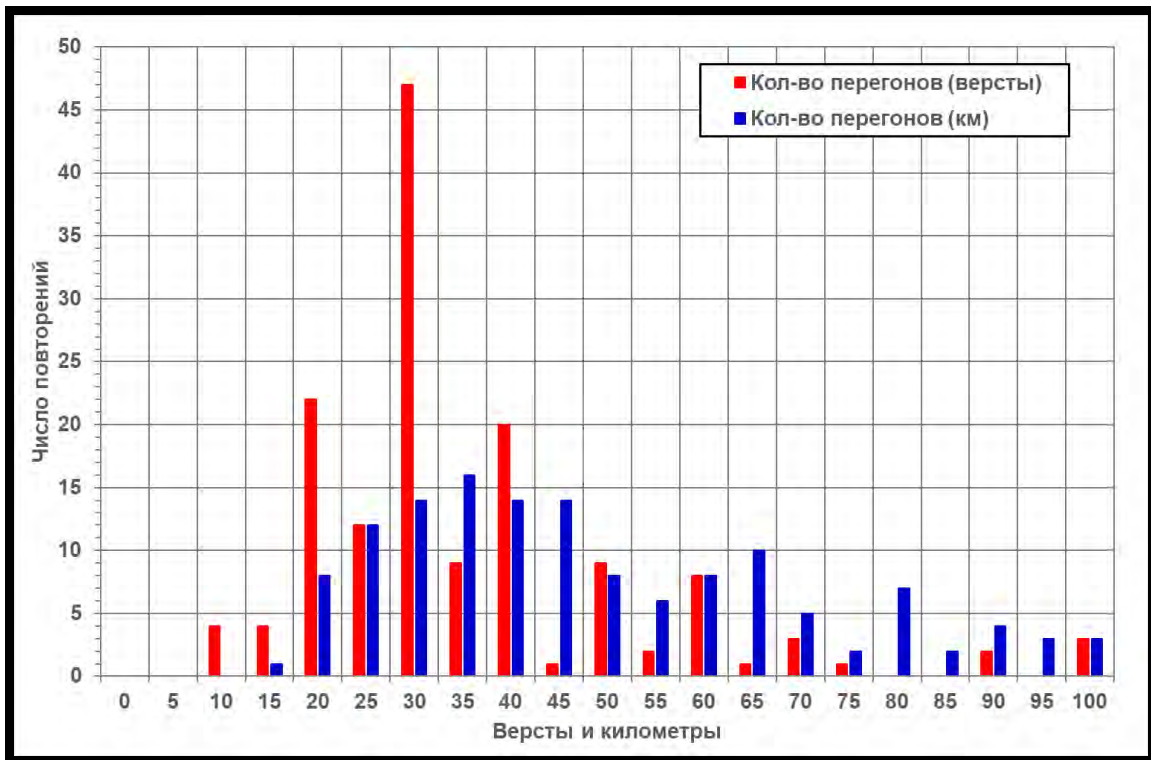


Рис. 1. Статистика повторений различных протяженностей перегонов между населенными пунктами на территории бывш. Новгородской республики в вёрстах (по данным «Выписи из Новгородских изгонных книг») и в километрах (по оценке автора): наиболее частые повторения.

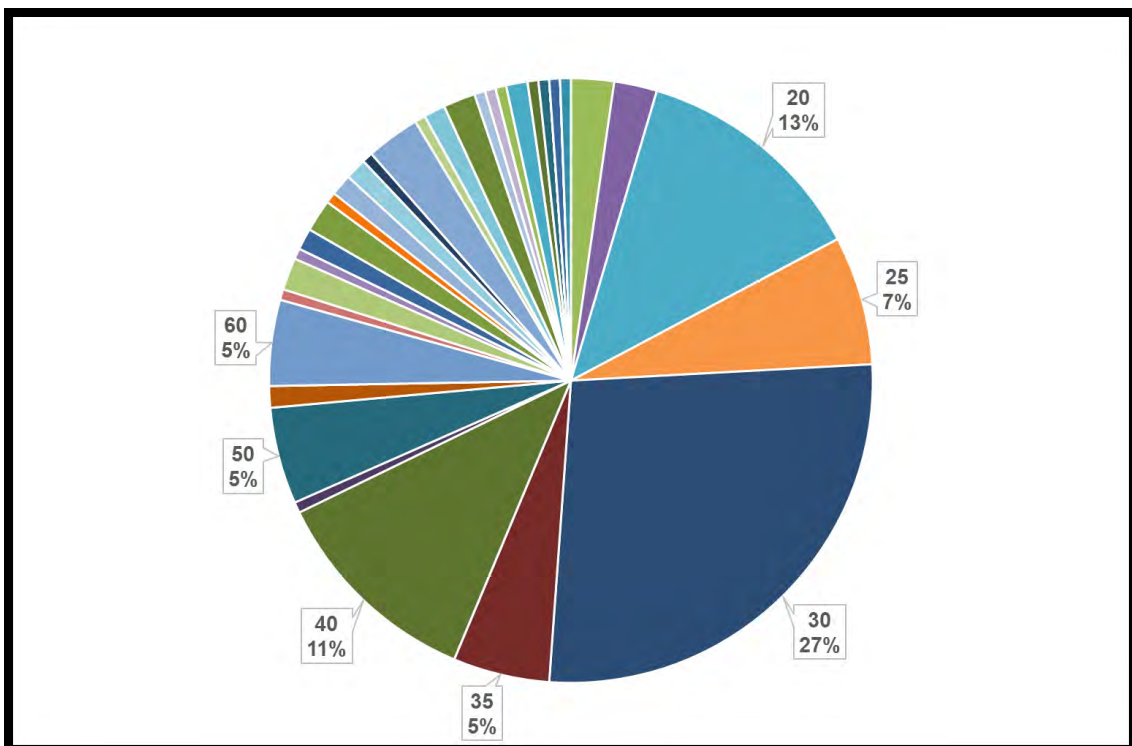


Рис. 2. Статистика повторений различных протяженностей перегонов между населенными пунктами на территории бывш. Новгородской республики в вёрстах (по данным «Выписи из Новгородских изгонных книг»): в процентах от общего числа.

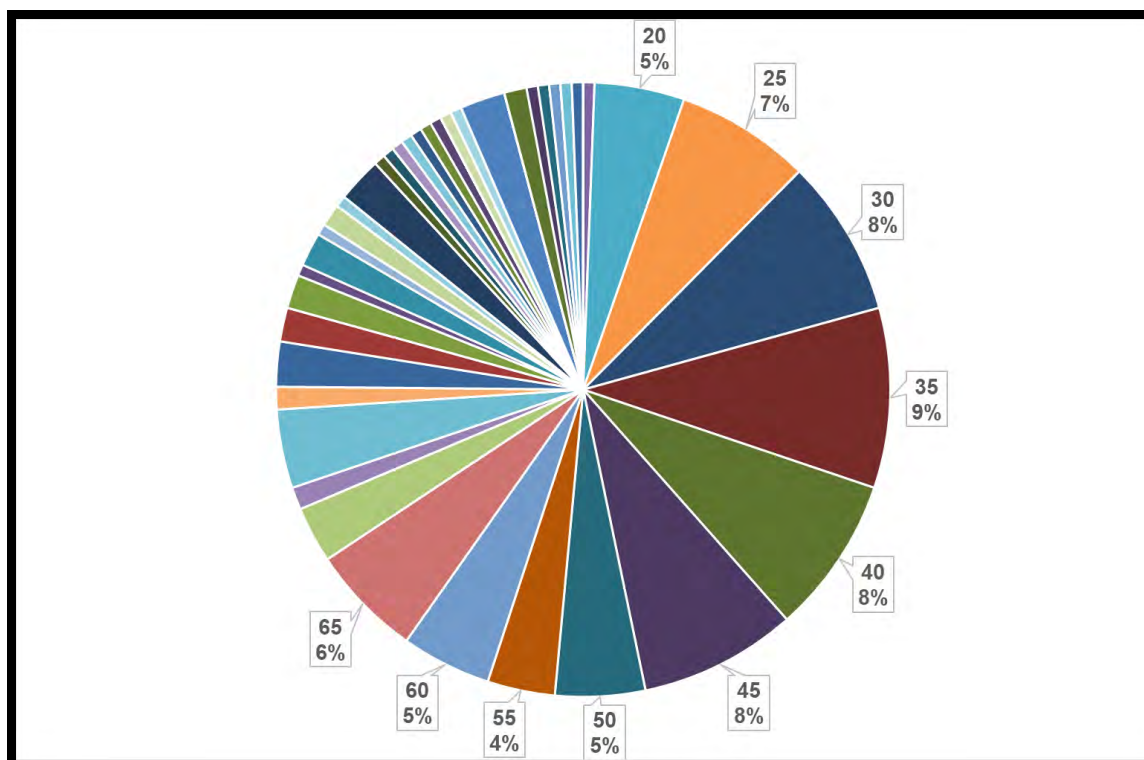


Рис. 3. Статистика повторений различных протяженностей перегонов между населенными пунктами на территории бывш. Новгородской республики в км (по оценке автора): в % от общего числа.

Из рисунка 4 видно, что перегоны с оценочной протяженностью в 25...30 вёрст на практике могли «маркировать» расстояния в интервале между 20 и 80 км⁶. Правда, вполне выраженный пик повторений приходится на диапазон 30...35 км, что как раз и соответствует 30 «пятисоткам». Но и два следующих диапазона, 35...40 км и 40...45 км, по частоте повторений мало чем ему уступают. Конечно, часть полученных оценок протяженностей дорог *в километрах* может быть ошибочной, но на таких небольших расстояниях (20...65 км) сильно ошибиться трудно: и населенные пункты редко располагаются на более коротких расстояниях, и дорог между ними не так уж и много... То есть тут применение современных карт больших (по абсолютному значению) погрешностей давать не должно. Выходит, большую часть вины за выявленный разноречивый данных следует возложить на старинных обмерщиков русских дорог.

Представляется, что наиболее вероятным объяснением выявленной коллизии может быть следующее: как видно из данных [6], народная молва оценивала протяженность стандартного перегона в вёрстах именно в такую величину, какой она и получилась по результатам статистического анализа. *Можно предположить*, что в XV...XVII вв. существовал какой-то указ (или просто общепризнанное правило), что перегон между распряжками ямских лошадей не

⁶ Самый короткий из обнаруженных в «Выписи ...» 30-верстовых перегонов имел, по оценке автора, протяженность всего в 22 км, а самый длинный («Шунга – Повенцы») – в 77 км. Последний был идентифицирован как дорога в Медвежьегорском р-не Республики Карелия между д. Шуньга (ранее – с. Шунгское село) и пгт. Повенец.

должен превышать 30 вёрст. Поэтому, когда на практике при обмерах выходило больше 30, дьяки писали «30» (проверить их оценки при тогдашнем уровне образования простого народа и уровне развития техники все равно никто не мог!). Так и получилось, что 40- и даже 60-километровые перегоны оказались оценены не в 37,5 и не в 56,2 версты (40/1,067 и 60/1,067 соответственно), а только в 30...

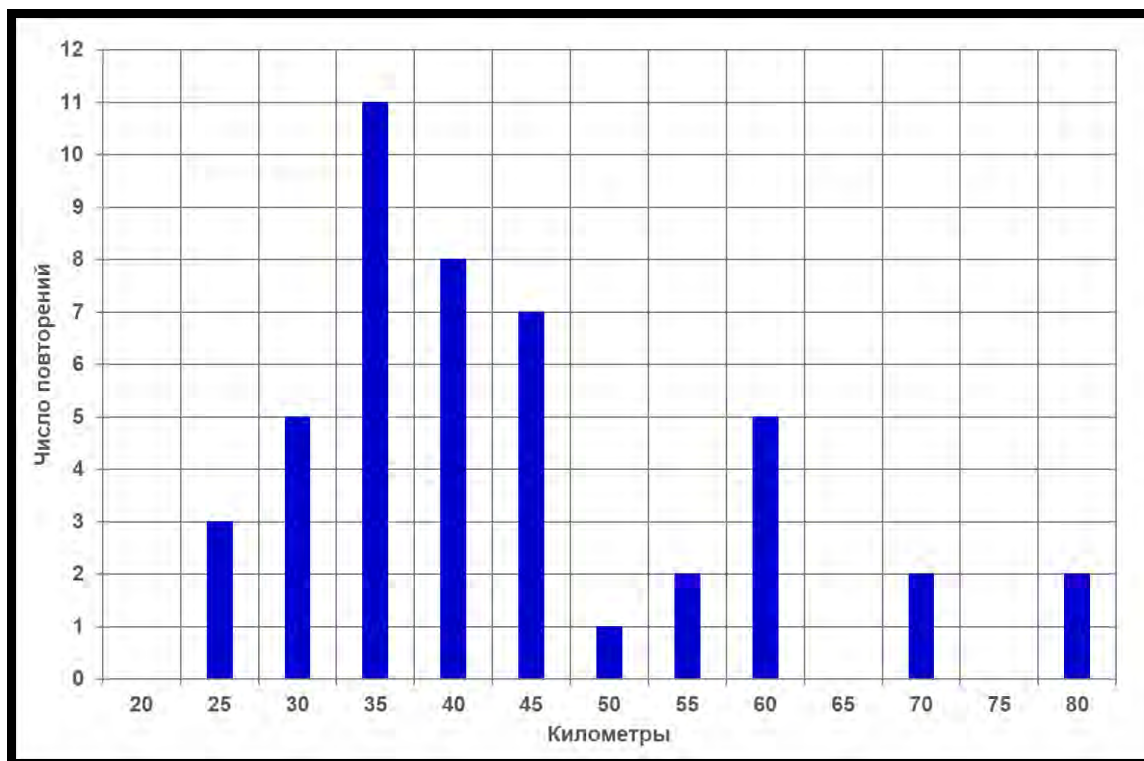


Рис. 4. Перегон в 25...30 вёрст: сколько это в километрах?

Выводы

По результатам анализа данных из «Выписи ...» можно сделать вывод, что в XV...XVII вв., считалось, что русские лошади могут тянуть ямскую повозку без отдыха и кормления примерно 30 вёрст (что примерно соответствовало 30... 35 км). Однако на практике эти «30 вёрст» – в зависимости от конкретных условий – вполне могли превратиться и в 60, и даже в 77 современных километров.

Литература

- [1] Белобров В.А. Какова была реальная протяженность русских вёрст (доклад) <https://www.academia.edu>
- [2] Белобров В.А. Опыт реконструкции маршрутов средневековых новгородских дорог с целью выявления типоразмеров вёрсты, применявшихся на территории бывшей Новгородской республики в XVI...XVII вв. (доклад) <https://www.academia.edu>
- [3] Белобров В.А. Традиционные русские меры длины. М., 2018
- [4] Голубцов И.А. Пути сообщения в бывших землях Новгорода Великого в XVI-XVII веках и отражение их на русской карте середины XVII века //

Вопросы географии. Сборник двадцатый, 1950 г. Историческая география СССР. М., 1950, сс. 271...302

[5] Гурлянд И.Я. Ямская гоньба в Московском государстве до конца XVIII века. Ярославль, Типография Губернского правления, 1900

[6] Романова Г.Я. Объяснительный словарь старинных русских мер. М., 2017

S u m m a r y. This work is a continuation of [1], [2] and other works of the author devoted to the evaluation of the Russian measures of distance, versts. The paper discusses the data «Wypis iz Novgorodskiyh izgonnyh knig» about the length of roads on the territory of the former Novgorod Republic. On the basis of this analysis is given an estimate of the distance that post horses without rest and feeding in the XV...XVII centuries could overcome.

СЕРДОБОЛЬСКИЙ ГРАНИТ ОСТРОВА ТУЛОЛАНСААРИ

И.В. Борисов

*Региональный музей Северного Приладожья, г. Сортавала, Республика Карелия,
aldoga@bk.ru*

SERDOBOLSKY GRANITE OF TULOLANSAARI ISLAND

I.V. Borisov

Regional Museum of the Northern Ladoga region, Sortavala, Republic of Karelia

Аннотация. Статья посвящена описанию уникального техногенно-природного комплекса (каменоломен сердобольских гранитов) и историко-культурных объектов острова Тулолансаари (Ладожское озеро). Приведены сведения о применении сердобольских гранитов в архитектуре Санкт-Петербурга. Обозначены основные направления использования горно-индустриального наследия Тулолансаари в туризме.

Ключевые слова: техногенно-природный комплекс, каменоломня, сердобольский гранит, туризм, маршруты,

Введение

В северной части Ладожского озера, недалеко от города Сортавала (Республика Карелия), расположен крупный остров Тулолансаари, сложенный кристаллическими породами Ладожской серии нижнего протерозоя - различными сланцами, кварцито-песчаниками, амфиболитами, гранитами и гнейсами. В конце XVIII - XIX веках здесь осуществлялась добыча камня для строительства и украшения различных сооружений Санкт-Петербурга, в результате чего на острове Тулолансаари сформировался уникальный техногенно-природный комплекс, памятник горно-индустриального наследия.

История в камне

Главное природное богатство острова Тулолансаари составляют светло-серые среднезернистые массивные плагиограниты, образующие небольшое месторождение «Тулолансаари» с запасами до 9 млн. м³ камня. Эти граниты, названные в XIX веке «сердобольскими» (по месту своего рождения – вблизи города Сердоболя-Сортавала), разрабатывались в 1770 - 1900-е годы на облицовочный камень для Санкт-Петербурга, Петродворца и других городов России. Возможно, что первые разработки гранита здесь были заложены еще шведами в

середине XVII века. С тех пор на острове Тулолансаари сохранилось три десятка каменоломен разных размеров и форм. В восточной части острова, в пределах горы Руотсенкаллио и ее отрогов, известно 20 каменоломен сердобольских гранитов, на соседней горе Мустиккамьяки – 10 выработок.

Осмотр исторических каменоломен гранитов лучше вести с восточного берега острова (Руотсенранта), где начинается экскурсионная тропа. При подъеме в гору, на склоне горы Руотсенкаллио расположена первая каменоломня («Руотсенкаллио-3») значительных размеров. Она имеет форму полутраншеи, вытянутой вдоль подножья уступа скалы на 80 м, при ширине от 5 до 26 м. Глубина выработки достигает 2-3,5 м. Общий объем каменоломни - 2 тыс. м³. Площадка выработки хаотически завалена бракованными гранитными блоками и околлом, поросла густым лесом.

Крутая тропа постепенно выводит в центральную часть горы Руотсенкаллио, где сохранилось примерно 15 каменоломен сердобольских гранитов группы «Руотсенкаллио-2». Они имеют форму полутраншей, которые прерывистой цепочкой вытянуты вдоль западного склона горы Руотсенкаллио почти на 400 м. Суммарный объем этих выработок достигает 7 тыс. м³. Здесь в XIX веке буроклиновым способом выламывали гранитные блоки объемом от 1,5-2 м³ до 5 - 10 м³.

Отдельные выработки группы имеют незначительные размеры: длиной от 15 м до 40 м, шириной 5-15 м, глубиной 1-4,5 м (один – два уступа), объемом 300-1200 м³. Площадки каменоломен частично завалены околлом и некондиционными блоками. В скальном массиве хорошо наблюдается природная трещиноватость гранита, позволявшая получать блоки правильной формы и крупных размеров, длиной до 3-6 м. В одном забое до сих пор лежит идеальной формы гранитный монолит длиной 4,5 м, шириной 0,8 м и толщиной 0,5 м. Его поверхность со всех сторон покрыта желобками - следами шпуров, пробуренных «в строчку» при выломке камня.

К западу от вершины горы Руотсенкаллио, на водоразделе узкого отрога расположена самая большая и известная каменоломня острова Тулолансаари – «Руотсенкаллио-1» («Главная»). К ней через сосновый лес ведет тропа длиной около 1 км. Выработка имеет вид траншеи, вытянутой с запада на восток почти на 150 м. В ее западной части находится искусственное озеро длиной 40-75 м, шириной 30-40 м, глубиной 8-15 м, объемом примерно 18 тыс. м³.

На краю каменоломни сохранились выбитые в скале желобки (длина 20-30 см, глубина 5-6 см), которые обозначали контуры заготавливаемого блока. На уступах и блоках видны следы шпуров (диаметр 15-20 мм), пробуренных «в строчку» на расстоянии 10-20 см друг от друга. Природная трещиноватость (расстояние между вертикальными трещинами – от 2 м до 5 м, между пластовыми – от 0,4 м до 1.1 м) позволяла получать блоки правильной формы объемом от 2,5 м³ до 10-12 м³.

Гранитные блоки на острове Тулолансаари добывали вручную буроклиновым способом. Вначале на расчищенной от растительности поверхности скалы, по контуру блока, зубилами и молотками рабочие выбивали желобки. Затем

в них, с помощью железных молотов и буров (длиной 70-120 см и диаметром 20-35 мм), высверливали шпуры на расстоянии 10-20 см друг от друга. После этого, по команде мастера камнетесы одновременно вбивали в желобки между шпурами металлические и деревянные клинья, до тех пор, пока в скале не появлялась трещина. Добытые и вчерне обработанные блоки далее везли на санях или стаскивали по жердям к берегу в Мёнтсёля, где с началом навигации грузили на парусные суда (сойма-боты), отправлявшиеся по Ладожскому острову в Санкт-Петербург.

Документально известно, что в «Главной» каменоломне еще при Екатерине II были заготовлены блоки для облицовочных плит, которыми частично облицевали стены второго и третьего этажей Мраморного дворца (1768-1784 годы, А. Ринальди). Об этом в свое время писал сердобольский пастор, знаток камня Самуэль Алопеус: *«На острове Тулола, называемом в Менцелезунде Сортавальского погоста, выламывают голубоватый чистый гранит, который был употребляем на внешние стены Мраморного дворца и других великих зданий... Летом 1784 года для огромных зданий вырублено множество квадратных камней и высоких столбов в 2,5 аршина, которые на судах должны быть отправлены в Санкт-Петербург...»* [1]. Позже из этого гранита были изготовлены колонны Круглого зала Мраморного дворца.

В начале 1840-х годов гранит с «Главной» каменоломни острова Тулолансаари пошел на сооружение быков Николаевского моста (1842-1844 годы, А.П. Брюллов) в Санкт-Петербурге. Вот как об этом сообщал в 1885 году Инженерный журнал: *«Весь гранит для Николаевского моста добыт был из одного прииска, на острове Тулола, теперь оставленного и представляющего собой 4-х угольное пространство или бассейн в десятину величиною и до 6 саженей глубиною. Боковые длинные стены этого бассейна отвесны, концевые же иссечены уступами...»* [3].

Из сердобольского гранита, добытого на острове Тулолансаари, в т. ч. в «Главной» каменоломне, в середине XIX века были вытесаны 4-5 атлантов портика (1844-1849 годы, А.И. Терехнев) и десятки колонн, украсивших «Двенадцатиколонный» и «Двадцатиколонный» залы, Иорданскую и Главную (Теребневскую) лестницы Эрмитажа (1842-1851 годы, Л. Фон Кленце, В.П. Стасов, Н.Е. Ефимов). Организацией добычи камня на Тулолансаари занимался Санкт-Петербургский купец второй гильдии, известный каменщик и подрядчик скульптурных работ Гавриил Афанасьевич Балушкин.

Сердобольский гранит, добытый на острове Тулолансаари и в других каменоломнях Северного Приладожья (Ваннисенсаари и Импиниеми) также пошел на украшение: Михайловского замка (1797-1800 годы, В.Ф. Бренна), памятника Петру I (1800 г., В.Ф. Бренна), обелиска «Румянцева Победам» (1797-1800 годы, В.Ф. Бренна), Казанского собора (1801-1811 годы, А. Н. Воронихин), колонны Славы (1845-1846 годы, Н.Е. Ефимов), Николаевского дворца (1853-1861 годы, А.И. Штакеншнейдер), Новомихайловского дворца (1857-1862 годы, А.И. Штакеншнейдер), памятников Николаю I (1856-1859 годы, О.Р. Монферран) и Екатерине II (1869-1873 годы, М. Микешин, М. Чижов и др.),

фонтанов в садах у Адмиралтейства (1872-1874 годы) и Зимнего дворца (1896-1901 годы) и других зданий и сооружений Санкт-Петербурга.

Из сердобольских гранитов были выполнены кариакиды и колонны Бельведера (1852-1856 годы, А.И. Штакеншнейдер, А.И. Терехнев), колонны Львиного каскада (1854-1857 годы, А.И. Штакеншнейдер), столбы Розового павильона (1845-1848 годы, А.И. Штакеншнейдер) в Петергофе.

Недалеко от исторических каменоломен комплекса «Руотсенкаллио», на краю старого кладбища в ельнике, сохранилась гранитная плита, установленная в память камнетесов Тулолансаари еще в конце XIX века. Она представляет собой «отщеп» от скалы длиной 5 м, шириной 0,5 м, толщиной 15 см. Поверхность плиты со всех сторон покрыта бороздами шпуров, пробуренных «в строчку» на расстоянии 5-10 см друг от друга [2].

Некоторое время владельцем части каменоломен на острове Тулолансаари был сердобольский и Санкт-Петербургский купец Матвей Иванович Овечкин (1821-1883 годы). Он заготавливал камень и поставлял его в Санкт-Петербург и другие города. Ярким примером деятельности М.И. Овечкина является памятник «Тысячелетие России» в Новгороде (1862 г., М. Микешин, И. Шредер и др.), постамент которого вытесан из сердобольского гранита.

В 1871 году М.И. Овечкин построил на острове Тулолансаари в деревне Суури Тулола красивый дом с мезонином, в котором в летнее время жил со своей супругой Ольгой Григорьевной Бариновой (1818-1880 годы). О.Г. Барина состояла в купечестве второй гильдии, и от первого брака с Санкт-Петербургским мастеровым-каменщиком, владельцем монументальной мастерской Андрея Барина, имела сына - А.А. Барина. Через много лет после смерти первого мужа вдова вышла замуж за Матвея Овечкина, который стал хозяином камнерезной мастерской в Санкт-Петербурге. После смерти М.И. Овечкина владельцем мастерской в столице, каменоломен и домом на острове Тулолансаари становится Санкт-Петербургский купец второй гильдии Андрей Андреевич Барин (1839-1910 годы).

Мастерская А.А. Барина изготавливала из природного камня постаменты памятников и надгробия для Санкт-Петербурга. Яркими примерами работ мастерской «А. Барина» из сердобольского гранита являются постаменты памятников Петру I (1873 г., И.Н. Шредер, И.А. Монигетти) в Петрозаводске и А.С. Пушкину (1880 г., А.М. Опекушин, И.С. Богомолов) в Москве.

1918 году, когда Финляндия стала независимой от России, на каменоломни Тулолансаари финляндское правительство наложило арест как на имущество иностранных граждан. Летом 1918 года в пустующем доме А. А. Барина жил известный художник и мыслитель Николай Константинович Рерих вместе со своей семьей. Именно в это время он написал много картин, в т.ч. «Пейзаж Тулола», «Финский пейзаж», «Тулола. Камни», «Всадник ночи» и другие, а также небольшие эссе. Здесь, на острове, Н.К. Рерих исцелился от своей ползучей пневмонии и возрос как художник и мыслитель.

В 1926 году бывший дом А.А. Барина был продан сельскому обществу «Тулолан Хови», и в нем открылись плотницкие и ткацкие мастерские. В 1956 году старый дом разобрали на строительный материал.

Только в 2012 году общественная организация «Свет Ладоги» обнаружила в урочище Суури Тулола остатки фундамента дома А.А. Барина, которые на следующий год были очищены от земли и растительности. В 2016 году здесь была установлена плита в память о пребывании на острове Тулолансаари Н.К. Рериха.

В 1990-е годы Региональный музей Северного Приладожья стал организовывать экскурсии на исторические каменоломни острова Тулолансаари. В 1998 году техногенно-природный комплекс «Руотсенкаллио» площадью 80 га был объявлен памятником историко-культурного наследия Республики Карелия.

В 2005-2010 годах на острове Тулолансаари проводились учебные практики для студентов – реставраторов филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. После 2015 года была разработана новая экскурсионная тропа протяженностью около 2,5 км, которая начинается в Мёнтсёля и заканчивается на мысу Линтанниemi, где раньше была главная пристань. В настоящее время разрабатывается проект благоустройства и музеефикации каменоломен острова Тулолансаари, которые с 2017 года входят в состав национального парка «Ладожские шхеры».

Литература

- [1] *Алопеус С.* Краткое описание мраморных и других каменных ломов, гор и каменных пород, находящихся в Российской Карелии. СПб., 1787.
- [2] *Борисов И.В.* Каменоломни острова Тулолансаари // Дорога горных промыслов. Петрозаводск: Институт геологии КНЦ РАН, 2014, С. 216-235
- [3] Каменоломни сердобольского гранита // СПб., Инженерный журнал, № 6.7, 1885.

S u m m a r y. The article is devoted to the description of a unique technogenic and natural complex (quarries of Serdobolsky granites) and historical and cultural objects of the island of Tulolansaari (lake Ladoga). Information about the use of Serdobolsky granites in the architecture of St. Petersburg is given. The main directions of using the mining and industrial heritage of Tulolansaari in tourism are outlined.

ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА В ТЕРЕХОЛЬСКОЙ ВПАДИНЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТУВА) ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА

О.К. Борисова*, А.В. Панин***, О.Н. Успенская***

* *Институт географии РАН, г. Москва, olgakborisova@gmail.com*

** *МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, a.v.panin@yandex.ru*

*** *ВНИИ овощеводства, г. Верея, usp-olga@yandex.ru*

CHANGES IN VEGETATION AND CLIMATE IN THE TEREKHOL DEPRESSION (SOUTHEASTERN TUVA) IN THE SECOND HALF OF THE HOLOCENE

O.K. Borisova*, A.V. Panin***, O.N. Uspenskaya***

* *Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Moscow*

** *Moscow State University of M.V. Lomonosov*

*** *Russian Scientific Research Institute of Horticulture, Vereya*

Аннотация. По данным радиоуглеродного датирования, изучения макроостатков растительного и животного происхождения и пыльцевого анализа озерных и болотных отложений из двух разрезов, расположенных в Терехольской котловине (ЮВ Тува), реконструирована последовательность климатических колебаний второго и третьего порядка, развивавшихся на фоне похолодания и иссушения климата, происходившего после оптимума голоцена.

Ключевые слова: юго-восточная Тува, постоптимальное похолодание голоцена, короткопериодные климатические колебания.

Введение

Комплексные палеогеографические исследования горных территорий юга Сибири (Алтай, Саяны и Тува), проведенные за последние десятилетия, позволяют проследить основные черты изменений климата в голоцене [6, 7, 11 и др.). Так, для Алтае-Саянской горной области Н.М. Чебакова с соавт. [12] выделили следующие главные климатические фазы: холодный и сухой ранний голоцен; теплый и влажный интервал 8,0-5,3 тыс. лет назад (здесь и далее приводится калиброванный возраст); последующее похолодание и иссушение, приведшее к тому, что около 3,2 тыс. л. н. климат стал холоднее и суше современного. В Восточных Саянах понижение температуры и увеличение континентальности климата начались после 5,5 тыс. л. н. [2]. Дальнейшее похолодание, сопровождавшееся ростом засушливости, произошло около 2,5 тыс. л. н. [2]. В юго-западной Туве сухой климат раннего голоцена (12-11 тыс. л. н.) сменился потеплением и повышением влажности, продолжавшимися до 5,5-5,0 тыс. л. н. Начавшийся затем процесс замещения лесных сообществ степными, вызванный похолоданием и иссушением, ускорился 2,0 тыс. л. н. [3]. Такие долгосрочные изменения климата и, в частности, повсеместное развитие похолодания после 5-6 тыс. л. н., объясняются изменениями в соотношении главных полей давления Северного полушария (Исландского минимума и Сибирского антициклона), влиянием Западного переноса и Азиатского муссона и уменьшением летней инсоляции после климатического оптимума голоцена (см., например, [9]).

В то же время, сведения о климатических осцилляциях продолжительностью от нескольких сотен лет (вековые колебания) до первых тысячелетий, раз-

вивавшихся на фоне постоптимального похолодания голоцена, для этого региона остаются немногочисленными. Для выявления таких короткопериодных колебаний первостепенное значение имеет пыльцевой анализ отложений, характеризующихся устойчивым непрерывным накоплением (прежде всего, озерных), в комплексе с другими литологическими и биостратиграфическими исследованиями, опирающимися на достаточное количество радиоуглеродных датировок.

Объекты и методы исследований

В качестве одного из ключевых объектов для реконструкции короткопериодных климатических колебаний было выбрано озеро Тере-Холь, расположенное в одноименной межгорной впадине на ЮВ Тувы (50°37' с. ш., 97°24' в. д.), где комплексом методов были исследованы колонки донных отложений, подробно датированные радиоуглеродным методом [6]. Палинологическое исследование пилотной серии образцов озерных осадков из скв. РВ-021 в юго-западной части озера, охватывающей последние 6 тыс. лет, было проведено Н.С. Болиховской [4]. Пыльцевой анализ сопровождался комплексным изучением состава остатков растительного и животного происхождения в том же разрезе (различных групп водорослей, макрофитов, губок и проч.), проведенным по той же скважине О.Н. Успенской [6]. К сожалению, верхние 0,5 м осадка, накопившиеся приблизительно за 2 тыс. лет, несут следы перемешивания происходившего, вероятно, в результате примерзания отложений ко льду в наиболее суровые зимы. В связи с этим, для выявления короткопериодных изменений климата в позднем голоцене был дополнительно изучен разрез РВ-208, расположенный на юго-западном берегу оз. Тере-Холь [5, 8]. Серия ¹⁴С датировок показывает, что вскрытые разрезом отложения образовались за последние 2,8 тыс. лет. В дополнение к пыльцевому анализу в этом разрезе также был определен состав остатков растений и животных в озерной супеси из нижней части разреза и в перекрывающем ее слое торфа.

В целом, палинологические данные по разрезам РВ-021 и РВ-208 отражают существование горной тайги, близкой к современной, на окружающей разрез территории. Среди пыльцы деревьев и кустарников (arboreal pollen – AP) преобладает пыльца сосен (*Pinus sibirica* и *P. sylvestris*). Сосна обыкновенная в настоящее время не растет в Терехольской впадине; граница ее ареала проходит примерно на 100 км севернее [1]. В обоих разрезах в небольшом количестве встречается пыльца пихты. Ее ареал на территории Тувы близок к ареалу *P. sylvestris*. Содержание пыльцы ели (до 5-7% AP) соответствует ее роли в современной растительности. Пыльца лиственницы встречается в небольшом количестве, хотя *Larix sibirica* преобладает в лесах на склонах Терехольской впадины. Низкие содержания пыльцы лиственницы объясняются ее слабой устойчивостью к разрушению в осадках. Верхняя граница пояса кедрово-лиственничных лесов на хребте Сангилен, лежащем к югу от депрессии, проходит на высоте 2200-2300 м над ур. моря. Выше расположен пояс горной тундры с участками субальпийских кустарников и альпийских лугов. В нижних частях склонов южной экспозиции и на наиболее сухих участках днища впадины развиты сообщества горных степей. Благодаря высотной поясности и экспозици-

онным различиям в растительности, связанным с горным рельефом местности, малоамплитудные и кратковременные изменения климата отчетливо проявляются в составе пыльцевых спектров.

Обсуждение результатов

Возрастная модель, построенная по разрезу РВ-021 на основе пяти ^{14}C датировок, показывает, что накопление озерных осадков в интервале глубин 150-50 см началось около 7 тыс. л. н., и до окончания климатического оптимума голоцена (~6 тыс. л.н.) происходило со скоростью около 0,3 мм/год, а в интервале с 6 до 2 тыс. л. н. замедлилось до 0,17 мм/год. Детальный пыльцевой анализ и попутное изучение микроскопических остатков непыльцевого происхождения (non-pollen palynomorphs – NPP) в тех же препаратах позволяют выделить в этом промежутке времени несколько климатических колебаний второго порядка, развивавшихся на фоне постоптимального похолодания.

Наиболее ярко была выражена сопровождавшаяся значительным иссушением фаза похолодания, наступившая сразу после климатического оптимума, когда в Терехольской впадине резко сократились площади лиственных и темнохвойно-таежных лесов с плаунами, папоротниками и эрикоидными кустарничками в наземном покрове, содержания пыльцы трав и кустарничков (non-arboreal pollen – NAP) достигли 40% спектра, причем доля пыльцы полыней и маревых была максимальной для всего разреза (60% и 20% от NAP, соответственно), а упомянутые выше мезофильные травянистые растения полностью исчезли. Тем не менее, похолодание не привело к исчезновению таких теплолюбивых водных растений, как кувшинка и кубышка: их пыльца и характерные микроскопические остатки тканей присутствуют в данном слое. Эта холодная и сухая климатическая фаза продолжалась около 1,5 тыс. лет.

Новое потепление, сопровождавшееся в самом его начале небольшим увеличением влажности, началось 4,5-4,7 тыс. л. н. и длилось около 2 тыс. лет. Анализ изменений в составе пыльцевых спектров показывает, что колебания увлажнения в эту относительно теплую фазу имели сложный характер. В промежутке с 4 до 3,5 тыс. л. н., вероятно, произошло некоторое иссушение климата, вызвавшее обмеление озера. Этому времени соответствует большое количество листовых шипиков роголистника и характерных клеток из стеблей и листьев нимфейных в пыльцевых препаратах, что указывает на массовое развитие и отмирание тканей этих водных растений непосредственно в месте отбора колонки РВ-021. Поздняя часть этой фазы потепления (3,5-2,7 тыс. л. н.) была относительно влажной. Об этом говорят находки пыльцы таких типичных растений моховых болот, как морошка и шейхцерия, и новое появление спор сфагновых мхов, плаунов и хвощей. Постепенное развитие похолодания в конце этой фазы отмечено возрастанием количества пыльцы микротермных кустарников (можжевельника, карликовой березки и ольховника), которые в настоящее время растут в верхней части лесного пояса и в субальпийском поясе хр. Сангилен. Углубление похолодания после 2,7 тыс. л. н. сопровождалось иссушением. Сравнение палинологических данных по разрезам РВ-021 и РВ-208

позволяет заключить, что этот этап соответствует начальной сухой и холодной климатической фазе, реконструированной по разрезу РВ-208 [8].

Комплексный анализ разреза РВ-208 позволил провести подробную реконструкцию короткопериодных климатических колебаний за последние 2800 лет [5, 8]. Первая половина промежутка времени, охваченного этим разрезом, в целом была более сухой, чем вторая его половина, причем на фоне этих «тысячелетних» климатических изменений отчетливо выделяются колебания более высокого порядка – «вековые» потепления и похолодания. Внутри раннего, более сухого интервала более холодными были фазы 2,8-2,6 и 2,05-1,7 тыс. л.н., а более теплыми – 2,6-2,05 и 1,7-1,35 тыс. л.н., причем фазам похолодания в этот период соответствовало иссушение, а фазам потепления – увлажнение [8].

Накопление торфа в верхней части разреза РВ-208 (1,35 тыс. л.н. – н/вр.) происходило в более холодных условиях, однако упомянутое выше соответствие фаз похолодания и иссушения в этот период нарушалось, и холодные интервалы частично соответствовали более влажным фазам. При этом длительность теплых и холодных фаз сокращалась, а различия между ними увеличивались. Относительно теплые и влажные климатические условия реконструированы в интервале 1000-700 л. н. Еще одно кратковременное потепление произошло с 300 до 150-200 л. н. Эти теплые фазы разделяла хорошо выраженная сухая и холодная фаза 700-300 л. н. В последние 150-200 лет развивалось новое похолодание, но без заметной аридизации. Современный климат отличается от фазы 700-300 л. н. меньшей сезонной контрастностью и большей влажностью [8].

Выводы

Изменения растительности и климата в Терехольской депрессии и ее горном обрамлении за последние 6 тыс. лет, реконструированные на основе комплексного изучения двух разрезов озерных и болотных отложений, отражают чередование климатических осцилляций второго порядка продолжительностью 1,5-2 тыс. лет на фоне похолодания и иссушения климата, происшедшего во второй половине голоцена. Более детальные исследования климата последних 2,5 тыс. лет показали, что такие тысячелетние колебания, в свою очередь, были осложнены серией более влажных или сухих, теплых или холодных фаз «вековой» продолжительности. Сравнение с другими реконструкциями позволяет проследить некоторые общие черты динамики климата в позднем голоцене не только в Алтае-Саянском регионе, но и в более широком контексте [5]. Согласно реконструкции средней температуры воздуха Северного полушария [10], наиболее высокие температуры за последние 2000 лет достигались 1000-900 л. н., в Средневековый климатический оптимум, а наиболее низкие – около 1600 г., в Малый ледниковый период. Предположительно, эти колебания температуры были связаны с изменениями солнечной активности [14]. Подобные, но более слабые колебания температуры реконструированы нами по разрезу РВ-208. Чередование влажных и сухих фаз, восстановленное по разрезу РВ-208, в целом соответствует периодам усиления/ослабления Азиатского муссона, выявленным по изменениям изотопного состава кислорода в сталагмите из пещеры Донгге на юге Китая [13].

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке Проекта РФФИ 19-05-00863.

Литература

- [1] Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. I. Л.: Наука, 1977. 164 с.
- [2] Безрукова Е.В., Щетников А.А., Кузьмин М.И. и др. Первые данные об изменении природной среды и климата Жомболокского вулканического района (Восточный Саян) в среднем - позднем голоцене // Доклады Академии наук. 2016. Т. 468. № 3. С. 323-327.
- [3] Бляхарчук Т.А. Реконструкция лесной и высокогорно-степной растительности юго-западной части Тувы с позднеледниковья до современности // География и природные ресурсы. 2008. №1. С.89-96.
- [4] Болиховская Н.С., Панин А.В. Динамика растительного покрова Терехольской котловины (юго-восточная Тува) во второй половине голоцена // Сб. науч. Тр. XII Всеросс. палинологической конф. Т. II. СПб: ВНИГРИ, 2008. С. 69-75.
- [5] Борисова О.К., Панин А.В. Короткопериодные климатические колебания в горных районах юга Сибири в позднем голоцене // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по м-лам Всеросс. научно-практич. конф. LXXII Герценовские чтения. СПб, 2019. С. 407-412.
- [6] Панин А.В., Бронникова М.А., Успенская О.Н. и др. История озера Тере-Холь и голоценовая динамика природной среды на юго-востоке Саяно-Тувинского нагорья // Доклады Академии Наук. 2012. Т. 446. № 5. С. 568-574.
- [7] Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S. et al. Late-glacial and Holocene vegetational changes on the Ulagan high-mountain plateau, Altai Mountains, southern Siberia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2004. V. 209. P. 259-279.
- [8] Borisova O., Panin A. Multicentennial climatic changes in the Tere-Khol basin, Southern Siberia, during the Late Holocene // Geography, Environment, Sustainability. Vol. 2. P. 148-161.
- [9] Mayewski P.A., Rohling E.E., Stager J.C. et al. Holocene climate variability // Quaternary Research. 2004. V. 62. No. 3. P. 243-255.
- [10] Moberg A., Sonechkin D.M., Holmgren K. et al. Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data // Nature. 2005. V. 433. P. 613-617.
- [11] Rudaya N., Nazarova L., Novenko E. et al. Quantitative reconstructions of mid- to late Holocene climate and vegetation in the northeastern Altai Mountains recorded in lake Teletskoye // Global and Planetary Change. 2016. V. 141. P. 12-24.
- [12] Tchebakova N.M., Blyakharchuk T.A., Parfenova E.I. Reconstruction and prediction of climate and vegetation change in the Holocene in the Altai-Sayan mountains, Central Asia // Environmental Research Letters. 2009. T. 4. № 4. С. 045025.
- [13] Wang Y., Cheng H., Edwards R.L. et al. The Holocene Asian monsoon: links to solar changes and North Atlantic climate // Science. 2005. V. 308. P. 854-857.
- [14] Wanner H., Beer J., Bütikofer J. et al. Mid- to Late Holocene climate change: an overview // Quaternary Science Reviews. 2008. V. 27. No. 19-20. P. 1791-1828.

S u m m a r y. Based on the data of radiocarbon dating, a study of macro-residues of plant and animal origin, and pollen analysis of lake and bog sediments from two sections located in the Terehol basin (SE Tuva), we inferred the sequence of climatic oscillations. These oscillations of the second and third order developed against the background of cooling and increasing aridity, which followed the Holocene optimum.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОЗЕР БЕЛОРУССКОГО ПОЗЕРЬЯ

Б.П. Власов*, В.П. Зерницкая**

*Белорусский государственный университет, Минск, vlasov@bsu.by

**Институт природопользования НАН РБ, Минск, valzern@gmail.com

THE STAGES OF DEVELOPMENT OF LAKES OF BELARUSIAN POOZERIE

B. Vlasov*, V. Zernitskaya**

*Belarusian State University, Minsk

**Institute for Nature Management, National Academy of Sciences, Minsk

Аннотация. Данные исследования осадочных толщ озер свидетельствуют о начале озерного седиментогенеза в интервале 16,5-15,5 тыс. кал.л.н. Повышение уровня озер отмечено около 14,0 тыс. кал.л.н. и в интервалах ~13,0-12,6 и 12,4-12,0, 11,4-11,2, 9,4-9,0, 8,5-7,9 и около 6,2 тыс. кал.л.н. Низкие уровни отмечены в интервалах 11,7-11,4, 9,0-8,5, 7,0-6,6 и около 5,8 тыс. кал.л.н. Тенденция повышения уровней отмечена в интервалах 5,5-5,3, 4,8-4,2, 3,4-2,7 и после 1,5 тыс. кал.л.н.

Ключевые слова: озера, этапы развития, донные отложения, уровень воды.

Введение

Возникновение современных озер относится ко времени ~ 16,5-15,5 кал.л.н. (12-13 тыс. ¹⁴C л.н.) и связано с потеплением климата, деградацией последнего ледникового покрова, и формированием гидрологической сети. Эволюция озер со времени дегляциации территории Белоруссии от ледникового покрова служит отражением глобальных и локальных изменений природно-климатических условий территории.

Объекты и методы

Основное количество озер Беларуси сосредоточено на севере в Поозерской провинции, зоне последнего оледенения. Генезис озерных котловин в границах Поозерского (валдайского) оледенения связан с деятельностью ледника и талых ледниковых вод во время его деградации. В этом регионе были сформированы озерные котловин подпрудного, ложбинного, гляциокарстового, эвразионного, сложного и остаточного типов [5].

Комплекс геоморфологических, литологических, палеонтологических, геохимических и хронометрических исследований позволили провести реконструкцию гидрологических условий, палеоэкологической обстановки, диагностики трофического состояния озерных экосистем, а также реконструкцию изменения их уровней [2].

Обсуждение результатов

Озерные котловины сформировались в результате проявления гляцио- и термокарстовых процессов с конца позднего пленигляциала до среднего дриаса (16,0-14,0 тыс. кал. л.н.). Формированию водной массы озер предшествовал спуск обширных приледниковых бассейнов с образованием остаточных неглубоких водоемов, в которых накапливались глины, глинисто-алевритовые и песчаные отложения. С этим этапом связано образование озер, лежащих в зоне максимальной стадии последнего оледенения (Долгое, Нарочь, Лазовики и др.). Возраст базальных слоев карбонатных отложений в наиболее глубокой впадине

оз. Нарочь (13110 ± 70 ^{14}C л.н./15631-16414 кал. л.н.) датирует начало озерного седиментогенеза около 16,0 тыс. кал.л.н. Проявление гляциокарстовых процессов и начало накопления озерных глин в озерах Долгое, Гиньково, Свядово фиксируется в разрезе Лазовики (13740 ± 870 ^{14}C л.н./15194-17664 кал.л.н., ср. 16,4 тыс. кал. л.н.) [4, 10].

Во время беллинг-аллередского интерстадиала (14,7-12,8 кал. л.н.) продолжались процессы интенсивной расконсервации озер, которые завершились в начале аллереда около 13,6 тыс. кал.л.н. Водоемы по-прежнему носили олиготрофный характер и в условиях начавшегося интенсивного выщелачивания пород водосборов стали бассейнами седиментации органоминеральных и карбонатных осадков (Глубелька, Долгое, Малое, Межужол, Нарочь и др.).

Позднедриасовое похолодание (12,8-11,7 тыс. кал. л.н.) на территории Беларуси четко регистрируется палинологическими данными (максимум *Picea* и *Artemisia*), данными стабильных изотопов кислорода и углерода в озерном кальците. В отложениях увеличиваются показатели минеральной составляющей, падают значения СаО, что указывает на похолодание и усиление эрозионных процессов.

На рубеже «поздний дриас – пребореал» (11700-11500 кал. л.н.) регистрируется падение содержания пыльцы *Picea* и трав. В озерах отмечается значительное и весьма синхронное понижение уровней и сокращение площадей водоемов, что объясняется устранением вечномерзлого барьера на водосборах [10]. Падение уровней озер фиксируется возрастом подсапропелевых торфов, вскрытых в разрезах, лежащих в сублиторальных частях котловин, в диапазоне от ~ 11900 до 11400 кал. л.н.: оз. Мошно (10060 ± 120 ^{14}C л.н.), оз. Нарочь (10330 ± 100 ^{14}C л.н.), оз. Кривое (10280 ± 140 ^{14}C л.н.) [4]. На ранних этапах голоцена в озерах, расположенных на северо-западе и юго-западе республики отмечено начало интенсивного накопления осадков с повышенным содержанием карбонатов, что свидетельствует о росте температурного режима и переходе ряда озер в мезотрофную фазу развития.

В интервале 11,4 до 11,2 тыс. кал. л.н. отмечено повышение уровне озер, что отмечается падением значения $\delta^{13}\text{C}$, в результате увеличения притока вод, обогащенных легкими изотопами углерода вследствие повышения влажности климата. В отложениях увеличивается содержания обломочной фракции и ОВ. Этот временной эпизод совпадает с пребореальной осцилляцией климата в интервале 11000-11400 кал. л.н.

На протяжении бореального периода (10,2-9,0 тыс. кал. л.н.) происходит стабилизация либо понижение озерных уровней. Поступление с грунтовыми и поверхностными водами питательных веществ обусловило резкую дифференциацию водоемов на различные биолимнические типы. Мелкие озера с низким водообменом приобрели дистрофный черты, а проточные водоемы – эвтрофный. Озера, расположенные в крупных, сильно врезанных в рельеф котловинах, но с замедленным водообменом, сохраняли олиго-мезотрофный режим. Наряду с минеральными отложениями в озерах формируются карбонатные сапропели.

В конце бореального периода (9400-9000 кал. л.н.) значения кривых $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ указывают на нестабильные климатические условия. В отложениях отмечено очередное повышение содержания ОВ и терригенной фракции. Подобные данные были получены при изучении отложений озера Нарочь, которое в диапазоне $\sim 9,4-9,0$ тыс. кал. л.н. находилось на стадии подъема уровня и увеличения площади водоема до современных границ [3].

В течение оптимальной фазы голоцена (9,0-5,5 тыс. кал. л.н., АТ) колебания озерных уровней были существенно асинхронными как на территории республики, так и в смежных регионах. В большинстве озер республики, фиксируются низкие и средние уровни. С понижением уровней озер в начале периода связано накопление торфянистых слоев и грубодетритового сапропеля в сублиторальных зонах озер. В большинстве случаев озерные отложения атлантического периода представлены смешанными, тонко- и грубодетритовыми сапропелями, илами. Процессы накопления известкового типа осадков продолжались в местах распространения карбонатных отложений на северо-западе республики, при этом в их составе возросла роль органического вещества. В условиях теплого климата усилились процессы эвтрофирования озер.

Признаки кратковременного похолодания на рубеже 8,2 тыс. кал. л.н. было наиболее экстремальным после осцилляции позднего дриаса. В изотопно-кислородных кривых изменения проявились в виде отрицательных пиков $\delta^{18}\text{O}$ (Лазовики, Нарочь-2, Оконо, Теклиц) в диапазоне от 8500 до 8000 кал. л.н. В разрезе оз. Рубовское накопление кремнеземистого сапропеля, который перекрывает торфяной слой (7550 ± 80 ^{14}C ВР/8490-8170 кал. ^{14}C л.н.) в сублиторальной части котловины, произошло около 8200 кал. л.н. [7].

Начало постоптимальной фазы голоцена на территории Беларуси датируется около 5500 кал. л.н. На изотопно-кислородных кривых белорусских разрезов наиболее низкие показатели установлены в диапазоне 5500–5300 кал. л.н. Это похолодание сопровождалось увеличением влажности климата и вызвало подъем уровней в озерах, сильное обводнение и «сбой» в системе осадконакопления озера Нарочь (горизонт черного органогенного материала в карбонатных отложениях), увеличение площади оз. Долгое до современных границ [3, 10]. В течение суббореала (5,5-2,7 тыс. кал. л.н) в большинстве озер отмечаются изменения характера отложений. В осадках возрастает роль терригенного материала, накапливаются кремнеземистые сапропели, опесчаненные карбонатные сапропели и илы (разрезы Грецкое, Волос, Езерище, Дривяты, Черствяты и др.). Биота отличалась бедностью видового состава и минимальным развитием.

Последний этап в развитии озер (субатлантический) характеризуется относительным похолоданием климата, вызвавшим обводнение озер. Водоемы данной эпохи отличаются пестротой и разнообразием лимнических типов, носящих современные черты.

Выводы

На основе литологических, палеонтологических, геохимических и хронометрических данных проведены реконструкции изменения уровней озер и влажности климата. В позднеледниковье влажные фазы с повышением уровня

озер выделены около 14,0 тыс. кал. л.н. и в интервалах ~13,0-12,6 и 12,4-12,0 тыс. кал. л.н. В раннем и среднем голоцене повышение уровней озер установлено в диапазонах 11,4-11,2, 9,4-9,0, 8,5-7,9, и около 6,2 тыс. кал. л.н. Наиболее низкие уровни в озерах были отмечены в течение аллереда и в интервалах 11,7-11,4, 9,0-8,5, 7,0-6,6 и около 5,8 тыс. кал. л.н. В постоптимальное время тенденция к повышению уровня озер установлена в интервалах 5,5-5,3, 4,8-4,2, 3,4-2,7 и после 1,5 тыс. кал. л.н.

Литература

- [1] *Власов Б.П.* История формирования ложбины Гиньково – Свядово – Долгое / Б.П. Власов и др. // Прикладная лимнология. – Минск, БГУ. – 2002. Вып. 3. – С. 166-175.
- [2] *Зерницкая В.П., Власов Б.П., Махнач Н.А.* Колебания уровней озер и влажности климата в позднеледниковье и голоцене на территории Беларуси / Зерницкая В.П. и др. // Палеоклиматы и эволюция палеогеографических обстановок в геологической истории Земли. – Петрозаводск. – 1998. – С. 36-38.
- [3] *Зерницкая В.П.* Стабильные изотопы углерода и кислорода и пыльцевые спектры в средне-верхнеголоценовых карбонатных осадках озера Нарочь / В.П. Зерницкая, Н.А. Махнач, И.Л. Колосов // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2010. № 1. – С. 88-98.
- [4] *Zernitskaya V.P.* The evolution lakes in the Poles'ye in the Late Glacial and Holocene / V.P. Zernitskaya // Quaternary International. 1997. – Vols. 41/42. – P.153-160.
- [5] *Matveev A.V.* Geochronology of the holocene of the Belorussian Polessie / A.V. Matveev, E.A. Krutous, V.P. Zernitskaya // Radiocarbon. – 1993. Vol. 35, N 3. – P. 435-439.
- [6] *Zernitskaya V.* Vegetation pattern and sedimentation changes in the context of the Lateglacial climatic events: Case study of Staroje Lake (Eastern Belarus)/ V. Zernitskaya, M. Stančíkaitė, B. Vlasov et al. // Quaternary International. – 2015, V. 386. P. 70-82.
- [7] *Makhnach N.* Stable oxygen and carbon isotopes in Late Glacial-Holocene freshwater carbonates from Belarus and their palaeoclimatic implications / N. Makhnach, V. Zernitskaya, I. Kolosov, G. Simakova // Journal Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology – 2004. – N 209. – P. 73-101.

S u m m a r y. The research data of sedimentary strata of lakes testify to the beginning of lake sedimentogenesis in the range of 16.5-15.5 ka cal. BP. The increase of lakes' level was noted about 14.0 ka cal. BP and in intervals of ~ 13.0-12.6 and 12.4-12.0, 11.4-11.2, 9.4-9.0, 8.5-7.9, and about 6.2 ka cal. BP. Low levels are observed in the intervals 11.7-11.4, 9.0-8.5, 7.0-6.6 and about 5.8 ka cal. BP. The trend of increasing levels is noted in intervals 5.5-5.3, 4.8-4.2, 3.4-2.7 and after 1.5 ka cal. BP.

ПЛЕЙСТОЦЕНОВО-ГОЛОЦЕНОВАЯ ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ В ПРЕДЕЛАХ РФ И СВЯЗЬ С ПРИРОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Т.А. Волкова, А.А. Мищенко

Кубанский государственный университет, mist-next4@inbox.ru

PLEISTOCENE-HOLOCENE HISTORY OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE CASPIAN SEA AND THE WESTERN CASPASIAN WITHIN THE RUSSIAN FEDERATION AND CONNECTION WITH NATURAL PROCESSES

T.A. Volkova, A.A. Mishchenko

Kuban State University

Аннотация. На основании анализа опубликованного и фондовых материалов сделана попытка синхронизации событий происходивших в замкнутых и полужамкнутых водоемах юга России. Связь в развитии этих бассейнов на протяжении плейстоцена и голоцена характеризовалась разной теснотой, что наложило отпечаток на облик как самих водоемов, так и их прибрежных территорий.

Ключевые слова Внутриконтинентальные водоемы, трансгрессии, регрессии, плейстоцен, голоцен, позднехазарский, раннехвалынский, позднехвалынский, новокаспийский бассейны.

Введение

Система внутриконтинентальных водоемов – Каспийского, Азово-Черноморского и Средиземного, являющихся реликтами существовавшего в палеогене – начале неогена единого бассейна – Паратетиса – эволюционировала взаимосвязано. В истории развития этих бассейнов важным является последний плейстоценовый этап развития, когда водоемы и окружающие их побережья приобрели современные черты [4].

Объекты

По особенностям развития и характеру бассейнов Каспийское и Черное образуют группу бассейнов южных морей, но они относятся к разным типам плейстоценовых бассейнов. Каспийский тип принадлежит к остаточному от неогеновых бассейнов водоему, изолированному в плейстоцене, со сложным и резким колебанием уровня, изменения уровня которого в основном контролировалось климато-гидрологической ситуацией, а масштаб трансгрессий – уровнем порога долины реки Маныча. Черноморский (понтийский) тип – полужамкнутый бассейн со сложным развитием – от замкнутого пресного водоема (новоэвксинское озеро) до полуизолированного бассейна, сообщавшегося со Средиземным и Каспийским морями [1].

Обсуждение результатов

По результатам проведения анализа, опубликованных материалов были выполнены палеогеографические реконструкции-развития бассейнов в пределах Каспийского моря в плейстоцене [2].

Позднехазарский бассейн (от 76 ± 4 до 114 ± 4 тыс. лет). Уровень моря достигал отметок современного уровня океана, т.е. превышал современный уровень на 27-28 м. Наибольшие площади затопления в Северном Прикаспии. Этот

бассейн был несколько большим, чем современный Каспий. На затопленных пространствах накапливались пески, ракушечники, лиманные глины и алевроиты мощностью до 10 м. Поднятые террасы позднего хазара сохранились на отметках, по Рычагову, 80-85, 100-105 и 120-130 м. Климат, по П.В. Федорову [6], был теплым. Преобладали аккумулятивные берега. Наблюдался сток по Манычской долине в карангатский бассейн Азово-Черноморской области. Считают, что в пике карангатской трансгрессии воды из Черного моря через Манычский пролив проникали в западную часть позднехазарского бассейна [2].

Раннехвалынский бассейн отличался самой большой амплитудой изменения уровня и площадью акватории, занимавшей 950 тыс. км². Границы бассейна проходили у подножья Ергеней, Общего Сырта, по долинам рек сформировались ингрессионные заливы. По масштабам и кратковременности существования этот максимальный уровень считается катастрофическим, так как обширные территории были затоплены за короткое время, считая от предшествовавшего регрессивного уровня ательской регрессии -120...-140 м. По отношению к ней подъем уровня раннехвалынского бассейна составил 170-190 м, а площадь затопления достигла 750-800 тыс. км². Возраст раннехвалынской трансгрессии оценивается от 16-18 до 12-13 тыс. лет. Продолжительность трансгрессии составляла всего несколько тысяч лет, а ее максимальной фазы еще меньше [2]. Исходя из состава фауны моллюсков считается, что соленость была ниже по сравнению с другими бассейнами Каспия, включая современный: от 6-7 до 11,5 ‰. Причиной опреснения бассейнов является поступление талых ледниковых вод и проточность бассейна через Манычский пролив. В максимальную фазу трансгрессии объем сброса каспийских вод через Маныч мог достигать 20-40 тыс. м³/с. Температура вод бассейна изменялась с севера на юг от 4 до 16 °С, что объясняется большой протяженностью акватории и поступлением вод по долине Волги [2].

В позднехвалынском бассейне трансгрессия по масштабам была значительно меньше раннехвалынской, как по высоте (около 0 м абс.), так и по амплитуде поднятия уровня по сравнению с предшествовавшей енотаевской регрессией. Возраст этого бассейна определяется как конец позднего плейстоцена – ранний голоцен. Наступил новый значительный подъем уровня моря с амплитудой около 100 м, вызвавший позднехвалынскую трансгрессию. По А.А. Свиточу, это произошло примерно 14-9 тыс. л.н. [4]. Уровень моря установился около 0 м абс. Наблюдалось несколько стадий позднехвалынской трансгрессии, оставивших террасы на абсолютных отметках -2; -11; -16; -17 м. Между этими стадиями море отступало до уровня, примерно соответствующего современному. Основной является наиболее высокая терраса, образовавшаяся во время продолжительной трансгрессивной фазы, когда уровень моря был вблизи нулевой отметки. Сток по долине Маныча даже при максимальной стадии отсутствовал. На побережье Каспия верхнехвалынские слои представлены прибрежными и мелководными осадками – песками, ракушечниками, галечниками, местами алевроитами и глинами. Мощность их 3-5 м, иногда до 10 м.

Участки Северного Каспия были наиболее опреснены и соленость составляла 10-12 ‰. Температура воды также была близка к современной [2, 9].

Следы древнего Мангышлакского моря отмечаются на современных глубинах 75-80 м. Наиболее низким уровнем мангышлакской регрессии был уровень примерно на 80 м ниже современного (около -110 м абс.). Эта регрессия имела несколько стадий, в т.ч. около – 50 м. Большое снижение уровня моря было связано с аридизацией климата. Весь Северный Каспий представлял собой сушу. Соленость Северного Каспия была невысокой [2].

Завершающая новокаспийская трансгрессия также имела несколько стадий. Г.И. Рычагов [3] выделяет 5 стадий: 1-я – 9 тыс. л. н. имела уровень моря около -25 м; следующая (около 8 тыс. л.н.) была максимальной до -19...-20 м абс. Установлена дербентская регрессия, предшествовавшая последнему трансгрессивному пику. Она была в 8-9 веках н. э. уровень моря снижался до отметок -32...-34 м. Во время других регрессивных спадов уровень опускался примерно до современного его положения [10]. Соленость новокаспийского бассейна была близка к современной, только опресненные зоны с соленостью менее 10 ‰ примыкали к дельтам рек и прослеживалась до устья Терека [2, 7].

Особенности развития внутренних морей в плейстоцене и голоцене были обусловлены несколькими факторами. Одним из факторов в истории разнотипных морей был климат. Влияние климата на бассейны проявляется как через эвстатические колебания уровня моря (гляциоэвстатический механизм), так и через местные климатические условия, определяющие водный баланс замкнутых и полужамкнутых бассейнов. Эвстатические колебания уровня океана играли основную роль в экологическом состоянии бассейнов, связанных с океаном. При этом межледниковым эпохам соответствуют глобальные трансгрессии, а ледниковым эпохам – регрессии. В замкнутых бассейнах типа Каспия глобальные изменения климата сложно взаимодействовали с климатическими условиями водосборного бассейна и акватории, определяя основные черты водного баланса, его уровень, соленость, а через соленость – состав биоценозов и структуру экосистем [2, 7, 8, 9].

Для объяснения причин возникновения раннехвалынской трансгрессии выдвинута гипотеза о связи с эпохами экстремально высоких половодий и максимального речного стока. Возникновение сверхполоводий, по А. Л. Чепалыге, происходили в переходный период от оледенения к межледниковью, когда еще сохранялась многолетняя мерзлота и коэффициент стока достигал 0,9-0,95, но в условиях деградации ледников в Восточную Европу проникали влажные циклоны [10].

Максимальное похолодание 29-18 тыс. л.н. знаменует самую большую (за поздний плейстоцен) регрессию вод Мирового океана и связанных с ним водоемов. Падение уровня океана достигло значений 135 м и по-разному отразилось на состоянии разных водоемов. В Черном море с мелководным проливом вместе со снижением уровня произошла трансформация бассейна в полупресноводный тип с односторонним сбросом в океан. Образовался своеобразный водоем – озеро-море – новоэвксинский бассейн [2].

Раннехвалынское озеро-море при максимальном уровне +50 м абс. занимало в Каспийской впадине огромную площадь, почти в миллион квадратных километров и аккумулировало в своей котловине около 135 тыс. км³ воды и сформировало солоноватоводный проточный водоем глубиной до 1100 м. Между раннехвалынским солоноватоводным бассейном Каспия и новоэвксинским полупресноводным бассейном в котловине Черного моря в максимальную фазу валдайского оледенения существовал соединительный пролив или система соединительных бассейнов – Манычско-Керченский пролив общей длиной до 1000 км. Он проходил по Манычской впадине, которая имеет первично-тектоническое происхождение. Здесь пролив расширялся до 50-60 км и разделялся на ряд рукавов. В это время Азовского моря не существовало и по его осушенному дну происходил сброс каспийских вод в долину Керченского пролива и далее в Черное море. Общая длина пролива достигала 1000 км. Одно из наиболее узких мест пролива расположено в районе тектонического поднятия Зунда-Толга. Цоколь нижнехвалынских отложений здесь имеет отметку +20 м абс., максимальный уровень +45 - +48 м. Наибольшая глубина могла достигать 25-28 м, средняя 15-20 м. Скорость течения предположительно менее 0,5 м/с, расходы воды могли достигать 20-40 тыс. м³/с. Голоценовая гляциоэвстатическая трансгрессия океана проявилась на всех российских побережьях. С ней связан современный облик берегов. Ее первые следы датируются около 10 тыс. л. н. [1]. В начале голоцена уровень океана значительно поднялся и в морях, имеющих с ним двухстороннюю связь, повысилась соленость и температура водных масс. Новоэвксинский бассейн имел уровень -50...-60 м абс. Площадь бассейна составляла 360 тыс. км², а объем пресных вод в его котловине около 535 тыс. км³. В новоэвксинском полупресноводном бассейне отмечены только кратковременные эпизоды проникновения соленых вод и фауны. В изолированных бассейнах начало голоцена характеризуется значительными колебаниями уровня и значительными регрессиями. Так, в Каспии уровень упал до отметки -75 м, бассейн резко сократился в размерах, соленость его повысилась, образовался Мангышлакский регрессивный бассейн. Регрессия связана с повышением температуры в начале голоцена и возрастанием потерь воды на испарение [2]. Средний голоцен был временем максимального послеледникового потепления климата и наивысшего уровня океана. Около 6 тыс. л.н. уровень достиг современных отметок. В морях с устойчивой связью с океаном в это время отмечается наибольшая по площади фаза морской трансгрессии. В это время отмечается повышение температуры водных масс и активизация теплых течений. В начале среднего голоцена формируется полуморской Каламитский бассейн Черного моря. Изолированные бассейны достигли в это время максимального уровня (новохвалынская трансгрессия), что связано с возрастанием количества осадков на всей площади водосбора [2]. В позднем голоцене бассейны приобретают современный облик. В середине позднего голоцена в Черном море отмечается повышение уровня на 1-2 м (нимфейская трансгрессия), однако площадное распространение трансгрессии было меньше, чем в среднем голоцене [2, 5].

Вывод

Таким образом решающее значение в формировании бассейнов южных морей имел климато-гидрологический фактор. Он обусловил синхронность трансгрессий Понто-Каспия чаще с гляциоизостатическими трансгрессиями, чем с гляциоэвстатическими Азово-Черноморского бассейна

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края, 19-45-230004 «Изучение закономерностей формирования и динамики геосистем крупных морских аккумулятивных форм берегов Краснодарского края».

Литература

- [1] Каплин П.А., Свиточ А.А., Судакова Н.Г. Материковые оледенения и окраинные морские бассейны России в плейстоцене. / Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. География, 2005. №1. – С. 55-65.
- [2] Маев Е.Г. Чепалыга А.Л. Каспийское море. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних бассейнов Северной Евразии за последние 150000 лет. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза». Выпуск II. Общая палеогеография. Под ред. Проф. А.А. Величко. – М.: ГЕОС. 2002. – С. 182-190.
- [3] Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ.1997. 267 с.
- [4] Свиточ А.А., Селиванов А.О. Янина Т.А. Бассейны Понто-Каспия и Средиземноморья в плейстоцене (палеогеография и корреляция) / Океанология, 2000. том 40, №6, с.920-932
- [5] Спасская И.И., Астахов В.И., Глушкова О.Ю. и др. Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии: Поздний плейстоцен-голоцен; элементы прогноза. – М.: Наука, 1993. 102 с.
- [6] Федоров П.В. Плейстоцен Понто-Каспия. М.: Наука, 1978. 166 с.
- [7] Янина Т.А. Эволюция природной среды Понто-Каспия в условиях глобальных изменений климата в позднем плейстоцене. / Вестн. Моск. ун-та. сер. 5. География, 2013, №1.
- [8] Янина Т.А. Понто-Каспий в условиях глобальных изменений климата позднего плейстоцена. Береговая зона – взгляд в будущее: Материалы XXV Международной береговой конференции. Том 2. – М.: ГЕОС, 2014. – С. 48-50.
- [9] Янина Т.А. Моллюски рода *Didacna* – биостратиграфическая основа корреляции событий неоплейстоцена Понта и Каспия. Береговая зона – взгляд в будущее: Материалы XXV Международной береговой конференции. Том 2. – М.: ГЕОС, 2014. – С. 51-53.
- [10] Tchepalyga A.L. Rapid inundations of the Ponto-Caspian shelves, their origin and impact on early Man. In: Hydrological consequences of global climate changes. Coll. Papers of IV Intern. Meeting on global continental paleohydrology GLOCOPH. Moscow. 2000. P. 30-32.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЗЁР В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ РУССКОЙ ПЛИТЫ И БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

М.Ю. Демидионов*, А.П. Тихоненко**

**Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена*

***МАЭ РАН им. Петра Великого (Кунсткамера)*

MORPHOMETRIC INDICATORS OF LAKES IN THE ZONE OF JUNCTION OF THE RUSSIAN PLATE AND THE BALTIC SHIELD

M.Y. Demidionov*, A.P. Tikhonenko**

**Herzen State Pedagogical University of Russia*

***Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (the Kunstkamera)*

Аннотация Изучение морфометрии озёрных котловин является одним из важнейших направлений лимнологии. Изучение морфометрических особенностей является одной из ступеней по установлению генезиса водоёма, а также, вкупе с рядом других показателей, позволяет делать предположения по его последующему развитию и эволюции. В данной работе представлены результаты изучения ряда озёр, находящихся в пределах границ Валдайского оледенения. Важнейшего рельефообразующего оледенения для Северо-Запада России.

Ключевые слова: морфометрия, оледенение, озёра, ГИС.

Введение

Рельеф котловины озера влияет на различные процессы, происходящие под водой, такие как: перенос тепла и энергии, осадконакопление, распределение вещества. Для начала исследования озёр в границах Валдайского оледенения, были выбраны 3 озера, находящиеся на Карельском перешейке: Пионерское, Нахимовское и Лемболовское.

Все три озера являются озёрами предположительно ледникового происхождения и имеют меридиональную вытянутость согласно отступанию Валдайского ледника. Первоначально возраст озёр можно оценить по времени, когда ледник отступил с территории их расположения.

Согласно данным исследования датировки этапов последнего оледенения, которое провели европейские учёные под руководством профессора Анны Хьюз из университета Манчестера, ледник отступил с данной территории в промежутке от 13 до 15 тыс. л. н. Линиями на рисунке 1 обозначено примерное положение ледника на определённый промежуток времени [2].

Следовательно, можно предположить, что озёра образовались в следующие временные интервалы: Лемболовское – чуть более 14000 л.н.; Нахимовское – около 13500 л.н.; Пионерское – чуть менее 13000 л.н. Стоит отметить, что эти значения относительны, так как в течение 2000 лет, климат мог немного изменяться, а вместе с ним и положение ледника, однако погрешность не так велика, и расположение озёрных котловин по возрасту на этом этапе исследования допустимо. В последующем для уточнения положения ледника в базу будут добавлены новые точки с известным временем положения ледника, а методом интерполяции будут проведены линии через каждые 500 лет.

Пионерское озеро находится на Балтийском щите. Фундамент территории, на которой оно расположено, представляет собой раннепротерозойские

граниты. Для территории Нахимовского и Лемболовского озёр, находящихся на Русской плите, фундаментом является Вендская система.

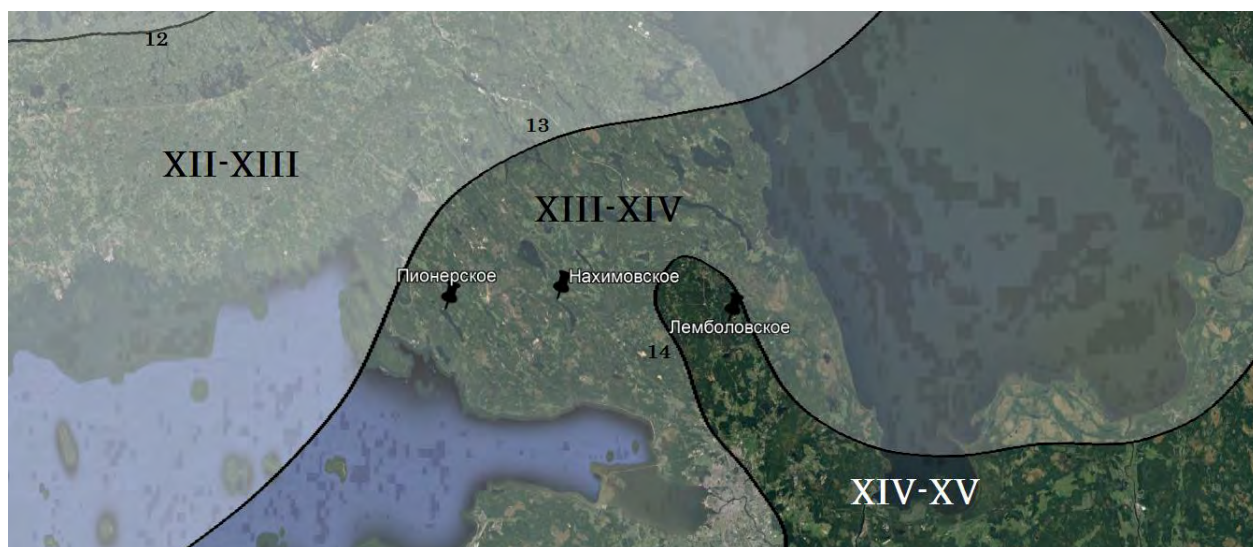


Рис. 1. Положение ледника, во время последнего оледенения

Котловина Пионерского озера расположена в двух типах четвертичных отложений: озёрно-ледниковые отложения Балтийско-ледникового озера на большей части и небольшой участок озёрно-аллювиальных отложений на юго-западе. Котловина Нахимовского озера поделена пополам: на севере аналогичные озёрно-ледниковые отложения, на юге – морские отложения. Лемболовское озеро целиком расположено в озёрно-ледниковых четвертичных отложениях.

Методы

Модели рельефа озёр были созданы на основе «бумажных» карт глубин. Создание цифровых батиметрических моделей, а также расчёт морфометрических показателей, производились на базе программы Surfer 17. Оцифровка карт сделана при помощи программ MapInfo 17 и Google Earth Pro. В результате были получены крупномасштабные цифровые батиметрические карты водоёмов. После создания карт при помощи математических инструментов Surfer были рассчитаны следующие морфометрические показатели: максимальная глубина, средняя глубина, длина, средняя ширина, площадь поверхности, коэффициент удлинённости, объём, уклон (в градусах), и экспозиция склонов (в градусах).

Результаты

Экспозиция склона показывает направление перемещения вещества. В таблице 1, представлены результаты морфометрических измерений.

Таблица 1

Озёра	h_{max} (m)	h_{mid} (m)	l (km)	b_{mid} (km)	S (km ²)	V (mln.m ³)	k_v	γ_T
Пионерское	-17	-7,85	12,5	1,1	13,8	105,87	11,36	1,51
Нахимовское	-23	-8,95	12,1	1,17	14,2	125,05	10,34	1,75
Лемболовское	-8	-2,58	9,7	1,29	12,5	31,82	7,52	0,42

Взглянув на таблицу, можно отметить, что Пионерское и Нахимовское озеро схожи не только внешне, но имеют и сходные морфометрические показатели. Лемболовское озеро имеет относительно похожую площадь, но в разы меньшую глубину и, как следствие, меньший объём. Наибольший интерес представляют показатели уклонов озёр. Так как у каждого озера было разное количество точек с величинами градиента, для удобства сравнения, соотношение величин уклонов, было рассчитано в процентах для каждого озера, что создаёт единую систему и позволяет сравнивать между собой, озёра различного происхождения и размера.

На рисунке 2 представлен график величин уклонов для изучаемых озёр. Он ещё раз подтверждает сходство Пионерского и Нахимовского озера.

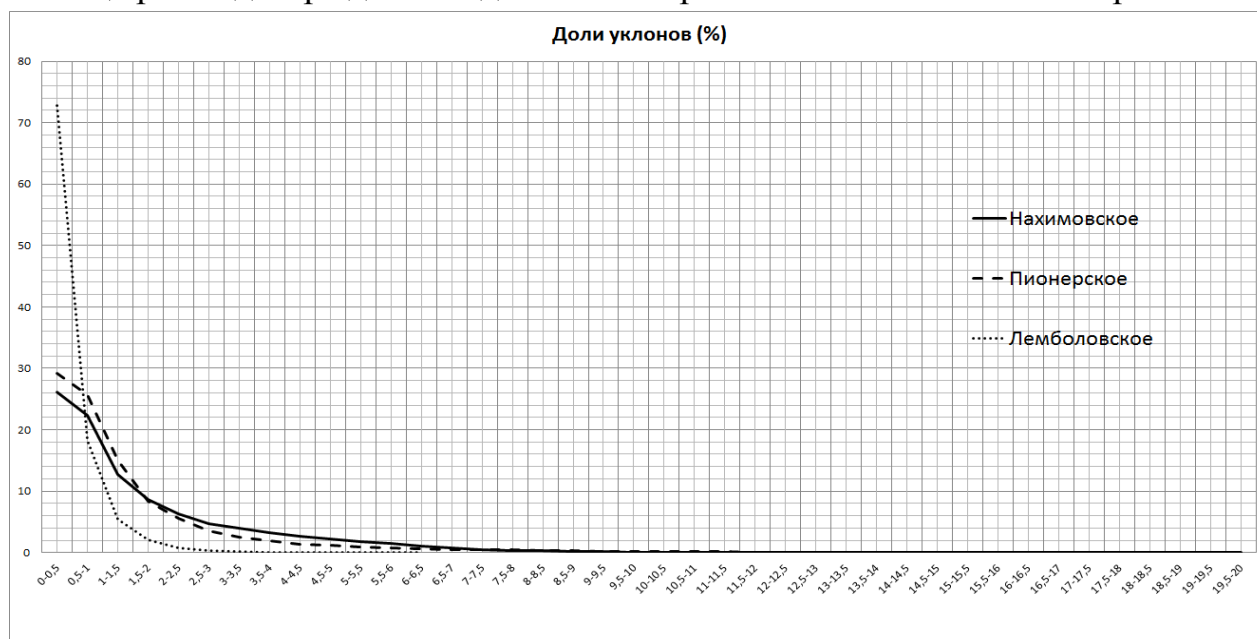


Рис. 2. Доля уклонов озёр (%).

На данном графике видно, что у Лемболовского озера большая часть уклонов (>70%) приходится на промежуток , в то время как у остальных двух озёр показатели в этом промежутке хоть и превалируют над остальными, но не так явно (25-30%). Стоит отметить и небольшую разницу между Пионерским и Нахимовским озёрами. По графику видно, что озёра имеют равную долю углов, но у Нахимовского процент более острых уклонов выше и меньше доля более тупых.

Сравним показатели уклонов вышепредставленных трех озёр с данными, полученными профессором М.А. Науменко при исследовании Ладожского озера. В пределах современного дна озера проходит зона сочленения Балтийского щита и Русской плиты. М.А. Науменко делит озеро на 6 лимнических района. Для районов, находящихся в зоне Русской плиты, средние уклоны, колеблются от $0,22^\circ$ до $0,44^\circ$, район в зоне «шва» имеет показатель $0,81^\circ$, а северные районы, находящиеся в зоне щита - $0,99^\circ$ и $1,16^\circ$. [1]

Если мы проведём линию, параллельную границе между щитом и плитой через Лемболовское озеро, то оно совпадёт со II лимническим районом Ладож-

ского озера, чей показатель средних уклонов равен $0,44^\circ$, в свою очередь у Лемболовского этот же показатель равен $0,42^\circ$. Если мы проделаем аналогичные действия для других двух озёр, то увидим что их местоположение соответствует положению лимнических районов, находящихся на щите и в переходной зоне (IV, V и VI). Уклоны Пионерского, Нахимовского озёр и лимнических районов Ладожского озера острее, чем уклоны Лемболовского озера и соответствующих ему лимнических районов. При этом Пионерское озеро находится на щите, а Нахимовское, рядом с границей между структурами, где глубина слоя Вендской системы минимальна.

Стоит отметить, что сами значения могут не соответствовать друг другу в точности, однако важна сама тенденция увеличения уклона при приближении к щиту и на самом щите. К примеру, средний уклон Нахимовского озера немного выше, чем у Пионерского, хотя на щите находится именно последнее. Это связано с тем, что при относительно равной ширине Нахимовское в среднем на 1 м глубже, а так же, если обратить внимание на их батиметрию, можно увидеть, что Пионерское представляет собой одну большую котловину, с небольшим количеством малых понижений, а Нахимовское поделено на две относительно крупные котловины, с небольшим подъёмом. О его генезисе нельзя говорить уверенно, без проведения соответствующих исследований, включающих изучение донных осадков, однако можно предположить следующие варианты: 1) Происхождение может быть связано с небольшим выступом раннепротерозойских гранитов, как следствие и подъёмом участка поверхности. 2) В районе этого выступа проходит граница между разными типами четвертичных отложений (описанных выше), что так же может привести к образованию выступа

Однако, без проведения точного анализа происхождения данного подъёма, нельзя с точностью утвердить или опровергнуть вышеизложенные версии, как и любые другие возможные версии.

Так же стоит упомянуть такой показатель как экспозиция склона (рис. 3).

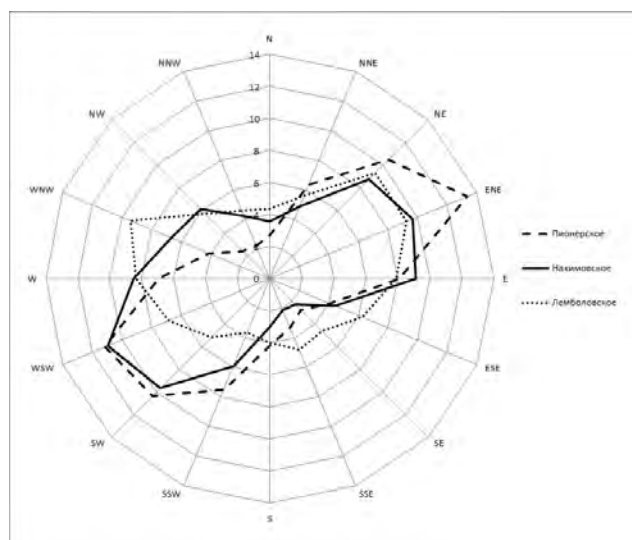


Рис. 3. Экспозиция склона.

Для удобства сравнения разных озёр, количество точек градиента было переведено в проценты, (так же, как и в случае с уклонами), и поделено на 16 сторон света. В итоге получился некий аналог линеаментного анализа.

Во-первых, отметим то, что большая часть склонов для всех озёр имеет направление ЗЮЗ-ВСВ, которое перпендикулярно направлению вытянутости озера, соответственно направлению отступления ледника (рис. 1).

Во-вторых, при продвижении от плиты к щиту, доля углов этого направления возрастает, что может быть связано с уменьшением ширины озёр, а также в случае с Нахимовским, отражать поперечную расчленённость его котловины.

Выводы

Изучение морфометрии озёрных котловин позволяет выдвигать предположения об их генезисе и находить взаимосвязи между их строением и географическим положением. Даже на примере 3х озёр можно найти определённые закономерности и высказать предположения, которые в последующем можно развивать, как методом сравнения их морфометрии, так и другими. Целесообразно делить территорию на лимнические районы, так как сравнение одиночных озёр может привести к погрешностям в связи с индивидуальными особенностями развития котловин (в том числе с влиянием антропогенного фактора). При сравнении лимнических районов погрешности будут нивелироваться. Ключевыми критериями для определения границ районов могут стать именно морфометрические данные, в частности уклоны, площадь поверхности и экспозиция склонов.

Литература

- [1] *Науменко М.А.* Анализ морфометрических характеристик подводного рельефа Ладожского озера на основе цифровой модели. Известия РАН. Серия географическая. №1. 2013, С. 62-72.
- [2] *Hughes, A. L., Gyllencreutz, R., Lohne, Ø.S., Mangerud, J., Svendsen, J. I.*: The last Eurasian ice sheets – a chronological database and time-slice reconstruction, DATED-1, Boreas. 10.1111/bor.12142. ISSN 0300-9483. 1-45.
- [3] *Науменко М.А., Гузиватый В.В., Сапелко Т.В.* Цифровые морфометрические модели малых озёр. Учёные записки РГГМУ, 2014, № 34, С. 26-32.
- [4] *Sobr M., Jansky B.*: The morphometric parameters of glacial lakes in the Bohemian Forest, Silva Gabreta, vol. 22, p. 31-61, Vimperk, 2016

S u m m a r y. The study of the morphometry of lake basins is one of the most important topics in Limnology. The study of morphometric features is one of the steps to establish the genesis of the reservoir, and, together with a number of other indicators, allows you to make assumptions about its subsequent development and evolution. This article presents the results of studying a number of lakes located within the boundaries of the Valdai glaciation. The most important relief-forming glaciation for the North-West of Russia.

РИТМЫ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА-ГОЛОЦЕНА, ПАЛЕОКЛИМАТ И ПАЛЕОМИГРАЦИИ РОДА R1 ПО ДАННЫМ ДНК-ГЕНЕАЛОГИИ

В.А. Епифанов

АО «СНИИГТuМС» АО «Росгеология», г. Новосибирск, zem864@yandex.ru

RHYTHMS NEOLEISTOCENE-HOLOCENE, PALEOCLIMATE AND PALEOMIGRATION OF THE GENUS R1 ACCORDING TO DNA GENEALOGY

V.A. Epifanov

JSC «SNIIGGiMS» JSC «Rosgeology», Novosibirsk

Аннотация. Рассмотрены разномасштабные природные орбитально-климатические и гелио-гидроклиматические циклы в сопоставлении с численными значениями «сакральных гармонических рядов», определяющих общий ход геогенеза под контролем Космоса. Выявлено совпадение с последними датированных снип-мутаций в гаплогруппах Y-хромосомы.

Ключевые слова: циклы, катастрофы, климат, миграции, топонимика, гаплогруппы.

Явление ритмичности относится к числу фундаментальных закономерностей Природы

Е.В. Максимов

Огромное число работ показывает, что изменение климата – это природный процесс циклического характера

В.Г. Кривенко

Введение

Современные погодные аномалии расцениваются как свидетельство грядущих изменений климата, в результате которых человечество ожидают серьезные испытания. Знания о системах ритмов дают возможность прогнозирования с гарантией результатов в пределах конкретных отклонений.

Попытки связать погодные катаклизмы с антропогенной деятельностью людей имеют явную политическую подоплеку, поскольку масштабы наблюдающейся в настоящее время метановой дегазации недр многократно превышают выбросы углекислого газа, а «парниковый эффект» метана (CH₄) значительно превышает «тепловую эффективность» CO₂ [4]. Реконструкции климата четвертичного периода демонстрируют «пилообразное» изменение температуры воздуха и многократную смену теплых эпох холодными. В ритмике этой смены отчетливо проявляются вполне определенные циклы (рис.1).

Известно множество астро-геологических, орбитальных и разнообразных природных циклов, длительность которых измеряется от сотен миллионов лет до секунд. Для реконструкции истории Человечества важнейшее значение имеют внутривековые, многовековые и тысячелетние циклы, в составе которых менялся климат, ландшафт, происходили гео-биосферные катастрофы. В результате чего происходили «великие переселения» – миграции народов и новых родов, иногда образующихся после прохождения «бутылочного горлышка».

Имеющийся материал по ДНК-генеалогии, основанный на исследованиях Y-хромосомы, и выполненные реконструкции по датированным гаплогруппам [5, 6] уже позволяют начать попытки выявления ритмичности антропогенеза в сопоставлении с природными циклами и «сакральными космо-ритмами».

Объекты и методы

В четвертичном периоде в числе наиболее крупных влияющих на климат и антропогенез различают ~100-тысячелетние орбитально-климатические циклы изменения эксцентриситета (эллиптичности орбиты), в целом контролирующие смену глобальных похолоданий потеплениями (рис. 1). А также ритмы изменения нутации земной оси (наклонения к эклиптике) длительностью около 40 тыс. лет и циклы «традиционно» называемые «прецессионными» длительностью около 20 тыс. лет. В действительности цикл прецессии земной оси длится 25 920 лет. Кривая прецессии отображена в самой нижней части рисунка 1, и хорошо видно, что ее полуциклы длительностью 12 960 лет вполне удачно совпадают с положением и длительностями многих экскурсов магнитного поля.

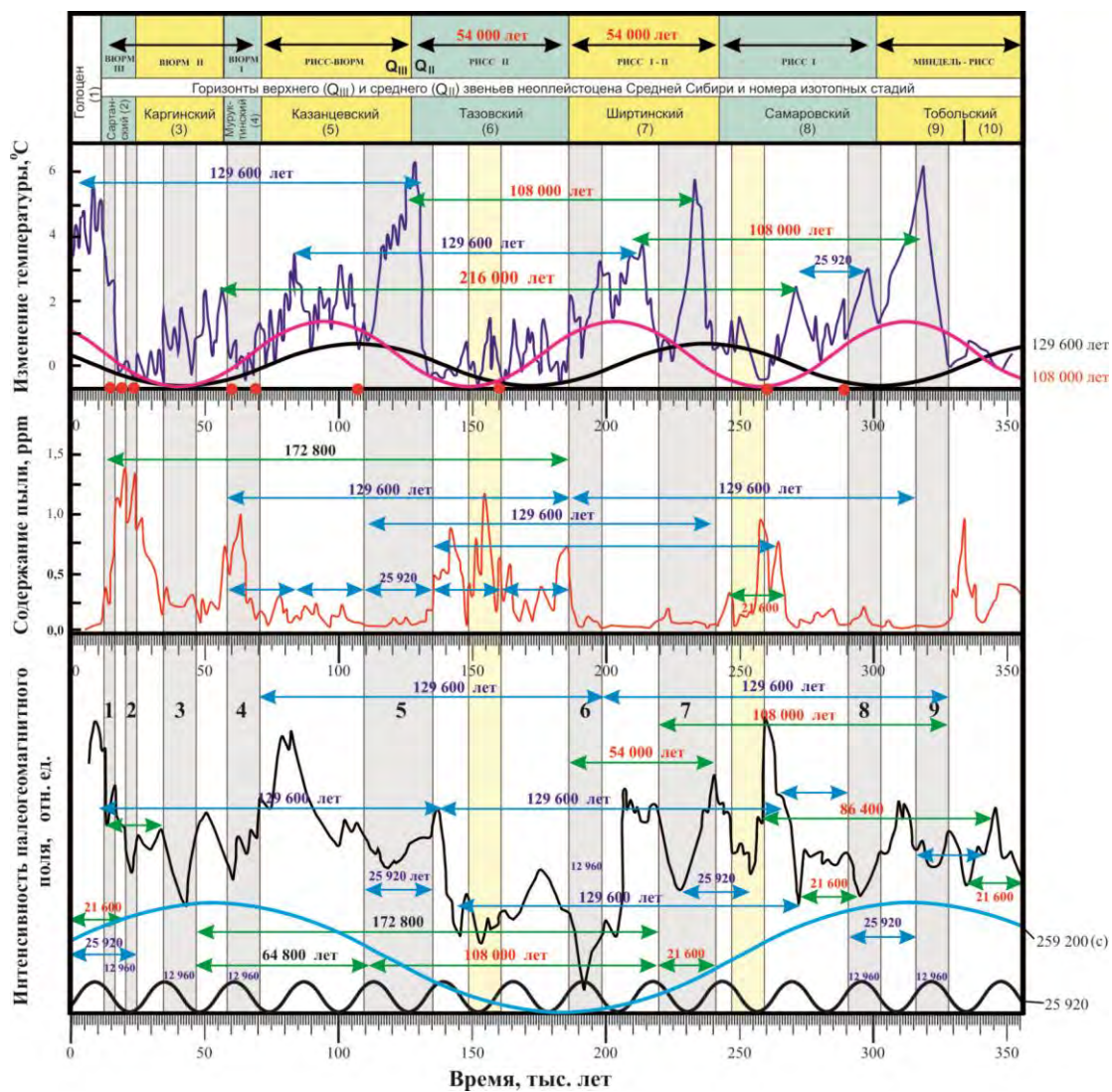


Рис. 1. Изменение температуры воздуха, содержания пыли в атмосфере, и интенсивности модуляций магнитного поля Земли за последние 350 тыс. лет в контексте чередования ледниковых эпох и межледниковий.

Стрелками разного цвета показаны различные по длительности повторяющиеся интервалы времени кратные прецессионному циклу (25 920, 12 960 лет) и геогалактическим пульсациям Земли (54, 108, 216 и др.). Вертикальными серыми полосами обозначены периоды резкого снижения магнитного поля планеты в периоды близкие к экскурсам: 1 – Гетенборг, 2 – Моно Лейк, 3 – Лашамп, 4 – Каргополово, 5 – Блейк, 6 – Бива I, 7 – Ямайка, 8 – Бива II, 9 – Бива III.

В качестве наиболее крупных ритмов разными исследователями выделяются хотя и различные, но нередко весьма близкие циклы. Например, Т. Карлстромом различаются ритмы в 40,8–20,4–3,4 тыс. лет, а В.А. Зубаковым – 90–40–21–3,7 тыс. лет. Циклу 40,7 тысяч лет важное внимание уделял Е.В. Максимов [9]. А.В. Шнитников отмечал, что, будучи доцентом геофака ЛГУ, Евгений Владиславович Максимов «обтоптал» все ледники СССР и на основе ритмичности строит теорию оледенения земного шара. [8]. В результате выполненных исследований Е.В. Максимовым крупный 40 700-летний цикл был расчленен на 22 части по 1 850 лет, что является близким к усредненному значению «цикла Шнитникова – 1800-1900».

Реконструируя и обосновывая многовековую изменчивость климата, А.В. Шнитников выявил, что с момента окончания ледникового периода, в последующий современный период (голоцен) – около 12 тыс. лет назад климат и общая увлажненность материков Северного полушария изменялись циклично. Выделенные им 6 макроклиматических цикла длились по 1600-2100 лет. В каждом из них он выделял по 3 основных цикла – прохладно-влажную эпоху, занимавшую 300-500 лет, которая сменялась тепло-сухой, длившейся 600-800 лет, а затем переходной с продолжительностью 700-800 лет [10].

Отметим, что «момент окончания ледникового периода» в численных значениях реально определен не может быть в принципе. Остается открытым и вопрос о последнем рецидиве похолодания в Позднем Дриасе (начало около 12 700 лет) [1, 2]. На рисунке 1 по графику кривой температуры видно, что пики потепления нередко начинались, сопровождалась или заканчивались короткими «всплесками» похолоданий. Если за пограничную веку 6-ти «макроциклов Шнитникова» принять значение полуцикла прецессии (**12 960** лет), то 3 основных равновеликих цикла будут составлять **4 320** лет каждый. Из рисунка 1 также следует, что сарганская эпоха похолодания в модуляциях магнитного поля Земли имеет трехчленную структуру, и *каждый ее этап длился 4 320 лет.*

Для внутривековой периодической изменчивости ландшафтов и климата, иногда называемой «гелиогидроклиматическими циклами», А.В. Шнитниковым, Е.В. Максимовым, В.Г. Кривенко [10, 9, 7] и многими другими исследователями также выделяется целая серия циклов разной длительности.

Наши далекие предки расселялись у водоемов и рек, где помимо пользования пресной водой добывали себе обильное пропитание – рыбу, птицу, зверя. В этот период миграции в основном происходили в результате роста численности населения и истощения местных ресурсов пищи, либо в случаях природных катастроф. С развитием земледелия и животноводства связь человека с водными объектами сохранялась, но стала менее жесткой. Человек начал «смелее выходить в степь». В его жизнедеятельности заметно возросла роль атмосферных осадков, а зависимость от модуляций климата в циклах увлажнения усилилась.

В ритмах обводнения-осушения бессточных водоемов степной-полупустынной зон, наиболее выражено фиксирующих гидрологический режим, вполне уверенно выделяются циклы в 3-4, 7-11, 35(40)-45, 70-90 лет.

Средние значения этих интервалов **3,75–8,64–43,2–86,4** лет в целом хорошо согласуются с «сакральными числами» и «гармоническим рядом», представленных нами в стенд-докладе на 72-х Герценовских Чтениях [3]. В докладе было указано, что после «числового прочтения» буквенного обозначения Тоухвах-боху (Ригведа, Каббала, Библия) получаются ряды значений однозначных чисел: (а) – **3, 6, 36, 216, 108, 432**; и (б) – **2, 12, 72, 144, 72, 432**. И было отмечено, что проявленные в геологии **циклы времени** представляют собой «два основных ряда удваивающихся («октава») целых чисел: **27-54-108-216-432-864** и т.д. и **18-36-72-144-288-576** и т.д., а также согласующий их ряд **72-144-288-360-432-504-576-648-720** с числом-кластером **72**» [3, с. 449].

Весьма интересно, что в изложении А.А. Клёсова [5, с. 182-183], гаплогруппа R1a возникла «... видимо, в Южной Сибири, и прибыла в Европу в составе древних субкладов M420, M459, M17/M198, которые образовались путем соответствующих снип-мутаций соответственно 22 000, 18 200 и 14 400 лет назад. *Это – примерные датировки, с обычной точностью ± 10%*, но они дают представление о динамике миграций носителей гаплогруппы R1a».

Учитывая отмеченную точность, эти снип-мутации с образованием родов-субкладов могли произойти **21 600, 18 000 и 14 400** лет назад (л.н.), т.е. они тоже могут быть датированы в «сакрально-гармоничных» циклах.

Поскольку числовые значения климатических циклов, археологических датировок и времени образования гаплогрупп имеют «право на ошибку», то важно определить реперы-ориентиры цикличности, связанной с Ближним Космосом, явно влияющим на всю биосферу и географическую оболочку планеты.

Обсуждение результатов

Отмеченные выше снип-мутации в численных значениях весьма близки к «гармоническому ряду сакральных чисел», и именно они могут быть такими реперами, поскольку фиксируют время прохождения гаплогруппами/родами «горлышка бутылки». Резкое снижение численности населения может иметь целый ряд причин. До начала оседлой эпохи земледелия-скотоводства, при длительных «неурожаях» сопровождавшейся захватническими войнами, в палеолите – неолите причинами гибели людей могли быть лишь резкие изменения климата и природные катастрофы, часто сопровождающиеся эпидемиями.

В этой связи целесообразно провести «принципиальную проверку» данных А.А. Клёсова по гаплогруппам и их миграциям [5, 6]. Например, было указано: «Древнейший носитель рода R был обнаружен в древнем захоронении вблизи Байкала, в Южной Сибири, с археологической датировкой 24 тысячи лет назад. То, что он был представитель именно рода R, было установлено по изучению его ДНК, извлеченной из ископаемых костей ... носители гаплогрупп R1, R1a и R1b появились тоже в Южной Сибири ...» [5, с. 7-8].

Действительно, в пользу последнего свидетельствуют особенности топономики района древних стоянок Буреть и Мальта (рис. 2). Откалиброванный радиоуглеродный возраст стоянок дал небольшой разброс – 23,891-24,423 тыс. лет, и это было время начала одного из последних пиков резкого похолодания – Сартанского «оледенения». Стоянки расположены в месте впадения **р. Белой** в

р. Ангару на удалении 150 км к северу от Байкала в современных его границах, и, что примечательно, в 160 км к юго-востоку от р. Оки, притока р. Ангары.

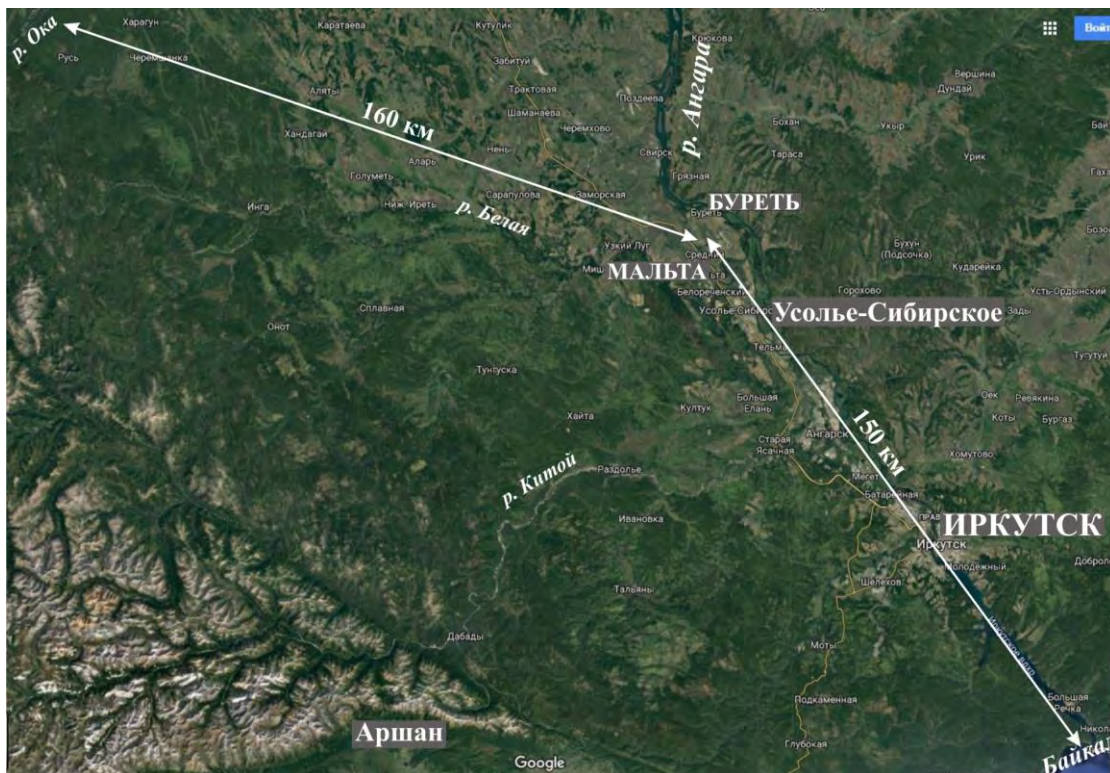


Рис. 2. Местоположение стоянок древних людей гаплогруппы R1 (Буреть и Мальта, ~ 24 тысячи лет) и топонимика района их проживания.

И явно не может быть случайным то, что в 30 км к северо-востоку от современной Рязани (ранее это был Переяславль-Рязанский) в излучине р. Оки из озёр и болот южной Мещеры, вытекает небольшая речка Белая, впадающая в р. Пра. До Москвы расстояние составляет около 160 км, и эти районы издревле характеризовались высоким процентом распространения гаплогруппы R1a.

Еще одна р. Белая на Южном Урале пересекает Башкортостан. В расположенной на берегу реки Каповой пещере (другие ее названия – Бельская, Шульган-Таш), было найдено два человеческих черепа, которые обладали Y-хромосомными гаплогруппами R1a и R1b. У современного местного башкирского населения гаплогруппа R1b превалирует, местами достигая 81-84%, что сопоставимо с наличием этой гаплогруппы у испанцев (70%), басков (85%) и ирландцев (81%). Но это уже явно «недавние» миграции.

Пещера неоднократно заселялась в палеолите и «бронзовом веке», о чем свидетельствуют многочисленные рисунки (более полутора сотен), в основной массе датированные ~ **18 000** лет назад. На них изображены мамонты, лошади и другие животные, а также хижины, лестницы и прочее. В Википедии указывается, что самые древние рисунки Каповой пещеры, расположены в верхнем ярусе и, по определению уран-ториевым методом, имеют возраст **36 400** лет.

Также в Википедии приведены материалы о том, что в результате изучения найденного на стоянке Мальта скелета мальчика выявилось его сходство с европейцами и американскими индейцами и отсутствие связей с современными

восточно-азиатскими популяциями. И там же указано, что Y-хромосомная гаплогруппа R свидетельствует о том, что его линия уже отделилась от ствола «генетического дерева», ведущего, в том числе, к современным европейцам, у самого основания, а митохондриальная гаплогруппа U напоминает таковую у вымерших охотников-собирателей палеолита, населявших Европу в то время. Последнее может указывать на ассимиляцию «женского населения» палеоЕвропы носителями гаплотипов гаплогруппы R, но не определяет даты этих событий.

В результате раскопок на стоянках прибайкальской мальтинско-буретской культуры было найдено несколько десятков статуэток. Почти все поделки изготовлены из бивня мамонта и большая их часть изображает женщин. Есть серия изображений птиц, в том числе лебедя.

Известно, что изображения лебедя и «венеры» типичны для многих Центрально- и Восточноевропейских археологических культур – носителей гаплогруппы R1a. И, как отмечает в статье по «арийской топонимике» на своем сайте Б.Б. Новицкий, слово «колп» («колб»), означающее лебедя на славянских наречиях, в виде корневой части названий рек, озер и населенных пунктов, часто встречается не только на Русской равнине. Эти «корни» сохранились и распространены вдоль почти всего южного побережья Балтики, на территориях современной Польши и Германии, и даже известны на Британских островах.

Распространение элементов археологической культуры может свидетельствовать об избирательности миграционных путей конкретных человеческих родов, существование которых прямо связано и непосредственно зависит от типов ландшафтов и климата.

Как отмечает А.А. Клёсов: «... мутации в гаплотипах – это не разрушения ДНК, это изменение длинной «филигранной» нуклеотидной последовательности в негенной части Y-хромосомы ДНК ... этому вопросу посвящены целые специализированные журналы. Проверены десятки тысяч случаев мутаций в гаплотипах, в том числе тысячи вариантов на парах отец-сын, и все они неупорядоченные, «среднестатистические», никакие внешние факторы, изменяющие скорости мутаций, не выявлены, кроме, пожалуй, возраста отца, когда отец относительно пожилой. Тогда мутации чуть быстрее, но, как правило, в пределах погрешностей ...» [6, с. 296].

Пожилой отец, дочери, продолжение рода – такие «библейские истории» явно связаны с гибелью людей, попавших в условия «бутылочного горлышка».

Разные гаплогруппы неоднократно проходили «горлышко бутылки», и на графиках «Y-хромосомного дерева человечества» должны были отражаться катастрофические события, вызывавшие резкий спад численности и разнообразия популяций, которые и являлись причиной формирования его ветвей.

Об этом свидетельствует и цитата: «Что произошло между 60 и 70 тысячами лет назад, что привело к гибели древнего человечества ... История такова, что в указанное время человечество начало свое возрождение от гаплогруппы ВТ, и через 40 тысяч лет, примерно 22 тысячи лет назад у двух носителей гаплогруппы R1 в их Y-хромосомах случайным образом произошли мутации – у одного снп-мутация под индексом M420 ... образование гаплогруппы R1a, а

у другого проскочила мутация M343, которая ознаменовала образование гаплогруппы R1b» [5, с. 16]. Именно в это время в Средней Сибири в Муруктинское «оледенение» во время экскурса Каргополово магнитного поля Земли произошло два резких похолодания – красные кружки на рисунке 1.

По мнению автора также необходимо обратить внимание и на то, что все приведенные в цитате численные значения хорошо сочетаются с «арифметикой гармонического ряда»: $64\ 800 - 43\ 200 = 21\ 600$ лет.

Для более «близких» к современности моментов образования субкладов гаплогруппы R1a [5, с. 196, рис. 59] подобные сопоставления с числовыми значениями «гармонического ряда» (даны в скобках) тоже вполне удовлетворительны.

R1a M420 – 20 000 л.н. (**21 600**),

R1a1 SRY10831.2 – 18 000 (**18 000**), R1a1a M17 – 14 000 (**14 400**)

R1a1a1 M417 – 8 500 (**8 640**), R1a1a1b Z645 – 5 500 (**5 400**).

Это следует расценивать как явный признак связи антропогенеза с циклами гармонично организованного Космоса, регламентирующими общий ход эволюции Земли [3]. Причиной же климатических катастроф в неоплейстоцене и голоцене является напорная дегазация недр, чутко реагирующая на тектонические напряжения в земной коре, возникающие по ходу изменения параметров орбитального вращения нашей планеты [1, 2, 4].

Выводы

1. В рамках «точности метода» время образования субкладов в гаплогруппах может определяться реперными датами в основных циклах «гармонических рядов сакральных чисел», с теми их моментами, когда на обширных территориях происходили крупные изменения, отражавшиеся на биосфере.

2. Такое совпадение находит объяснение в цикличном развитии глобальных природных катастроф, связанных с орбитально-космической жизнью планеты, в крупных тысячелетних ритмах контролирующей резкие модуляции изменения климата.

3. Миграции древних людей подчинялись ландшафтно-климатическим изменениям, а после возникновения специализации ведения хозяйства (земледелие, пастбищное, и кочевое животноводство) их зависимость от условий среды обитания стала жестче, но организованность и мобильность стали выше, что в итоге привело к дальним и воинственным «переселениям народов».

4. Выполненные А.А. Клёсовым реконструкции и расчеты находят подтверждение как в регламентирующих развитие биосферы циклах/ритмах, так и в данных топонимики.

5. Топонимика дает основания признать существование фактов наследования древнейших «родовых названий», с перенесением их на вновь заселенные территории, и сохранение этих названий тысячелетиями даже после миграций родов-основателей с этих территорий.

6. Реконструкции и выявление вековых и внутривековых цикло-ритмов в изменении увлажненности, выраженной в гидрологическом режиме бессточных водоемов очевидно более достоверны, чем расчеты, выполненные по морено-

ледниковым объектам. Последние зависят от тектонических движений, сейсмических толчков, действия сил гравитации, вызывающих оползание и смещение обломочного материала от «первородного места» на другие высотные отметки.

7. Проявленные в крупных орбитально-климатических циклах изменения климата в деталях затушеваны инерцией работы атмо-гидро-биосферы, и поскольку они близки к значению «гармоничных чисел», то и могут быть сопоставимы с ними – цикл эксцентриситета ~ 100 – **108**, и далее **43,2** и **21,6** тыс. лет.

Литература

- [1] *Епифанов В.А.* Катастрофическая дегазация недр как ведущий фактор глобальных изменений климата в Квартере. Причины ее возникновения, характер и масштабы проявления // *Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Матер. X Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода.* Москва, 2017. С. 131-133.
- [2] *Епифанов В.А.* Взрывные воронки-колодцы и актуальность изучения роли дегазации недр в климатических событиях и ландшафтных преобразованиях четвертичного периода // *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода.* № 76, 2018, С. 5-40.
- [3] *Епифанов В.А.* Космические циклы – метроном эволюции Земли. // *Коллект. моногр. по матер. Всерос., с междунар. участием, научн.-практ. конф. LXXII Герценовские чтения: «География: развитие науки и образования».* СПб: РГПУ, 2019, Т. 1, С. 448-454.
- [4] *Епифанов В.А.* Экология Арктики, «Таймырская воронка», «метановая бомба» и проблема современной климатической парадигмы // *Сб. трудов IV Таймырской музейной Интернет-конф. (ТМИК). Актуальные вопросы экологии.* Дудинка, 2019, С. 45-51.
- [5] *Клёсов А.А.* История ариев и эрбинов. Европейский Запад против европейского Востока. М.: Концептуал, 2017, 320 с.
- [6] *Клёсов А.А.* Происхождение славян. ДНК-генеалогия против «норманской теории». Москва: Алгоритм, 2017, 512 с.
- [7] *Кривенко В.Г.* Сохранение водоемов России, как источника пресной воды с позиций концепции изменчивости климата <http://www.biodat.ru/doc/lib/krivenko2.htm>
- [8] *Лернер Л.* Календарь тысячелетий // *Вокруг света,* 1985, № 6.
- [9] *Максимов Е.В.* Ритмы на Земле и в Космосе / Сост. С.И. Ларин. Тюмень: Мандр и Ка, 2005, 312 с.
- [10] *Шнитников А.В.* Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария // *Записки геогр. об-ва Союза ССР. Т.16, Новая серия, М-Л: Изд-во АН СССР, 1957, 337 с.*

S u m m a r y. Different-scaled natural orbital-climatic and heliohydroclimatic cycles are considered in comparison with the numerical values of «sacred harmonic series» that determine the general course of geogenesis under the control of the Cosmos. A coincidence with the latest dated snip mutations in the haplogroups of the Y chromosome was revealed.

РЕКОНСТРУКЦИИ КЛИМАТА ПО ПАЛИНОЛОГИИ И КЕРНУ ЛЬДА И АНТРОПОГЕНЕЗ ПО ДАННЫМ ДНК-ГЕНЕАЛОГИИ

В.А. Епифанов

АО «СНИИГГиМС» АО «Росгеология», г. Новосибирск, zem864@yandex.ru

CLIMATE RECONSTRUCTIONS FOR PALINOLOGY AND THE CORE OF ICE AND ANTHROPOGENESIS ACCORDING TO DNA GENEALOGY

V.A. Epifanov

JSC «SNIIGGiMS» JSC «Rosgeology», Novosibirsk

Аннотация. Проведено сопоставление палеоклимата, реконструированного на период последних 250 тысяч лет, с данными по образованию гаплогрупп древнего человечества. Выявлена жесткая зависимость антропогенеза от резких модуляций климата, прямо связанных с циклами орбитального вращения Земли, подчиняющихся «сакральным числам Космоса».

Ключевые слова: палеоклимат, циклы, Космос, катастрофы, дегазация, ДНК-генеалогия.

Глобальные климатические сдвиги, фиксируемые на Земле в последние десятилетия и оказывающие негативное воздействие на человечество, бросают ученым вызов по прогнозированию климатических параметров Земли в ближайшем и отдаленном будущем
[21, с. 41]

Введение

Большой вклад в реконструкции палеоклиматов внесла палинология, воссоздавшая ландшафтно-климатические обстановки прошлого по спорово-пыльцевым комплексам произраставших в пределах конкретных территорий растений. Также большую и очень интересную информацию дает исследование газов, заключенных в пузырьках воздуха в ядрах разбуренных льдов Антарктиды и Гренландии. Температуры прошлого определяются по содержанию в пузырьках тяжелого изотопа водорода, дейтерия (^2H или D).

С этими данными удачно сочетаются реконструкции палеотемператур воды Мирового океана, определяемых по содержаниям тяжелого изотопа кислорода (^{18}O) в океанических осадках, скелетах и раковинах морских организмов. На основе этих данных построены изотопно-кислородные (ИК) шкалы чередования теплых эпох и похолоданий.

Многолетние разносторонние исследования Четвертичного периода, выполнявшиеся многочисленными отечественными и зарубежными специалистами, позволили реконструировать глобальные изменения климата в прошлом и выявить в них цикличность, обусловленную влиянием Ближнего Космоса.

Влияние связано с модуляцией параметров орбитального вращения Земли и положения полярной оси планеты относительно плоскости эклиптики и «карты» звездного неба (изменения наклона – нутация, прецессия). На этой первооснове базируются современные знания. Далее осуществляется ее интерпретация, естественно, зависящая от профессиональной подготовки и общего «багажа знаний» исследователей в науках о Земле.

Издавна, а особенно уверенно и «непоколебимо» после расчетов Милутина и Миланковича, долговременные изменения температуры на поверхности

Земли связывают с инсоляцией – количеством солнечной радиации, поступающей на земную поверхность.

Например, указывалось: «2. Практически во всех изученных параметрах преобладает 100-тысячелетний цикл изменчивости. Вместе с тем почти во всех данных находят сильное отражение циклы 40- и 20-тысячелетней периодичности (отражающие наклонение земной оси и прецессии)» и «8. Наблюдаемая устойчивая связь между изменениями температуры воздуха, вариациями содержания парниковых газов в атмосфере и колебаниями уровня моря (что соответствует колебаниям материкового льда) подтверждает ведущую роль парниковых газов в усилении периодических колебаний климата, первоначально вызванных изменениями орбитальных параметров Земли (изменениями инсоляции)» [19, с. 17-18] (здесь и далее выделено нами – Епифанов).

Ярый сторонник орбитально-климатических воззрений, справедливо, по нашему мнению, считавший важнейшим циклом изменение эксцентриситета, все же уверенно заключал: «вопрос о причинно-следственных связях между изменениями температуры, объема льда на планете и концентрацией CO₂ в атмосфере решается так: изменение инсоляции вызывает изменение температуры и затем объема льда и концентрации CO₂» [3, с. 27].

Это устоявшееся «официальное» мнение автор считает ошибочным, хотя с разницей тепла «солнечных лучей» на Таймыре и в Прикаспии знаком лично.

Полностью соглашаясь с руководящей ролью Ближнего Космоса, мы связываем изменения климата с энергетикой земных недр, реагирующих на модуляции параметров орбитального вращения Земли. В первую очередь в ее современных рифтовых областях, являющихся «живыми ранами планеты».

В этой связи нами отмечено: «... необходимо признавать тот факт, что вокруг Антарктиды и в непосредственной от нее близости располагается целая система активных долгоживущих рифтов. А эти океанические акватории являются основной областью испарения вод и главным поставщиком снегового питания для ледников Антарктиды. Естественно, что в пузырьках воздуха в снегу содержатся именно те газы и их изотопы, которые присущи для этой циркумантарктической области» [16, с. 50]. Это касается и льдов Гренландии.

Вызванные орбитальным влиянием тектонические напряжения в земной коре реагируют в целом по «модели просыпающегося вулкана» – первыми активизируются наиболее подвижные вещества – газы [6, 11]. Путь газов в атмосферу может быть различным по характеру и масштабу, в том числе, и напорным, взрывным, массовым – катастрофическим [1, 2, 6-8, 10-16].

В качестве альтернативной «инсоляционно-ледниковой парадигме» нами разработана и предложена «дегазационная парадигма» [12, 13, 15]. Она решает основные «парадоксы» инсоляционной парадигмы и удовлетворительно объясняет причины связи резких похолоданий и потеплений с «Великими Потопами», о которых имеются упоминания (известно более 500) у всех народов мира в сказаниях, легендах и священных писаниях.

В таких воспоминаниях о прошлом почти всегда повествуется о том, что выжить сумели лишь единичные семьи людей, от которых ведут начало конкретные человеческие рода. Речь идет о «горлышках бутылки» антропогенеза.

Этот момент общей истории Человечества в настоящее время получает «новый формат видения» в данных ДНК-генеалогии – нового направления науки, активно развиваемого и пропагандируемого А.А. Клёсовым [17, 18].

Комплекс мутаций в негенных областях Y-хромосомы, которые закрепляются в прямых потомках по мужской линии, дает возможность определения гаплогруппы и гаплотипа конкретного современного или, если исследуются останки, жившего в прошлом человека. Метод позволяет на основе закономерностей изменения структуры этой хромосомы в конкретных аллелях математически рассчитывать сроки появления мутаций и реконструировать время образования конкретных гаплогрупп (родов человеческих). Допустимая методом погрешность 10% приемлема для решения множества разнообразных задач.

Сопоставление динамики глобальных и региональных изменений климата с датами снип-мутаций древних людей дает возможность реально оценить наличие и характер связи антропогенеза с палеоклиматом, а, следовательно, и с природными процессами, кардинально на него влияющими.

На основе таких знаний могут быть созданы реальные предпосылки для экологических и социальных прогнозов, и, что важно, для выявления характера и масштабов угроз, ожидающих людей в ближайшем и отдаленном будущем.

Объекты и методы

Основным методическим приемом исследования является сопоставительный анализ современных данных по масштабам, характеру и специфике модуляций климата в позднечетвертичное-голоценовое время и результатов определений времени и места образования гаплогрупп в снип-мутациях Y-хромосом.

Базовой идеологической конструкцией анализа являются представления автора о гармоничной организованности мироздания, включающего Дальний и Ближний Космос, и резонансно-волновом характере воздействия Космоса на эволюцию Земли, и в частности на происходящие в ее недрах процессы [9, 16].

Внешние влияния формируют ритмы, которые фиксируются в близко подобных природных событиях – в ходе колебаний температуры воздуха, в изменениях запыленности атмосферы, в содержаниях в ней парниковых газов. Такая информация приведена на рис. 1 нашей статьи-доклада о ритмах неоплейстоцена-голоцена, которая представлена на этих же Чтениях. На графиках в виде синусоид и интервалов показаны космические цикло-ритмы прецессии земной оси (25 920 лет), изменения эксцентриситета орбиты (108 000), периоды падения напряженности магнитного поля Земли, многие из которых делятся по 12 960 лет, т.е. половину цикла прецессии.

Другой вариант представления информации об изменении климата в прошлом приведен на рисунке 1 настоящего доклада. Графическая реконструкция палеоклимата выполнена по смене растительности в меняющихся ландшафтно-климатических обстановках прошлого. В ее основе лежит обширный палинологический материал (комплексы спор и пыльцы) представленный в [5].

График нами модифицирован в части оформления его оболочки, прерван на отметке 127 тысяч лет назад (т.л.н.), и дополнен данными по ДНК-генеалогии [17, 18]. Звездочками показаны моменты образования гаплогрупп, с учетом «ошибки метода» и ритмичности «космических резонансов».

Региональные, а тем более и глобальные катастрофы обычно сопровождаются «классическим списком Апокалипсиса» – землетрясениями-цунами, наводнениями-затоплениями и засухами-пожарами, резкими перепадами температур, холодными летними периодами и теплыми зимами, распространением эпизоотий и эпидемий. В таких ситуациях биосфера попадает в «бутылочное горлышко», гибнут и вымирают не только виды, но также рода и семейства.

В эти периоды численность людского населения падает вплоть до грани воспроизводства. Подобное и произошло с предками гаплогруппы ВТ в период резкого похолодания в Средней Сибири в Муруктинское «оледенение» (рис. 1).

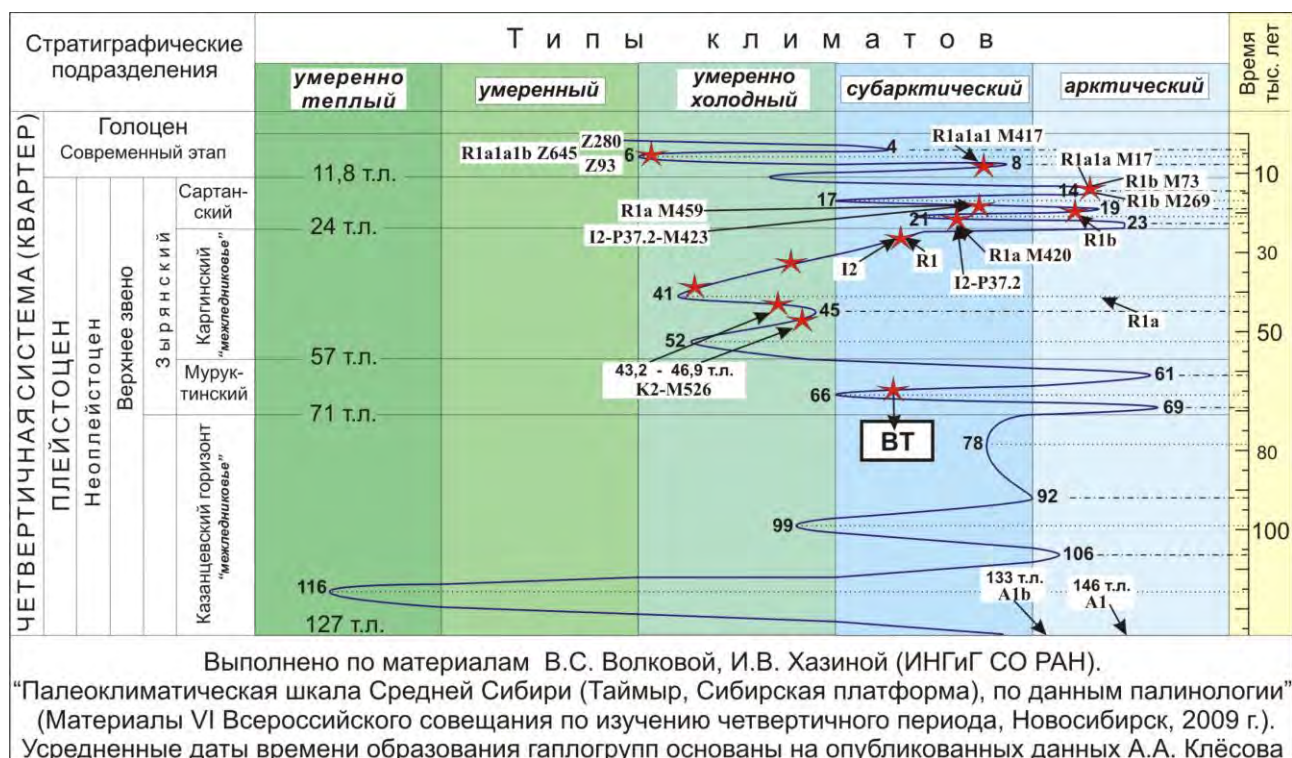


Рис. 1. Модуляции климата Средней Сибири и основные даты антропогенеза в снип-мутациях Y-хромосомы основанные на работах А.А. Клёсова [17, 18].

По этому поводу А.А. Клёсовым отмечается: «... носители всех остальных гаплогрупп, начиная с ВТ, имеют общего предка, который жил всего 64 ± 6 тысяч лет назад. Иначе говоря, предки гаплогруппы ВТ физически не выжили, не прошли «бутылочное горлышко популяции», и их след остался только в Y-хромосомах ныне живущих людей. Если выразиться фигурально, то предков гаплогруппы ВТ, среди которых сейчас почти все европейцы, азиаты, и жители Океании и обеих Америк, а также большинство африканцев, «как корова языком слизнула» примерно 65-70 тысяч лет назад» [17, с. 14].

Этот факт требует обратить внимание на результаты исследования керн льда в Антарктиде, которые, по мнению специалистов, являются характеристи-

кой глобальных изменений климата на всей планете. Если эти предковые гаплогруппы не проживали на территории Сибири, но их «слизнуло», значит, некие катастрофические события должны были зафиксироваться в ледяных толщах Антарктиды. Изучение льдов дает такую информацию.

На рис. 1 нашего доклада о ритмах неоплейстоцена-голоцена на среднем графике видно, что резкое запыление атмосферы началось ~ 66,6 т.л.н., достигло максимума 64 т.л.н., а завершилось 57 т.л.н. *Длилось оно около 10 000 лет.*

А по данным верхнего графика этому времени соответствует максимально низкая температура, достигшая своего пика около 65 т.л.н., в середине периода резкого снижения напряженности магнитного поля планеты (экскурс Каргополово) длившегося ~ 12 960 лет.

Таким образом, реконструированная по данным ДНК-генеалогии гибель древних людей находит подтверждение в глобальных климатических пертурбациях. Пережить подобную пылевую «ядерную зиму» и максимально низкие температуры представителям родов A1 и A1b не удалось, но мужской «общий предок» современного человечества, все же, не погиб и дал потомство.

Глобальная запыленность атмосферы может возникать:

1 – при мощных извержениях вулканов. Разбуренные льды станции Восток находятся на удалении первых десятков километров от Трансантарктического пояса, к которому относится наиболее активный из современных вулканов Эребус. Вероятно, льды подтаяли бы за 10 000 лет активности этого пояса;

2 – в результате действия мощных ветров, выдувающих тонкий диспергированный материал из приледниковых областей (распространенное мнение гляционистов). Причем дующих на протяжении 10 000 лет, и достигших максимума запыления лишь через 2,5 тысячи лет после начала выдувания;

3 – в результате бомбардировки метеоритами. При этом космические тела должны были преимущественно падать на участки суши, занимающей около 30% поверхности планеты, либо этих тел должно было быть много;

4 – в случае длительной массовой напорной дегазации недр. В результате этих процессов в атмосферу периодически вихревыми потоками выносятся большие массы перетертого породного материала, накапливающегося в виде лёсса в эпохи похолоданий в перигляциальных обводненных областях [8];

5 – при прохождении Солнечной системы через «запыленную» область Галактики. С такой космической пылью Е.В. Максимов также допускал связь накопления лёссовых толщ [20].

По составу пыли, вероятно, может быть определен процесс, ответственный за катастрофу и гибель наших предков около 65 тыс. л.н. Однако, нужно учитывать и иные, близкие по времени, «не стандартные» факты. Например, образование более 60 т.л.н. «Гирканского моря», акватория которого простиралась к юго-востоку от Русской равнины, кратно превышая современный Каспий. Северный берег этого древнего моря располагался в районе Самарской Луки, омывая подножия Жигулевских гор.

Отметим, что и в другую «эпоху запыления» (20-14 тыс. л.н.) в Средней Сибири было холодно, климат резко менялся, а Каспийское море испытывало очередную трансгрессию, превратившись в обширнейшее «Хвалынское море».

Делая заключения по датам конкретных событий, необходимо учитывать стандартные ошибки (погрешности) методов. Если в выводах используется материал нескольких методик, то возникают естественные интервалы «области неопределенности». В таких ситуациях «моменты истины» могут быть опознаны, если четко проявилась ритмичность.

Относительно погрешности построения графиков температуры атмосферы по кернам льда, в частности, указывалось, что анализируемые данные находятся «...в пределах относительной точности временных шкал сравниваемых рядов (около ± 1000 лет), ибо пузырьки воздуха, внутри которых оценивается КПП, в течение первых нескольких тысяч лет после отложения снега диффундируют внутри ледяного керна» [4, с. 686]. Очевидно, что в данном случае неопределенность в тысячу лет допускает люфт значений в сотни лет.

А в выводах другой нашей статьи (о ритмах) отмечалось хорошее совпадение данных ДНК-генеалогии с рядами «сакральных гармоничных чисел» и указано: 4. Выполненные А.А. Клёсовым реконструкции и расчеты находят подтверждение ... в регламентирующих развитие биосферы циклах/ритмах.

Обсуждение результатов

Разные гаплогруппы неоднократно проходили «горлышко бутылки» и на графиках «Y-хромосомного древа человечества» формировались ветви. На рисунке 1 показаны некоторые точки «начала роста ветвей».

Анализ рисунка 1 показывает, что часто образование новых гаплогрупп и субкладов происходило в экстремальных зонах графика – в крайних точках изгибов кривой, либо на крутых отрезках, фиксирующих резкую смену климата.

Например, во время резкой смены климата в Сибири от арктического до умеренно холодного, около 18 000 л.н. образовалось два субклада – I2-P37.2-V423 и R1a M459. В это время в Арктике началось массовое образование озер, давшее старт резкому росту содержания метана в атмосфере [10, рис. 3]. Связь образования тундровых озёр с взрывными выбросами метана в последние годы фиксировалась уже неоднократно и для автора вполне очевидна [1, 2, 10, 14].

В самый пик похолодания в Сибири 14 400 л.н. в гаплогруппе R1b образовалось два новых субклада M73 и R1b M269. И в эти же даты экстремальных событий в роду R1a1a выделился субклад M17. Такие «совпадения» – явные свидетельства крупных природных катастроф.

Субклад R1a1a1 M417 отделился ~ 8 640 л.н. во время резкой смены климата в Сибири до максимально холодного субарктического.

Подробный анализ отмеченной связи является делом будущего, здесь же отметим, что катастрофическое для человечества «горлышко бутылки», представленное «BT-событием», произошедшим около 64 800 л.н., связано с фазами максимального холода (69 и 61 тыс. л.н.) в эпоху Муруктинского «оледенения».

В начале «оледенения» Сартанского, ветвь рода R1 в обстановках субарктического-арктического климата последовательно разделилась на 2 гаплогрупп-

пы R1a и R1b. И во время «оледенения», но Тазовского, не вошедшего в наш вариант графика, произошло образование предковых гаплогрупп A1b и A1. На этих примерах определяющая роль похолоданий в антропогенезе очевидна.

Однако произошедшее 235 000 л.н. образование гаплогруппы АО-Т [17], нами расцениваемое как «рождение Человечества», пришлось на максимум потепления в Ширтинское межледниковье.

Таким образом, непростой путь антропогенеза в неоплейстоцене - голоцене вполне наглядно демонстрирует свою зависимость от модуляций климата.

Как следует из многолетних исследований автора, ведущим земным процессом долговременного глобального изменения климата, его резких похолоданий, которые принято называть «ледниковыми», и сменяющих их потеплений, называемых «межледниковьями», является дегазация недр [6-8, 10-16]. И активизация, и затухание этих процессов подчиняются циклам Ближнего Космоса.

На графике изменения температур (кривая – копия из [22]) рисунка 2 видно, что климат стремительно, за несколько тысячелетий становится теплым, и это нельзя объяснять инсоляцией, поскольку определяющие ее орбитальные параметры эксцентриситет, прецессия и нутация изменяются в ритмах десятков тысяч лет. А пики температур «вырастают» всего за несколько тысячелетий.

Очевидно, что перепады температур связаны с резкими изменениями ландшафтов, наводнениями, взрывами газов, пожарами. В такие природные обстановки периодически попадал древний человек и окружающая его биосфера.

Поскольку для прохождения биосферы через «бутылочное горлышко» более чем достаточно и перечисленных «пертурбаций географического содержания», автор умышленно не касается катастроф геологических, также проявившихся в космических ритмах. Тем не менее, необходимо привести два давних, резюмирующих обширный материал, вывода:

«3. Эволюция Земли происходит во взаимосогласованном пространстве-времени, обусловленном вращением планеты вокруг центра галактики Млечный путь, Солнца и собственной оси. В результате всех этих видов вращения формируются звуковые стоячие волны, гармоника которых определяют ритмичность и морфологию глобального и локального геогенеза, циклично изменяют лик Земли, влияют на климат и развитие биосферы.

4. Наиболее простые гармоника этих волн представлены двумя основными рядами удваивающихся («октава») чисел 27-**54-108**-216-432-864 и т.д. и 18-36-72-144-288-576 и т.д., а также согласующим их рядом 72-**144**-288-360-432-504-576-**648**-720 с числом-кластером 72. Использование таких музыкально-акустических понятий как «кварта», «квинта», «дуодецима», «декада» (интервал между частотами, отличающимися в 10 раз) и прочие позволяет увидеть структурообразующую роль волн в наиболее полных гармониках» [9, с. 101].

Космический контроль «в гармонических рядах-ритмах» вполне заметен даже при беглом анализе общей структуры графика температур рисунка 2.

Удивительно точно ДНК-генеалогия определяет дату (235 т.л.н.) «рождения Человека». Она всего на 1 000 лет расходится с гармоничной датой 234 т.л.н. Это был пик максимально высокой температуры, давший начало Шир-

тинскому межледниковью, а через 108 000 после него (гармоническое значение цикла эксцентриситета орбиты Земли) вновь наблюдался максимум потепления, но уже в межледниковье Казанцевское.

Каждые 54 000 лет (54, 108 и 162 тыс. л.н.) происходили похолодания, не зависящие от того, была эпоха теплой или холодной. Однако 216 тыс. л.н. наблюдалось резкое потепление. Все эти точки, так или иначе, являются экстремальными, как и упоминавшаяся «ВТ-дата» 64 800 лет.

Удвоенное ее значение (129 600 лет) составляет 10-кратно увеличенный цикл половины прецессии земной оси. Именно в это время был температурный пик, после которого началось Казанцевское межледниковье. А в дату 10-кратно увеличенной прецессии (259 200) произошло самое сильное похолодание Самаровского «оледенения» (отмечено на шкале времени красным кружком).

Длительностями полуциклов прецессии (12 960 лет) характеризуются многие эпизоды падения магнитного поля Земли. Синусоидой «108 тысяч лет» эксцентриситета удовлетворительно описывается общий ход изменения температуры. Естественно, что при наложении циклов различного происхождения происходит искажение ритмичности проявления тех или иных процессов.

Для климатической летописи длительностью несколько сотен тысяч лет вполне заметны ритмы, которые обусловлены вращением Земли на околосолнечной орбите. Созданная этим вращением стоячая «звуковая» волна, вступая в резонанс, создает ряд гармоник, кратных 360. Целочисленное выражение ряда имеет вид: 9-18-27-36- и т.д.

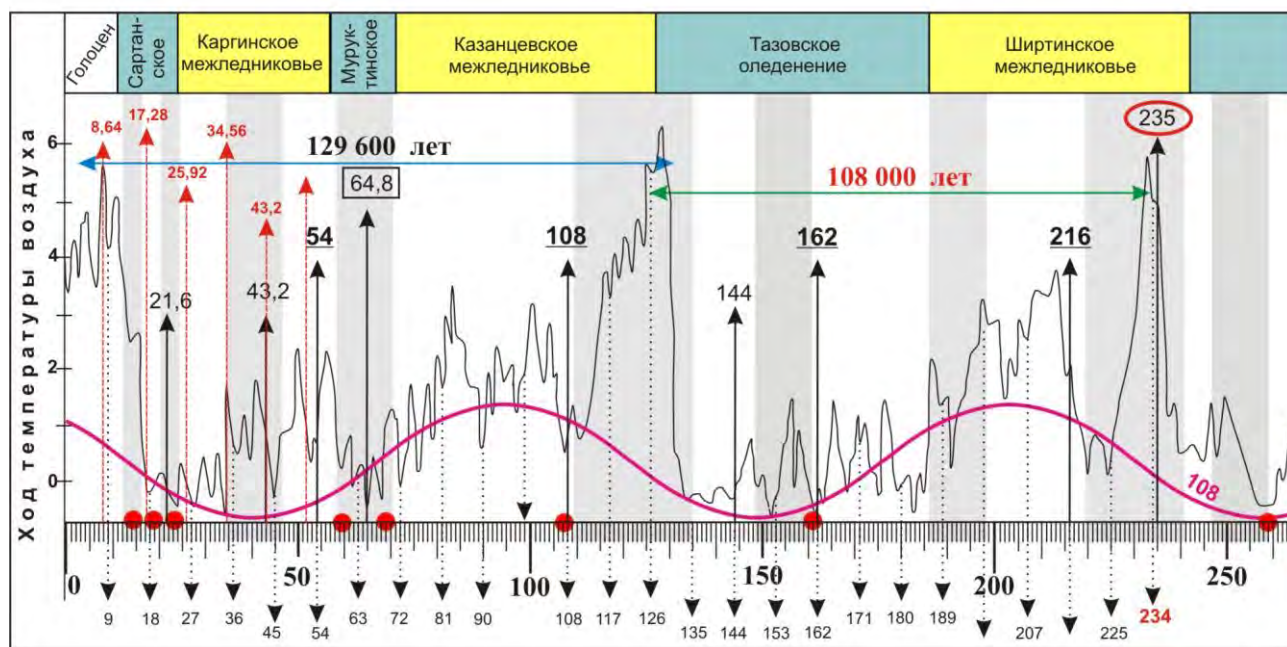


Рис. 2. Графическое отображение модуляции глобальных температур, определенных по содержанию дейтерия (^2H) в пузырьках воздуха льдов Антарктиды [22, 10, 15], и авторские реконструкции выявленных ритмо-циклов. Серые полосы – падение магнитного поля.

Такой гармонический ряд, показанный в нижней части рисунка 2, по шкале времени с шагом 1 000 лет сопоставлен с температурной кривой. Из 26 дат более 20 приходятся либо на пики похолоданий, либо на их резкое начало.

Максимально низкие температуры наблюдаются при совпадении этого ритма с определенной фазой цикла эксцентриситета (нижней частью синусоиды). По мнению автора в эту фазу цикла эксцентриситет был близок к нулю, а орбита приближалась к правильной окружности.

В такие периоды скорость вращения Земли на орбите становится наиболее равномерной и начинает усиливаться стоячая «звуковая» волна, влияющая на оболочки планеты по типу резонансов в «фигурах Хладни» [9]. В земной коре «оживают» рифтовые зоны, и снова активизируется дегазация недр.

Хорошо выраженный на графике 9 000-летний ритм похолоданий столь явно проявился, возможно потому, что сочетается с циклом другого гармонического ряда «космических чисел» – 8 640 лет. Этот ряд обусловлен не только стоячей волной галактического вращения, но и волной, формирующейся при вращении Земли вокруг своей оси – в среднем сутки равны 86 400 секундам.

Ранее нами отмечалось, что «864 млн лет делятся мегациклы геогенеза ..., являющиеся главными («руководящими») циклами эволюции Земли, а за 86 400 с наша планета совершает оборот вокруг своей оси. Сутки являются основным, действующим в био- и ноосферах, циклом» [9, с. 98].

Цикл 8 640 лет, возможно, является ведущим климатическим циклом при потеплениях «четвертичного оледенения». Красными стрелками потепления на рис. 2 отмечены рост либо пики положительных температур, которые наблюдались 8,64 – 17,28 – 25,92 – 34,56 – 43,2 тысяч лет назад. Эти построения могут быть успешно продолжены и далее «вглубь тысячелетий».

Отметим, что первый отмеченный на графике «пик тепла» у климатологов известен как «климатический оптимум голоцена» датированный 8,5 т.л.н., а в Сибири в это же время был холод. Народам следовало мигрировать к теплу.

Таким образом, влияние «гармоничных циклов», обусловленных стоячими волнами, образующимися при разных видах вращения нашей планеты, становится вполне очевидным и для модуляций климата, реконструированных на эпоху антропогенеза длительностью 234 тысячи лет.

Следует обратить внимание и на информацию, свидетельствующую об «участии» космических гармоничных чисел в антропогенезе прямо и непосредственно: «... уже определено, что в анализируемых фрагментах Y-хромосомы (8,47 миллионов нуклеотидов, точнее, нуклеотидных пар) *снип-мутация происходит в среднем раз в 144 года*» [17, с. 219].

Основные выводы

1. Ряды «сакральных космических чисел» выявляются не только в ходе геологической эволюции планеты, но и в палеоклимате «Ледникового периода», очевидно зависящего от происходящих в земных недрах процессов.

2. Ритмичные «пилообразные» модуляции температуры приземной атмосферы и общий ход изменения климата на Земле определяются влиянием орбитальных циклов и находятся под четким контролем Ближнего Космоса.

3. Корреляция между резкими изменениями климата на территории Средней Сибири и формированием древних гаплогрупп, показывает, насколько прямой и жесткой была эта связь.

4. Датированные катастрофические события, повлиявшие на антропогенез созданием условий «бутылочного горлышка», находятся в ряду «гармонических чисел», что позволяет указывать на *космический контроль антропогенеза*.

5. Человек, являясь «созданием Космоса», прямо зависит от его циклов.

Литература

- [1] *Богоявленский В.И.* Угроза катастрофических выбросов газа из криолитозоны Арктики. Воронки Ямала и Таймыра. Часть 2. // Бурение и нефть, 2014, № 10, С. 4-8.
- [2] *Богоявленский В.И.* Угроза из глубин: мерзлота ошибок не прощает // Редкие земли, 2018, №1 (9), С. 6-21.
- [3] *Большаков В.А.* Теория М. Миланковича – новая концепция // Известия АН, Серия географическая, 2000, № 1, С. 20-30.
- [4] *Вакуленко Н.В., Котляков В.М., Монин А.С.* и др. Доказательство упреждения изменений концентрации парниковых газов вариациями температуры в данных станции «Восток» // Доклады АН, 2004, т. 396, № 5, С. 686-690.
- [5] *Волкова В.С., Хазина И.В.* Палеоклиматическая шкала плейстоцена Средней Сибири и Таймыра // Фундаментальные проблемы Квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VI Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009, С. 126-128.
- [6] *Епифанов В.А.* Дегазационная модель великих оледенений Земли // Наука, Промышленность, Оборона: Матер. Российской науч.-техн. конф. НГТУ, Новосибирск, 2003, С. 5-9.
- [7] *Епифанов В.А.* Дегазационная природа великих оледенений и пульсации Земли // Дегазация Земли: геофлюиды, нефть и газ, парагенезисы в системе горючих ископаемых: Тез. докл. междунар. конф. М.: ГЕОС, 2006, С. 100-103.
- [8] *Епифанов В.А.* Дегазационная гипотеза образования лёссов // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезисы: Матер. Всерос. конф. М.: ГЕОС, 2008, С. 160-163.
- [9] *Епифанов В.А.* Геогалактические пульсации, пространство-время Земли и гармония стратиграфической шкалы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2012, № 4 (12), С. 90-103.
- [10] *Епифанов В.А.* Дегазационная модель возникновения ледниковых эпох и ее фактическое подтверждение на Таймыре // Актуальные вопросы экологии Таймыра: Матер. II Таймырской музейной инт.-конф. Дудинка, 2014, С. 9-17.
- [11] *Епифанов В.А.* Геолого-климатическая модель и геологические особенности четвертичного и других глобальных оледенений Земли // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Матер. X Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Москва, 2017, С. 129-131.
- [12] *Епифанов В.А.* Катастрофическая дегазация недр как ведущий фактор глобальных изменений климата в Квартере. Причины ее возникновения, характер и масштабы проявления // Фундаментальные проблемы Квартера: итоги изучения

и основные направления дальнейших исследований: Матер. X Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода. Москва, 2017, С. 131-133.

[13] *Епифанов В.А.* Взрывные деформации поверхности криолитосферы в связи с космо-земными циклами эволюции геосферы // Дегазация Земли: геология и экология – 2018: Труды Международной конференции. Москва. <http://oilgasjournal.ru>

[14] *Епифанов В.А.* Моделирование процессов преобразования ландшафтов при разрушении залежей газогидратов // Дегазация Земли: геология и экология – 2018: Труды Междунар. конф. – Москва. <http://oilgasjournal.ru>

[15] *Епифанов В.А.* Взрывные воронки-колодцы и актуальность изучения роли дегазации недр в климатических событиях и ландшафтных преобразованиях четвертичного периода // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, № 76, 2018, С. 5-40.

[16] *Епифанов В.А.* Экология Арктики, «Таймырская воронка», «метановая бомба» и проблема современной климатической парадигмы // Сб. трудов IV Таймырской музейной Интернет-конф. (ТМИК). Актуальные вопросы экологии. Дудинка, 2019, С. 45-51.

[17] *Клёсов А.А.* История ариев и эрбинов. Европейский Запад против европейского Востока. М.: Концептуал, 2017, 320 с.

[18] *Клёсов А.А.* Происхождение славян. ДНК-генеалогия против «норманской теории». Москва: Алгоритм, 2017, 512 с.

[19] *Котляков В.М., Лориус К.* Четыре климатических цикла по данным ледяного керна из глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде // Известия АН, Серия географическая, 2000, № 1, С. 7-19.

[20] *Максимов Е.В.* Ритмы на Земле и в Космосе / Сост. С.И. Ларин. Тюмень: Мандр и Ка, 2005, 312 с.

[21] *Реймерс А.Н., Алексеев А.С., Ермакова Ю.В.* Позднекаменноугольные-раннепермские климатические колебания и биотические события // Бюлл. МОИП, отд. геол., 2013. Т. 88, вып. 1, С. 41-48.

[22] *Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D. et al.* Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice Core, Antarctica // Nature, 1999, V. 399, P. 429-436.

S u m m a r y. The paleoclimate reconstructed for the period of the last 250 thousand years is compared with the data on the formation of haplogroups of ancient mankind. A strict dependence of anthropogenesis on sharp climate modulations is revealed, directly related to the Earth's orbital rotation cycles, obeying the «sacred numbers of the Cosmos».

ПАЛЕОКАТАСТРОФЫ И ПАЛЕООБСЕРВАТОРИИ В КОНТЕКСТЕ ДАННЫХ ДНК-ГЕНЕАЛОГИИ

В.А. Епифанов

АО «СНИИГГиМС» АО «Росгеология», г. Новосибирск, zem864@yandex.ru

PALEOCASTASTROPHES AND PALEOBSERVATORIES IN THE CONTEXT OF DATA OF GENEALOGY

V.A. Epifanov

JSC «SNIIGGiMS» JSC «Rosgeology», Novosibirsk

Аннотация. На материалах по истории и плану строительства палеоастрономических объектов, а также воспоминаниям о типах катастроф прошлого, делается вывод о существовании древних «знаний о числах» космических циклов, связанных с дегазацией земных недр. На основе данных ДНК-генеалогии определено, что носителями этих знаний могли быть народы имеющие гаплогруппу R1a, а самим знаниям более 8 000 лет.

Ключевые слова: палеообсерватории, циклы, дегазация, катастрофы, миграции гаплогрупп.

*На перекрестках наук все больше и больше обнажается
неизвестных или малоизученных творений Природы,
потому что они, проявляясь на стыках, какое-то
время остаются ничейными, бесхозными.*

В.И. Бгатов

Введение

В одном из докладов, представленных на Герценовских Чтениях в этом году (о ритмах неоплейстоцена-голоцена), нами сделаны выводы о том, что миграции древних людей подчинялись ландшафтно-климатическим изменениям, повторяющихся в крупных тысячелетних ритмах, связанных с орбитально-космической жизнью планеты. А даты образования субкладов в гаплогруппе R1 хорошо сопоставляются с числами «сакральных рядов» космических циклов.

Во втором докладе (о палеоклимате и антропогенезе) отмечено существование прямой и жесткой корреляции между резкими изменениями климата и образованием гаплогрупп и их субкладов. Показано, что ход антропогенеза и изменения климата подчиняются влиянию Ближнего Космоса – ритмам орбитального и осевого вращения Земли и ходу прецессии. В выявленной нами ритмичности изменения температуры воздуха, особо заметны влияния гармоник циклов околосолнечного и суточного вращения Земли и прецессии ее оси.

В этих докладах сделаны выводы о том, что обусловленные орбитальными циклами природные катастрофы связаны с напорной дегазацией недр.

А на 72-х Герценовских Чтениях в докладе «Загадочные древние обсерватории» нами были рассмотрены астрономические палеообъекты, расположенные на территории России, Германии и Англии. Один из выводов звучал так: «2. Регулярное присутствие в структуре этих сооружений значений параметров кратных «сакральному числу 432», а иногда и сама их морфология, свидетельствуют в пользу того, что наблюдения проводились за ходом прецессии земной оси и за «звездным небом» и в организации строительства этих объектов «для

потомков» зашифрована информация о связанной с Ближним Космосом какой-то крупной опасности» [5, с. 562].

Выполненные ранее исследования свидетельствуют о том, что: «В памяти Человечества (поздний неоплейстоцен–голоцен) сохранились *воспоминания о внезапных «Великих Холодах» и сопровождавшей их «Великой Тьме»* – например, в священных книгах Авесты и преданиях индейцев тоба. При этом, многие мифы, рассказывая о временах ужасного холода, упоминают и «*Черный Дождь*», состоящий из «горящей смолы», потоков битума (Гватемала, священные книги майя), потоков горячей нефти с камнями (Египет, папирусы), и «*Огненный Дождь*» в Вавилоне (Ирак), есть такие упоминания и в преданиях манси, *т.е. на территориях с крупными запасами углеводородов*» [3, с. 11].

Итак, мини-резюме изложенного выше:

1 – орбитально-климатические изменения и крупные природные катастрофы обусловлены циклами космических влияний на Землю;

2 – древние люди, неоднократно проходя через «бутылочное горлышко», хорошо помнили об этих катастрофах и типизировали их, разделяя на «Великие Потопы» и «Великие Холода»;

3 – для периодов резкого похолодания они отмечали сильное запыление атмосферы («Великую Тьму»), и выбросы углеводородов (УВ), иногда тьму сопровождавшие – «Черный Дождь», либо «Огненный Дождь»;

4 – в Евразии, в Африке и на Американских континентах сооружались многочисленные и разнообразные стационарные пункты наблюдения за небом.

Следовательно, наши предки когда-то знали о ритмичности повторяющихся катастроф, и по небесной сфере (Солнцу, Луне, звездам) в обсерваториях вычисляли-определяли время приближения опасности. И знали, что грозные события связаны с наводнениями, похолоданиями и выбросами углеводородов.

Именно такие виды природных катастроф закономерно связываются в единых циклах в «дегазационной орбитально-климатической парадигме» [3, 4].

Вывод по мини-резюме позволяет сформулировать ряд проблемных вопросов, по существу являющихся отдельными направлениями исследований.

Если о регулярности повторения катастроф наши предки знали, и даты этих событий они умели определять, то строители палеообсерваторий должны были прогнозировать катастрофы на какое-то конкретное время, а информацию об этом как-то фиксировать. Имеются ли примеры этого?

Зная о неминуемости катастроф и о связанных с ними последствиях, при сооружении пунктов наблюдения строители могли и обязаны были для сохранения базовых знаний закладывать в строящихся объектах «сакральную» информацию. Какую информацию нужно сохранять и как это можно сделать?

Какие рода человечества (гаплогруппы) могли обладать столь глубокими астрономическими знаниями и строить палеообсерватории?

Очевидно, что по этим вопросам пока могут быть даны только версии ответов, и в рамках объема статьи-доклада возможно только лишь обозначить направления и пути исследования этих обширных, весьма интересных, а в настоящее время и актуальных тем.

Объекты и методы

Предсказание крупной катастрофы было сделано жрецами майя, о чем свидетельствует «священный календарь», конец современной цивилизации в котором обозначен прекращением счета времени в 2012 году после дней зимнего солнцестояния. О грядущей катастрофе упоминается и в их древних книгах.

Наш анализ показывает, что прогноз майя о грядущей гибели цивилизации и расчеты времени *принципиально верны*. И не состоялась катастрофа по причине, о которой майя просто не могли знать, и которая никак не подчиняется астрономическим наблюдениям и расчетам. Ибо, сменив дрова на уголь, к началу XX века человечество вступило на *путь углеводородной энергетики*.

На УВ нефтяного ряда работают «бесчисленные» двигатели внутреннего сгорания, сжигая бензин в автомобилях, а авиация, морской флот, сельскохозяйственная и строительная техника в колоссальных количествах утилизируют керосин, солярку, машинные масла. В гигантских количествах УВ-газы сжигаются в кухонных плитах, на тепловых электростанциях, теперь и на транспорте.

Уже более века гигантские объемы УВ выкачиваются из земных недр.

При этом наблюдается еще и подток углеводородов к дневной поверхности, зафиксированный заполнением нефтью ранее отработанных месторождений (например, в Татарстане, Чечне). А о современной миграции УВ-газов свидетельствует активная метановая дегазация, выявленная в начале нынешнего века на акваториях Охотского моря и Северного Ледовитого океана [3], а недавно и в Красном море, расположенном в рифтовой зоне. Для многих серьезных исследователей связь «погодных аномалий» с этими процессами очевидна.

Если бы человечество не выкачало эти гигантские количества УВ, и они оставались в земных недрах, создавая высокие и сверхвысокие давления в залежах, то прогноз майя вполне мог бы осуществиться. И причиной глобальной катастрофы должна была стать напорная массовая дегазация, проявившаяся на обширных нефте-газоносных территориях в разных регионах планеты.

Об этом отчасти свидетельствуют и зафиксированные научным сообществом «необычные» события, первое из которых произошло уже через 3 месяца после срока «окончания майянского календаря». Это был взрывной выброс метановых газов на западе Таймыра. Образовавшаяся в декаду весеннего равноденствия 2013 года взрывная воронка имела глубину более 100 м при диаметре всего 4 метра. В том же году взрывной выброс метана наблюдался оленеводами на п-ове Таз, и это тоже произошло в декаду равноденствия, но осеннего [4].

Взрывные выбросы происходили и на п-ве Ямал, но лишь одно из них уверенно датировано, поскольку наблюдалось очевидцем 28 июня 2017 года. И это тоже была «астрономическая дата» – декада дней летнего солнцестояния.

Фактический материал прямо свидетельствует о том, что многочисленные округлые озера Российской Арктики образовывались в результате напорных выбросов углеводородных газов [3, 4]. Взрывные выбросы газов происходили и прежде, на это указывает изобилие округлых озер, часть из которых уже успела обмелеть. *В поле зрения общества и науки эти явления, воспринятые как «неизвестные», попали практически в определенные календарем майя сроки.*

Важно отметить, что прогноз делался и мог сбыться. И делался как прогноз астрономический с указанием «локальной даты» зимнего солнцестояния. Дата фиксировала расчетный срок, а при любых расчетах имеется погрешность.

Также необходимо отметить, что древние тексты («Пополь-Вух», «Чилам-Балам»), тем более восстановленные по изустным пересказам, всегда изрядно искажены и запутаны. Научное толкование-расшифровка таких переводов дело непростое, хотя для увлеченных любителей старины такие тексты являются кладезем ценной информации. По мнению некоторых из них, предки майя появились в Центральной Америке «морем с востока» уже в развитом социуме и ассимилировали некие «кочевые» народы, говорившие на языке майя. Однако, после обнаружения в Ла-Венте следов цивилизации ольмеков, существовавшей за тысячу лет до появления майя, и также прибывших в Мезоамерику морем с востока «после потопа», некоторые исследователи стали полагать, что майя лишь унаследовали знания ольмеков. На каменных изображениях ольмеков, наряду с негроидами изображены европеоиды, по внешнему виду и стилю одежды похожие на хеттов – носителей гаплогруппы R1a или финикийцев.

Вопрос о родовой принадлежности строителей астрообъектов майя, очевидно, пока остается открытым. Но версия о том, что обладать такими знаниями могли носители гаплогруппы R1a может быть принята.

При строительстве комплексов пирамид, прогнозировавшие катастрофические события, майя использовали собственные меры длины. Но количество этих мер красноречиво. Так, реконструированный в «бемах» периметр пирамиды Солнца определяют в значении **12 960**, а длину стороны основания оценивают в **1 296** фингеров [9]. Отметим, что периметр пирамиды «в годах» равен полуциклу прецессии земной оси.

Переведенные в географические футы высоты пирамид Солнца и Луны равны **216** и **144**. В книге «Тайны мексиканских пирамид», со ссылкой на У.Х. Вуда, также отмечено, что **число 129 600** без остатка делится на **1728, 864, 720, 432, 360, 216, 180** и т.д., и *при строительстве храмов их везде использовали как священные числа* [9]. И там же указывается, что «... **числа 1296 и 864** были ключом к разгадке астрономических и геодезических тайн Великой пирамиды ...» [9, с. 307] (выделено нами – Епифанов).

Эти факты-мнения тоже могут расцениваться как свидетельство импорта астрономических знаний и умений с Ближнего Востока. Оттуда «прорабы» будущихстроек храмовых комплексов майя могли быть вытеснены под давлением миграций рода R1b. В этих вопросах определяющими могут быть твердо установленные даты «боевых действий на Ближнем Востоке», в чем, вероятно, будут весьма полезны ДНК-генетические реконструкции А.А. Клёсова.

Очевидно, что много полезной информации сохранялось в «Сакральных Числах». Ряды этих чисел специалистам давно и хорошо известны. Они с древних времен использовались в строительстве и архитектуре, в геодезии и карто-

графии, изучались математическими дисциплинами и т.п. Числа и их пропорциональные отношения любили пифагорейцы, и знали о них много.

Однако, где «корни», откуда или из чего эти знания о числах первоначально возникли? И опять ответом может быть лишь версия.

Обсуждение результатов

Наиболее вероятно, что первородство знаний о «сакральных числах» связано с циклами Ближнего Космоса. Приведенные в наших двух других статьях-докладах материалы свидетельствуют о том, что Ближний Космос контролирует климатические изменения и «времена катастроф». Повторения катастроф акцентировали на себе внимание, а людям от природы дано «чувство ритма», наблюдательность и способность к творческому развитию. В пользу последнего, например, прямо свидетельствует следующее.

По мнению автора, «изобретение известки» связано с наблюдением, сделанным в местах самопроизвольного истечения и горения УВ-газов в карбонатных толщах. Процесс обжига извести был понят, освоен, и «внедрен в производство». Иногда в местах горения располагаются кварцевые терригенные породы, и Природа подсказывает Человеку путь-способ получения стекла. С наблюдениями за выгоревшими торфяниками и природной переплавкой болотных железных руд можно связать «освоение процессов черной металлургии».

Во время дегазационных катастроф люди не только «боролись за жизнь», но и обучались. Технология изготовления древесного угля могла быть «подсмотрена у Природы» ещё в те времена, когда в бассейне реки Ангары гаплогруппа R1 делилась на субклады. Название АНГАРА с санскрита переводится как «древесный уголь». А уголь получают при тлеющем горении присыпанной землей древесины. Именно такие процессы и происходят в Природе при взрывных выбросах газов в лесных массивах. Частые лесные пожары в Иркутской области отчасти обусловлены просачиванием УВ-газов многочисленных нефтяных месторождений, расположенных на этих территориях [2]. Эпос якутского народа, проживавшего прежде в этом регионе, прямо свидетельствует о многочисленных в прошлом случаях взрывных выбросов и горения газов [7].

Таким образом, было кому, где и чему обучаться.

Зарождению же астрономии посвящено много работ. Небо привлекало, а основа древней навигации – ориентирование по Солнцу было просто необходимым при миграциях и освоении новых территорий. По обоснованному мнению некоторых исследователей, карты являются предшественниками письменности, а наиболее ранние из известных карт – это карты звездного неба [8].

Древняя астрономия развивалась – пункты наблюдения за небесной сферой совершенствовались. Как было показано в нашем докладе на 72-х Герценовских Чтениях [5], простыми и функциональными стационарными объектами были пригоризонтные обсерватории, которые могли быть пионерными астрономическими сооружениями. Приблизиться к решению вопроса о родовой принадлежности строителей палеообсерватории можно, определив гаплогруппу вероятных строителей самых древних из известных европейских обсерваторий такого типа. Они располагаются на территориях Германии и Великобритании.

Ньюгрейдж находится в Ирландии в 43,2 км севернее г. Дублина, берега Дублинского залива – рисунок 1. Считается, что он на 500 лет старше Стоунхенджа, а определенный радиоуглеродным методом возраст равен 5 000 лет. В своей «первородной» части холм-курган имеет диаметр ~ 86,4 м, а его высота 13,5 м составляет 1/4 часть от «сакрального» значения 54 м.

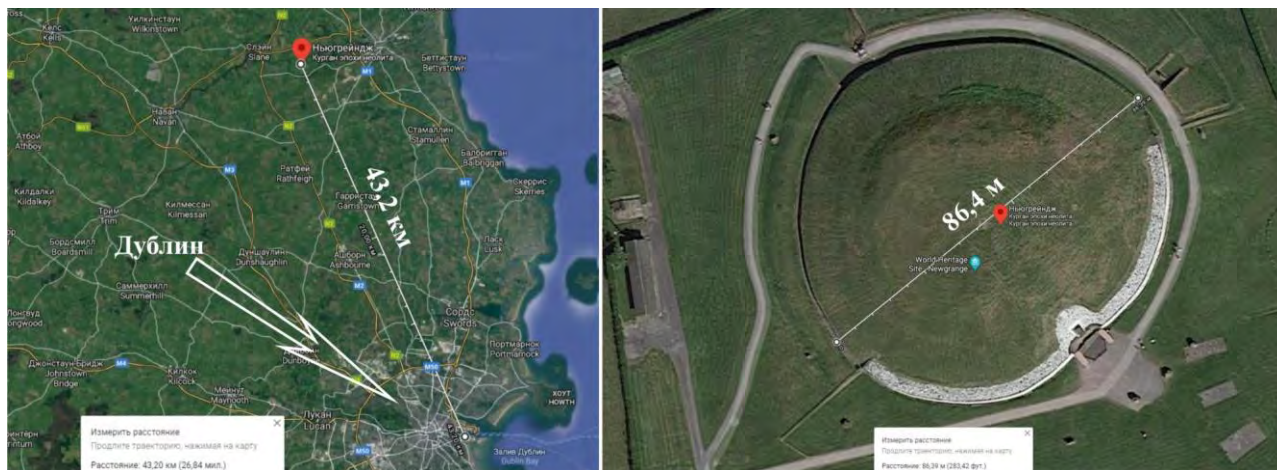


Рис. 1. Палеообсерватория Ньюгрейдж и гармоничные параметры ее местоположения и структурной организации.

В дни *зимнего солнцестояния* внутренняя камера Ньюгрейджа освещается проходящим узким лучом света, превращающим ее в сияющий дворец.

Согласно *кельтской* мифологии, управлявшие прежде этой территорией боги из племени богини созидания Дану, после кровавой битвы были потеснены предками ирландцев. Часть богов покинула остров, отправившись в Страну Юности, а оставшиеся «стали обитать в Сиде» – подземном мире. Сидами также называли 10 крупнейших холмов, главным из которых был Ньюгрейдж.

Среди современных ирландцев около 80% населения имеют гаплогруппу R1b. Датированные находки ископаемых ДНК гаплогруппы R1b на Британских островах свидетельствуют о появлении ее носителей не ранее 4 500 л.н., а индоарийская кельтская культура, зародившись в гальштатской археологической культуре в Австрии, быстро распространилась по Европе на 1,5 – 2 тысячи лет позднее. По мнению А.А. Клёсова «... говорить на кельтском языке стало престижно, как и следовать, кельтским культурным традициям» [6, с. 240]. Причиной языково-культурной экспансии он полагает экономические факторы, а результатом: «... гаплогруппный состав ранних кельтов практически полностью сменился, от R1a на R1b» [там же].

Кто входил в племя богини созидания Дану, и какая гаплогруппа могла быть у строителей Ньюгрейджа? Вариант ответа на этот вопрос, вероятно, может быть получен в Центральной Германии, где располагается древнейшая из известных в Европе палеообсерваторий – «Гозек».

Гозек (палеообъект «Гозекский круг») находится в земле Саксония-Ангальт (Анхальт) в 43 км к юго-западу от Лейпцига. Как и у Ньюгрейджа, в его параметрах выявляются числа «сакрального ряда»: диаметр внешнего кольца ~ 54 м, диаметр наружного вала равен 86,4 м (рис. 2).

Палеообсерваторию часто называют «немецкий Стоунхендж», и считают, что уже 6 900 л.н. она существовала (на 2 000 лет раньше ирландского объекта), а по структуре напоминает Аркаим и Ньюгрейдж. И как в последнем, в визирных направлениях особое внимание уделено моментам зимнего солнцестояния.



Рис. 2. Палеообсерватория Гозек (Германия) и «гармонические параметры» в ее расположении и структуре (космоснимки из Google).

По данным А.А. Клёсова к моменту строительства Гозека в этом регионе уже могли расселиться представители рода R1a. «Судя по датировкам гаплогрупп древних субкладов R1a в Европе, их носители могли туда прибыть 8-9 тысяч лет назад и расселиться по Европе в последующие несколько тысячелетий. Это субклады: R1a-M420 (образовался 22 000 лет назад), M459 (18 200 лет назад), YP1272 (14 400 лет назад) ... а также M417 с датировкой образования 8 500 лет назад, который мог быть первым европейским по происхождению субкладом R1a» [6, с. 40].

Данные хронологии и географии позволяют предположить, что строители древних обсерваторий могли иметь субклад M417 R1a.

Потомки строителей Гозека могли поселиться на Британских островах, получив у аборигенов Ирландии прозвание «племя Дану», и построить Ньюгрейдж и другие подобные объекты, а спустя 500 лет приступить к строительству на юге Англии Стоунхенджа.

Однако, вытесненные пришельцами, они строительство прервали и были вынуждены большей частью мигрировать. А в Европе уже «наводили новый порядок» носители R1b. Стремясь в свою «Страну Юности» в Центральную Европу, они *принуждены были* осесть на северо-западе континента, где образовался субклад L664, а позднее и государство Дания.

Это подтверждается трагедией на юге Германии в предполагаемой нами «Стране Юности» племени Дану. В 2,5 км от Гозека, и также на берегу р. Зале, находится городок Ойлау, вблизи которого археологами изучено захоронение группы из 13 человек (мальчики с гаплогруппой R1a и женщины), убитых примерно 4 600 л.н. топорами и стрелами. Погибшие были местными жителями, поскольку на большие расстояния без мужчин не кочуют и ландшафт более свидетельствует об оседлом образе жизни. И этот период совпадает с приходом в Европу из Пиренеев гаплогруппы R1b (рис. 3), а связанные с ним события по-

лучили название «гибель старой Европы». Спустя 6 000 лет носители той же гаплогруппы повторили эту «Европейскую историю» в «индейской Америке».

А.А. Клёсовым на основании буквенных обозначений носителям гаплогруппы R1b дано название «эрбины». Род R1b образовался около 21,6 тысяч лет назад на территории Сибири в предгорьях Восточных Саян. Отсюда он прошел по Южной Сибири через северный Казахстан – Южный Урал, до Средней и Нижней Волги, затем через низовья Дона вышел в Анатолию, а далее вдоль Средиземноморья к Атлантике. Отметившись на Пиренеях **около 5 000 лет назад**, эрбины заселяли континентальную Европу в период 4 800-2 500 лет назад под археологическим названием «культура колоколовидных кубков» – ККК.



Рис. 3. Палеообсерватории 51-го градуса с.ш. и миграционные пути носителей гаплогруппы R1b на фоне ареала распространения восточно-славянского гаплотипа гаплогруппы R1a (желтый цвет), выделенного по топонимическим объектам с корнем колп/колб (лебедь).

Под давлением ККК старшая ветвь рода R1a – субклад Z645, разделившись на дочерние субклады, мигрировала из Центральной Европы на Русскую равнину, где появились палеоастрономические объекты «Старой Рязани» и Поволжья. Позднее, продвигаясь в составе арийских родов Z93 на юго-восток Евразии, и в частности, в Индию, были построены Аркаим и объекты Синташты.

Как отмечает на своем сайте Б.Б. Новицкий в статье «Те самые протославяне ...», обнаруженные в Ойлау останки имели гаплотипы практически такие же, как у современных этнических русских – R1a-Z645-Z280. И такие же, как у носителей R1a-Z280 из культуры шнуровой керамики или фатьяновской культуры, считающихся прямыми предками значительной части современных русских. А в другой статье он приводит материалы, из которых следует, что корни рус, рос, росбах встречаются в 54 немецких топонимах на землях Померании, Тюрингии, Бранденбург, Гессен, Шлезвинг-Гольштейн, Саксонии.

В пределах последней отмечено 17 топонимов, 10 из которых распространены в земле Саксония-Анхальт, где располагаются Гозек, Ойлау и Лейпциг. Ранее Лейпциг назывался Липецком, как и Дрезден – Дроздянами.

В 25 км северо-западнее Гозека недалеко от городка Небра в лесном массиве был найден бронзовый «звездный диск» диаметром около 32 см (рис. 4).



Рис. 4. «Звездный диск из Небры» (интернет, открытый доступ) и место его обнаружения на «гармоничном расстоянии» от населенного пункта (космоснимок из Google).

На месте обнаружения астрономического «диска из Небры» были найдены и другие бронзовые изделия – несколько браслетов и два меча. Допускается, что они могли быть изготовлены около 8 тысяч лет назад. Каким образом здесь оказались эти находки неизвестно, но исследования изображений на диске позволяют связать его с Гозеком не только по месту обнаружения.

На диске сохранилась одна, но прежде было две золотые дуги. Угол сектора каждой из них составляет $\sim 82^\circ$, а именно такой угол образуют радиусы, проведенные через середины двух входов внутрь обсерватории Госсека. Проемы ориентированы на юго-восток и на юго-запад (см. рис. 2) – на точки восхода и захода Солнца в день зимнего солнцестояния на широте этого района.

Заметим, что такой же угол сектора имеют и другие палеоастрономические объекты, расположенные вдоль отмеченной на рисунке 3 дуги. Есть все основания считать, что такая «астродуга» образовалась в результате знаний, миграций и активной деятельности народов-носителей гаплогруппы R1a.

Однако, прямо и однозначно на наличие глубоких астрономических знаний именно в родах гаплогруппы R1a, указывают древнеиндийские традиции, сохраненные в высших кастах прямых потомков арийцев субклада Z93.

Например, важным циклом Вселенной считается **Маха-Юга** **длительностью 4,32 млн лет**, деление которой индусская космогония представляет рядом $10 = 4+3+2+1$, где 4320 (Маха-Юга) = **1728** (Сатья-Юга) + **1296** (Трета-Юга) + **864** (Двапара-Юга) + **432** (Кали-Юга). Сейчас в высших кастах индийцев гаплогруппа R1a составляет 72% [1].

Главные выводы

1. Как минимум за 5 000 лет до н.э. относящиеся к гаплогруппе R1a рода и народы, уже обладали глубокими астрономическими знаниями, в том числе о циклах повторяющихся катастроф, полученными в результате длительного наблюдения за небесной сферой в построенных для этого обсерваториях.

2. Главной целью наблюдений было определение времени начала очередной катастрофы на основе имеющихся знаний о ритмичности их повторения.

3. Знания о числовых значениях длительности циклов и ритмов закладывались в планы строительства обсерваторий в виде «сакральных чисел» их параметров для передачи информации выжившим после катастрофы потомкам.

4. Основную угрозу они видели в природных процессах сопутствующих напорной дегазации земных недр – потопах, пожарах, похолоданиях.

Литература

[1] *Епифанов В.А.* Геогалактические пульсации, пространство-время Земли и гармония стратиграфической шкалы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2012, № 4 (12), С. 90-103.

[2] *Епифанов В.А.* Напорная дегазация недр как причина лесных пожаров // Экологический риск: Матер. IV Всерос. научн. конф. с междунар. участием. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2017, С. 68-70.

[3] *Епифанов В.А.* Взрывные деформации поверхности криолитосферы в связи с космо-земными циклами эволюции геосферы // Дегазация Земли: геология и экология – 2018: Труды Международной конференции. Москва. <http://oilgasjournal.ru>

[4] *Епифанов В.А.* Взрывные воронки-колодцы и актуальность изучения роли дегазации недр в климатических событиях и ландшафтных преобразованиях четвертичного периода // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, № 76, 2018, С. 5-40.

[5] *Епифанов В.А.* Загадочные древние обсерватории. // География: развитие науки и образования. СПб: РГПУ, 2019, Т. 2, С. 551-563.

[6] *Клёсов А.А.* История ариев и эрбинов. Европейский Запад против европейского Востока. М.: Концептуал, 2017, 320 с.

[7] Нюргун Боотур Стремительный: Якутский героический эпос-олонхо. Изд. 2-е. Якутск: Кн. изд-во, 1982, 432 с.

[8] *Паранина А.Н., Паранин Р.В.* Космические ритмы и технологии навигации как факторы культурогенеза и биологической эволюции человека // Природное и культурное наследие.... СПб: РГПУ, 2019, Т. 2, С. 73-86.

[9] *Томпкинс П.* Тайны мексиканских пирамид. Руины исчезнувших цивилизаций /Пер. с англ. Л.А. Карповой. М.: ЗАО Центрополиграф, 2007, 479 с.

S u m m a r y. Based on materials on the history and construction plan of paleoastronomical objects, as well as recollections of the types of catastrophes of the past, it is concluded that there is an ancient «knowledge of the numbers» of space cycles associated with the degassing of the bowels of the earth. Based on the data of DNA genealogy, it was determined that the people with the haplogroup R1a could be the carriers of this knowledge, and the knowledge itself was more than 8,000 years old

**ВОЗМОЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ПО
УНИКАЛЬНОЙ ХРОНОЛОГИИ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ
(VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-1899 ГГ.)) ПО МАТЕРИАЛАМ АРХЕО-
ЛОГИЧЕСКОЙ ДРЕВЕСИНЫ И СОВРЕМЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ
ГОРОДА ВОЛОГДЫ**

Ю.М. Жаворонков^{*}, Н.В. Ловелиус^{**}, С.В. Ерегина^{***}, Д.Ю. Жаворонкова^{****}

^{*} Вологодский Филиал Центра Древесных Экспертиз ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС,
г. Вологда, zhut1975@mail.ru

^{**} Петровская академия наук и искусств, г. Санкт-Петербург, lovelius@mail.ru

^{***} Вологодский государственный университет, г. Вологда, ereginasv@mail.ru

^{****} Гуманитарный институт Вологодского государственного университета,
г. Вологда, darina.zhavoronkova@mail.ru

**THE POSSIBILITY OF RESTORING NATURAL CONDITIONS FOR UNIQUE
CHRONOLOGY OF TREES GROWTH (VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-
1899)) ON MATERIALS OF ARCHAEOLOGICAL WOOD AND MODERN
TREES OF VOLOGDA**

Yu.M. Zhavoronkov^{*}, N.V. Lovelius^{**}, S.V. Eregina^{***}, D.Yu. Zhavoronkova^{****}

^{*} Vologda Branch of the Center of Wood Examinations «ZDOROVYI LES», Vologda

^{**} Petrovsky Academy of Sciences and Arts, St. Petersburg

^{***} Vologda State University

^{****} Humanitarian Institute of Vologda State University, Vologda,

Аннотация. В 2018-2019 годах в рамках грантового проекта РФФИ (Проект РФФИ №18-49-350008 «Вологда в период Позднего Средневековья: междисциплинарные исследования по материалам раскопок влажного культурного слоя в границах крепости XVI века»), был выполнен дендрохронологический анализ образцов древесины, с целью их календарной датировки, которая способствовала датированию археологических горизонтов раскопа и составлению абсолютной (календарно датированной) древесно-кольцевой хронологий для территории г. Вологды – VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-1899 гг.). На основе полученной хронологии, появилась возможность восстановления природных условий XIV-XIX веков.

Ключевые слова: XIV-XIX века, влажный культурный слой центральной части города Вологды, археологическая древесина, дендрохронология, древесно-кольцевая хронология, дендроклиматология, дендроиндикация, климатические факторы среды, солнечная активность.

Введение

В последние годы в городе Вологде (Россия, Вологодская область, г. Вологда 59°13'с.ш., 39°54' в.д. [14]) активизировались археологические исследования в границах Вологодской крепости XVI века, возведение которой связано с именем Ивана IV Грозного. По своим размерам и инженерным решениям Вологодская крепость являлась одним из крупнейших русских оборонительных сооружений XVI века. В XVII веке многочисленные пожары уничтожили деревянные конструкции на каменных основаниях, а также значительную часть деревянных стен и башен. Крепость ветшала, стены подмывались, рвы заплывали, камень и кирпич использовался для строительства церквей и гражданских зданий. В XVIII веке почти вся Вологодская крепость представляла собой руинированные остатки, которые были снесены в ходе благоустройства города в начале XIX века. В настоящее время наземных архитектурных фрагментов крепости не сохранилось [6].

Регион исследований, объекты и методы, обсуждение результатов

В ходе археологических работ, проведенных в северо-восточной части Вологодской крепости, был выявлен влажный культурный слой, средняя мощность которого составила 3,0-3,5 м (на отдельных участках до 4,0-4,6 м). Хронологический диапазон культурных отложений – конец XIV-XX вв. Наиболее интересные материалы были получены в ходе археологических работ на Торговой площади, Кремлёвской площади и проспекте Победы [2].

Объектами исследования стали материалы, полученные Л.С. Андриановой в 2011 году при раскопках участка по адресу: Россия, Вологодская область, г. Вологда, Кремлёвская площадь, дом 8А. Вскрытая площадь (раскоп № 29) составила 280 квадратных метров; было выделено восемь строительных горизонтов, расчищено десять жилых и хозяйственных построек, две дренажные системы поверхностно типа, мостовые, заборы, межусадебные частокотлы, колодцы, и другие объекты, позволившие проследить динамику освоения данной территории с конца XV века. Хорошая сохранность органических материалов во влажном культурном слое позволила взять образцы древесины для дендрохронологического анализа [1].

Ранее, по вологодским образцам древесины, проводились работы по составлению хронологической дендрошкалы для города Вологды в рамках Позднего Средневековья – Нового времени, работы были выполнены А.А. Карпухиным (Институт археологии РАН, г. Москва) [5].

Одной из задач проекта являлась относительная и абсолютная дендрохронологическая датировка образцов древесины с конструктивных элементов, обнаруженных при археологических изысканиях 2011 года в границах Вологодской крепости. Проведенные дендрохронологические исследования имели под собой научно-методическую и математическую базу, обеспеченную широким спектром статистических методов оценки полученных данных, их достоверности, с возможностью абсолютной и относительной датировки времени формирования каждого годичного кольца древесины [9].

В рамках дендрохронологического исследования были сфотографированы, описаны, визуально исследованы и подготовлены к дальнейшим исследованиям 118 образцов вологодской археологической древесины из раскопа №29 – г. Вологда, Кремлевская площадь, 8А.

У всех исследованных образцов древесины, был определен породный состав древесины, выявлены образцы древесины, у которых имеется «подкорое» годичное кольцо. Дендрохронологические датировки образцов древесины выполнялись методом перекрестного датирования (сравнивались математические и графические результаты) с абсолютной датированной древесно-кольцевой хронологией по хвойным породам центральных районов Вологодской области (географический район города Вологды) протяженностью более 600 лет (1403-2017 годы) - VOLOGDA-CHR. Указанная хронология, была построена автором в последние годы, на основании дендрохронологических данных, полученных из Вологодской лаборатории СЕВНИИЛХ (исследования 80-х годов XX века – Дружинин Н.А.), лаборатории дендрохронологии научно-

исследовательского бюро Вологодского государственного педагогического университета (исследования 90-е годы XX века – Чхобадзе А.Б.) и собственных данных, накопленных с 2011 года в ЦДЭ ООО «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС». В хронологию было включено более 2700 образцов древесины (керны и спилов). Из них около 600 образцов (спилов) происходят из исторических деревянных строений города Вологды, около 100 образцов (спилов) из археологических раскопов Вологодской области, остальные (около 2000 образцов-кернов) отобраны из живых деревьев хвойных пород, произрастающих на территории Вологодской области. Приросты живых деревьев были использованы в качестве эталонного материала (известная календарная дата отбора образцов с живых деревьев) для календарного датирования, как всей вологодской древесно-кольцевой хронологии (VOLOGDA-CHR), так и ее отдельных элементов.

На первом этапе комплексных исследований образцов археологической древесины произведена их очистка от загрязнений, наклейка бирок с номерами образцов, фиксация внешних признаков, получены общие метрические характеристики образцов. Были изучены наружные годичные кольца образцов древесины на предмет выявления фрагментов луба и коры. Цвет образцов был зафиксирован в градации от темно-серого до светло-серого и от темно-коричневого до светло-коричневого. Отмечались образцы с гнилью в различных стадиях ее развития.

С поверхности всех образцов древесины, представленных на исследование, были сделаны высечки, с поверхностей которых готовили поперечные, продольные и тангенциальные срезы и изучали их в проходящем свете на биологическом микроскопе. Исследованиями установлено, что часть образцов археологической древесины является фрагментами древесины деревьев рода Сосна (*Pinus*) семейства Сосновые (*Pinaceae*), а другая часть, образцами древесины деревьев рода Ель (*Picea*) семейства Сосновые (*Pinaceae*).

При подготовке образцов древесины, непригодные для дендрохронологического анализа образцы были удалены из дальнейшего исследования (удалено 19 образцов). Все остальные образцы древесины (99 образцов) были подготовлены для измерения годичных приростов древесных колец, на основании методики дендрохронологического анализа, в том числе использующегося и для дендроархеологии [9, 12].

Дендрохронологическое исследование 99 образцов археологической древесины из раскопа № 29 в центре города Вологды позволили построить древесно-кольцевую хронологию VOLOGDA-CHRONO-2019 (рис. 1), продолжительностью 526 лет (1374-1899 гг.), что удревнило начальную дату древесно-кольцевой хронологии города Вологды на 27 лет.

В ходе проведенных исследований, каждое годичное кольцо древесины указанной хронологии (рис. 1), получило календарную дату (перекрестная датировка с древесно-кольцевой хронологией VOLOGDA-CHR). Все исследованные образцы археологической древесины (99 образцов) с различной протяженностью длины (лет) кольцевого ряда, в перспективе, возможно, включить в древесно-кольцевую хронологию VOLOGDA-CHR, что усилит качество обобщенной вологодской хронологии.

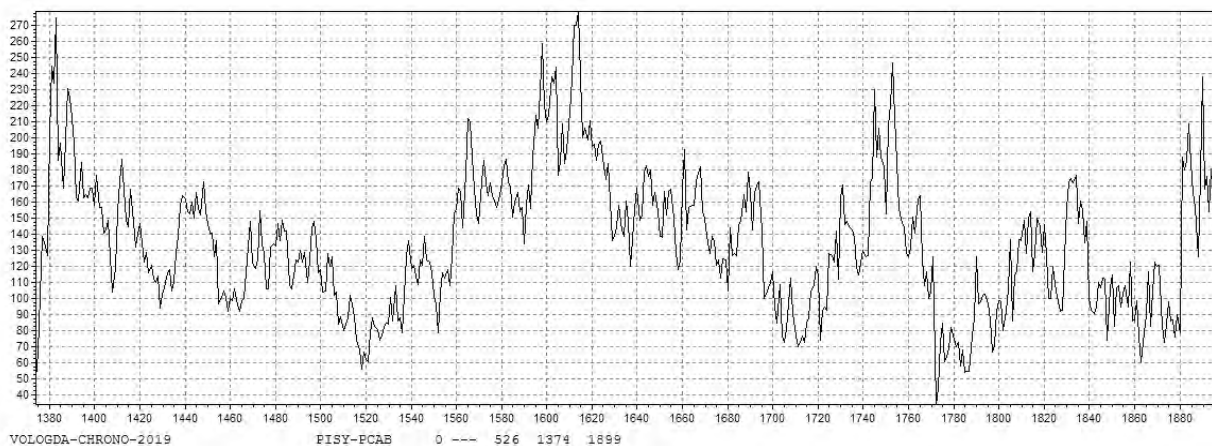


Рис. 1. Абсолютная древесно-кольцевая хронология VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-1899 гг.).

На графике хронологии VOLOGDA-CHRONO-2019 выделяются указательные («реперные») годы и периоды (пики «спадов» и «подъемов» приростов годичных колец древесины), это позволяет использовать данный материал для климатических реконструкций прошлых веков (на основе дендроклиматологического и дендроиндикационного анализа), применительно к территории современного города Вологды и центральных районов Вологодской области. Для связи с современностью, хронология VOLOGDA-CHRONO-2019, была дополнена измерениями 21 образца-керна из живых деревьев хвойных пород, произрастающих в окрестностях города Вологды. На основании данных дополнений была построена обобщенная многовековая хронология составленная на основе измерений годичных приростов 120 образцов древесины (99 образцов – археологическая древесина и 21 образец – древесина из живых деревьев). Продолжительность построенной хронологии составляет 644 года с 1374 по 2018 год (рис. 2). Такая длительная серия измеренных годичных колец может позволить восстановить природные условия в городе Вологде за временной промежуток с конца XIV по XIX век, через исследования зависимости величины прироста деревьев от известных данных по природным факторам земного и космического происхождения XX-XXI века и интерпретации полученных данных и их связи с шириной годичных колец археологической древесины, а также подкрепленной материалами летописных источников.

Для выделения периодов наибольших и наименьших приростов было проведено 10-летнее скользящее осреднение (рис. 2). Периодами малого прироста (менее 1 мм) можно обозначить интервалы 1507-1535 гг., 1700-1719 гг., 1769-1803 гг., 1844-1907 гг. и 2013-2018 гг. Можно сказать, что эти периоды были неблагоприятны для роста деревьев, а периоды больших приростов (более 2 мм): 1382-1388 гг., 1595-1619 гг., 1749, 1921-1934 гг. и несколько лет в 1950-е и 1970-е годы – более благоприятные условия.

Для того, чтобы определить какие факторы среды обуславливали благоприятность и неблагоприятность условий для роста хвойных нами был проведен анализ зависимости величины прироста деревьев от известных данных по природным факторам земного и космического происхождения (температура возду-

ха, атмосферные осадки, глобальная циркуляция атмосферы, солнечная активность) за XX-XXI века.

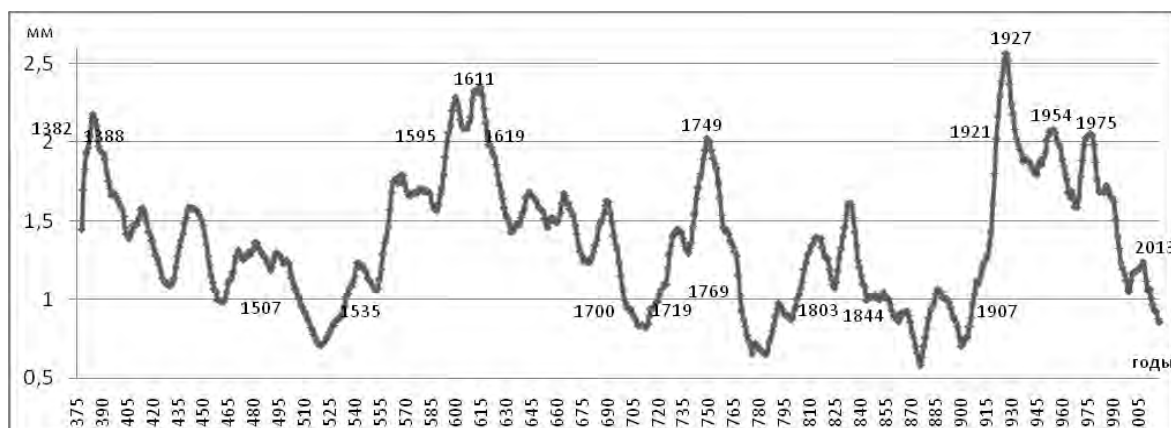


Рис. 2. Индексированная древесно-кольцевая хронология VOLOGDA-CHRONO (1374-2018 г.г.): дендрограмма прироста деревьев в окрестностях г. Вологды (10-летнее скользящее осреднение).

Абсолютные значения прироста непригодны для полноценного ретроспективного исследования роста деревьев и определения влияния климатических факторов, так как абсолютные значения ширины годичного кольца, помимо отклика на внешние условия среды, так же сильно зависят от внутренних факторов, таких как генетические (наследственная индивидуальная изменчивость) и возрастные особенности (возрастной тренд). Для дальнейшего исследования и выполнения дендроиндикационного анализа проведено математическое преобразование абсолютных значений прироста в относительные (индексы). Переход к индексам прироста позволяет исключить или, по крайней мере, сильно снизить влияние неклиматических факторов и отделить естественные тенденции в приросте древесины от тех особенностей процесса роста, которые вызваны внешними факторами среды. Для выявления этой зависимости было проведено индексирование прироста в 100% от 10-летней средней нормы и выделены годы с аномально большими и малыми приростами (рис. 3).

Методика индексирования и статистической обработки материалов была опубликована ранее [3]. После проведения индексирования значений прироста, проводилась выборка показателей с критерием жесткости $<85\%$ и $>115\%$.

Ширина годичного кольца – интегральный показатель состояния среды обитания деревьев и вычленение какого-либо из факторов возможно при его недостатке или избытке. Нами использованы временные ряды метеорологических показателей метеостанции Вологда, Прилуки (код станции 27037) размещенные в открытом доступе на сайте ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» [15]. В связи с тем, что данные наблюдений по температуре начинаются с 1890 года, а по осадкам с 1920 года, нами для дальнейших расчетов был взят этот фрагмент Вологодской хронологии. Для анализа влияния климатических факторов на прирост деревьев в годы максимальных и минимальных приростов выбраны значения показателей в соответствующие годы (табл. 1 и 2).

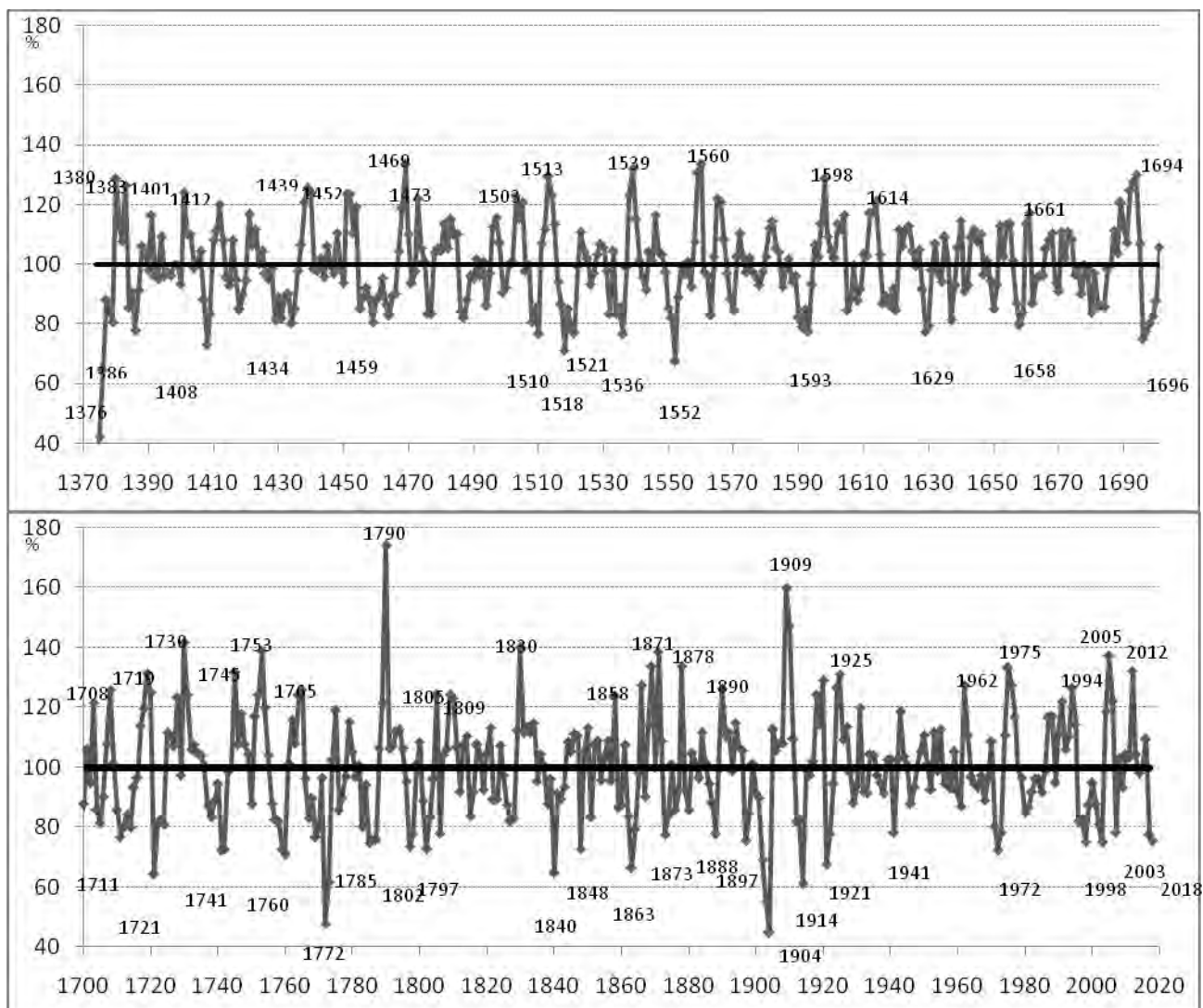


Рис. 3. Дендрограмма прироста деревьев (индексированные значения) в окрестностях г. Вологды (1374-2018 гг.)

Таблица 1

Выборка показателей среднемесячной температуры воздуха в годы макси-мальных приростов (°С)

Годы макси-мальных приростов / месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1909	-9,8	-12,2	-6,3	0,7	6,6	14	16	14,4	12,2	7,2	-4,5	-5,7
1910	-9,4	-5,9	-2,8	5,7	10,1	14,4	17	12,2	8,9	0,6	-4,2	-5
1918	-12,1	-10,4	-7,3	4	4	14,1	-	12,1	8,8	6,2	-2,1	-
1920	-12,9	-9,6	-2,2	7,7	14	13,5	19	16,1	10,3	-2	-2,4	-7,1
1924	-14,9	-11,5	-6,2	1,2	9,9	13,7	15	14,4	11,3	3,4	-2,2	-7,7
1925	-7,1	-5,2	-4,7	4,6	9,8	13	18	15,3	8,9	0,7	-5,5	-9,2
1931	-12,5	-14,6	-6,4	2,3	11,6	12,8	19	16,3	8,1	2,9	-3,9	-9,2
1943	-16	-6,4	-2,9	3,4	10,8	14,7	18	15,1	8,7	3,7	-1,9	-5
1962	-6,4	-8,7	-8,7	4,7	11,6	11,7	16	12,9	9,3	3,8	-0,1	-9,4
1975	-5,9	-10,4	-0,5	6,1	13,3	14,4	17	13	11,4	1,8	-3,8	-6,5
1976	-16,7	-14	-4,7	2,8	9,1	12,4	15	13	7,9	-2,5	-4	-7,1
1977	-12,6	-10,4	-4	4,3	12,2	15,8	18	14,4	7,9	1,1	0	-10

1987	-24,5	-9,1	-6,9	0,8	11,3	16,2	15	13,1	7,6	2,2	-8,6	-11
1988	-12,4	-7,7	-3	1,8	11,5	17,1	21	15,2	9,5	3,9	-7,6	-11
1991	-11,1	-9,5	-5	4,3	11,7	17,3	16	13,9	8,4	5,1	0,1	-6,8
1994	-8,4	-16,7	-5,3	4,5	7,7	13,8	16	13,6	11,4	3,5	-6,9	-8,9
2004	-12	-9,7	-2	1,5	10,4	13,4	18	15,8	10,9	3,8	-3,4	-5,7
2005	-5,5	-11,4	-9	4	12,8	14,9	18	15,2	10,4	4,5	1,2	-8,3
2006	-13	-16,5	-7,9	3,5	10,3	17,2	16	15,4	11,7	3,2	-2	-0,1
2012	-9,3	-14,1	-6,8	4	12,3	15,1	18	14,7	10,8	4,3	-0,9	-13
среднее	-11,6	-10,7	-5,1	3,6	10,6	14,5	17,2	14,3	9,7	2,9	-3,1	-7,7

Таблица 2

Выборка показателей среднемесячной температуры воздуха в годы минимальных приростов (°С)

Годы минимальных приростов / месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1897	-12,9	-12,6	-7,1	3	16	14,8	18	15,5	10,5	3,5	-4,2	-11
1898	-9,4	-12,5	-10	1,3	13,1	15,8	20	17	9,2	-0,5	-0,4	-8,1
1902	-13,6	-8,7	-6,1	-1,1	9	13,1	18	14,2	7,8	-0,6	-8,1	-13
1903	-10,2	-6,4	-3,2	6,7	10,7	17,4	17	15,1	9,1	-0,6	-1,2	-6,8
1904	-6,7	-8,8	-7	3,3	9	12,3	14	14,7	9,1	5,1	-4,3	-11
1912	-17,4	-15,4	-0,8	0,8	7,8	18	15	15,7	9,2	-2,1	-2,6	-6,8
1913	-10,3	-13,1	-3,8	6,8	7,3	13,5	-	-	9,4	0,2	-0,3	-7,6
1914	-14	-5,7	-4,6	0,2	11,5	16	18	12,5	8,2	1	-5	-5,4
1921	-11,3	-11,9	-1,5	8,9	13,8	16,4	14	13,8	8,1	0,6	-6,4	-10
1922	-10,7	-11,7	-5,5	2,6	10,5	14,9	17	13,8	9	1	-2,3	-9,2
1941	-17,1	-14,4	-9	-2,3	5,1	10,4	19	15,6	7,5	0,4	-7	-18
1971	-4,7	-13,9	-5,9	1,4	9,1	14,1	16	15	8,8	1	-3,1	-8,8
1972	-18	-10,2	-6,5	2,9	9,4	16,8	21	19,5	8,9	3,2	-3,4	-1,9
1973	-13,2	-6,7	-3,6	5,2	11,5	17,4	17	14,5	5,6	1,3	-5,2	-10
1980	-13,2	-8,4	-9,2	3,6	6,9	16,9	15	12,3	8,5	3,4	-4,1	-6,7
1996	-12,2	-12,9	-5,6	1,9	9,6	14,3	17	14,7	6,9	3,1	1,5	-9,8
1997	-13,6	-7,6	-3,9	2,2	7,7	16,3	17	14,7	7,5	1,3	-4,5	-11
1998	-8,5	-15,6	-4,7	-0,5	11,4	17,6	17	13,7	9,4	3,9	-9,6	-8
2002	-7,9	-3,8	-1,6	4,5	9,2	15,2	20	13,7	9,2	-0,6	-6,4	-16
2003	-13,2	-11,3	-5,3	2	12,3	11,6	19	15,7	9,7	4,1	-0,8	-3,9
2007	-6,8	-17,9	2	3,5	12,4	13,1	18	17,7	9,9	5,3	-3,9	-3,7
среднее	-11,6	-10,9	-4,9	2,7	10,2	15	17,4	14,9	8,7	1,6	-3,9	-8,9

По средним показателям среднемесячной температуры воздуха получены следующие результаты: на графике (рис. 4) прослеживается, что в годы максимальных приростов температуры незначительно выше в весенний (апрель – май) и осенний период (сентябрь и октябрь). Эти показатели температур способствуют раннему началу сокодвижения и более длительному периоду вегетации, в результате чего дерево успевает сформировать большее годичное кольцо. Летние температуры в годы больших приростов меньше, чем в годы малых приростов. Вероятно, это связано с недостатком влаги в жаркие периоды. В годы минимальных приростов летние температуры выше, а весной и осенью ниже, чем в годы максимальных приростов. Такие показатели способствуют короткому периоду формирования годичного кольца.

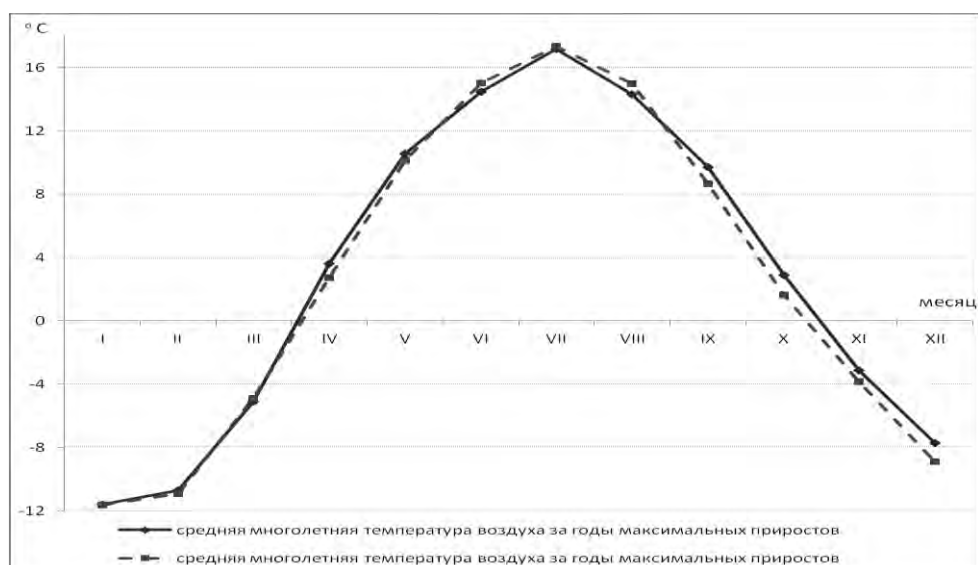


Рис. 4. Внутригодовое распределение температуры воздуха в годы максимальных и минимальных приростов.

Кроме распределения по месяцам нами был проведен расчет температуры нарастающим итогом за годы аномальных приростов. Он показал, что средняя сумма температур за годы максимальных приростов больше, чем за годы минимальных и составляет порядка 4 градусов (рис. 5).



Рис. 5. Внутригодовое распределение температуры воздуха нарастающим итогом в годы максимальных и минимальных приростов.

Кроме температуры воздуха, важнейшим фактором роста является количество атмосферных осадков. Анализ проводился в такой же последовательности. В таблицах 3 и 4 представлены результаты выборок количества осадков в годы максимальных и минимальных приростов.

Таблица 3

Количество осадков в годы максимальных приростов (мм)

Годы максимальных приростов / месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1920	-	3,7	4,1	40,8	26,9	63,3	27	10,5	63,3	26,7	11,5	15,5
1924	14,1	11,6	21,1	33	63,7	71,4	45,1	66,1	39,8	21,9	18,5	21,8

1925	15,3	21,9	22,8	24,8	74,6	94,3	72,2	49,1	109,3	49,3	29,2	32,5
1931	32,1	9	49,3	31,3	30,3	72,9	103,6	45,1	102,5	47,7	11	23,1
1943	8,4	6,2	7,9	30,4	38,8	63,1	29	49,3	50	40,6	11,7	10,7
1962	33,6	15,3	35,2	46,5	46,8	75,8	71,9	58,8	78,8	39,9	17,9	24,4
1975	33,3	23,2	16,3	33,1	33,5	82,7	39,5	56	9,3	35,5	22,8	49,6
1976	22,2	14,4	24,1	44,4	49,8	136,4	59,7	135,1	21,3	14,9	35,2	32
1977	24,1	36,7	20,8	30,1	83,3	49,1	90,7	54,5	59,5	54,8	82,7	29,2
1987	12,9	35,3	13,4	24,1	63,7	180,9	137,8	66,1	44,1	0,1	24,3	43,6
1988	5,8	42	16,4	39,2	26,4	41,5	51,9	80,2	81,2	39,5	48,2	32,2
1991	45,5	33,1	25,9	48,2	73,7	83,4	93,7	69,6	51,7	40,8	33,9	34,7
1994	37,2	5,4	36,3	23,5	86,3	93,1	29,2	44	56,6	24	42,7	32,2
2004	28,7	32,1	29,2	16,8	64,6	56,6	87	70,3	76,1	38,4	29,5	35,8
2005	35,6	7,3	44,7	9	64,9	65,5	84,9	56,3	40,8	9,6	28,1	42,4
2006	33,9	19,8	15,7	28,1	51,2	53,1	35,7	79,2	100,7	73,1	55,3	39,4
2012	25,6	15,7	35,7	48,7	27,1	85,3	40,3	59,6	104,2	85,9	63	40,3
среднее	25,5	19,6	24,6	32,5	53,3	80,5	64,7	61,8	64,1	37,8	33,3	31,7

Таблица 4

Количество осадков в годы минимальных приростов (мм)

Годы минимальных приростов / месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1941	11,5	17	17,5	22,6	30,1	43,8	48,8	90,5	94	46,5	65	21,3
1971	44,9	16,9	22,3	23,5	23,9	55,8	81,8	39,7	35	50,6	31,4	44,1
1972	11	9,2	18	47,5	40,2	31,4	20,4	2,5	49,3	44,1	57,6	23,4
1973	25,6	42,7	31,7	60,1	27,3	56	27,4	63,9	63,7	70,1	55,3	34
1980	28,9	25,3	4,9	16,5	71,9	47,9	141,3	72,1	43,1	45,7	30,9	49,3
1996	16,6	24,3	3,1	18,9	60,2	98,6	20,2	26,9	83,4	40,8	36,9	27,6
1997	37,6	44,6	33,9	45,4	96,7	72,9	28,1	50,4	80,9	95,9	65,2	33
1998	36,5	45	23,6	12,8	19,1	26	10,6	35,4	26	91,1	69,6	28,8
2002	34,5	37,6	22,4	6	27,6	78	165,1	138,6	49,4	40,1	29,5	25,3
2003	38,2	7,4	21,4	25,2	27,7	56	70,9	174,7	47,8	33,5	29	35,4
2007	64,4	24,1	21,2	26	38,4	58	144,3	88,5	21,6	19,6	57,6	15,5
среднее	31,8	26,8	20	27,7	42,1	56,8	69	71,2	54	52,5	48	30,7

Анализ полученных результатов показал, что в годы максимальных приростов большое количество осадков выпадает в апреле, мае, июне – т.е. в начале вегетационного периода. А множество осадков (возможно излишек) в июле и августе – дает минимальные приросты (рис. 6).

Важнейшим фактором формирования погодных условий является глобальная циркуляция атмосферы, показатели разных видов циркуляции были проанализированы в годы аномальных приростов (рис. 7-10). Для благоприятного роста характерны большее количество дней с меридиональной северной циркуляцией с марта по май, а увеличение частоты северной циркуляции с июня по октябрь – отрицательно влияет на прирост (рис. 7).

В годы минимальных приростов наблюдается, что меридиональная южная циркуляция атмосферы преобладает с марта по август и это неблагоприятно влияет на величину прироста. А в годы максимальных приростов южная циркуляция менее выражена (рис. 8).

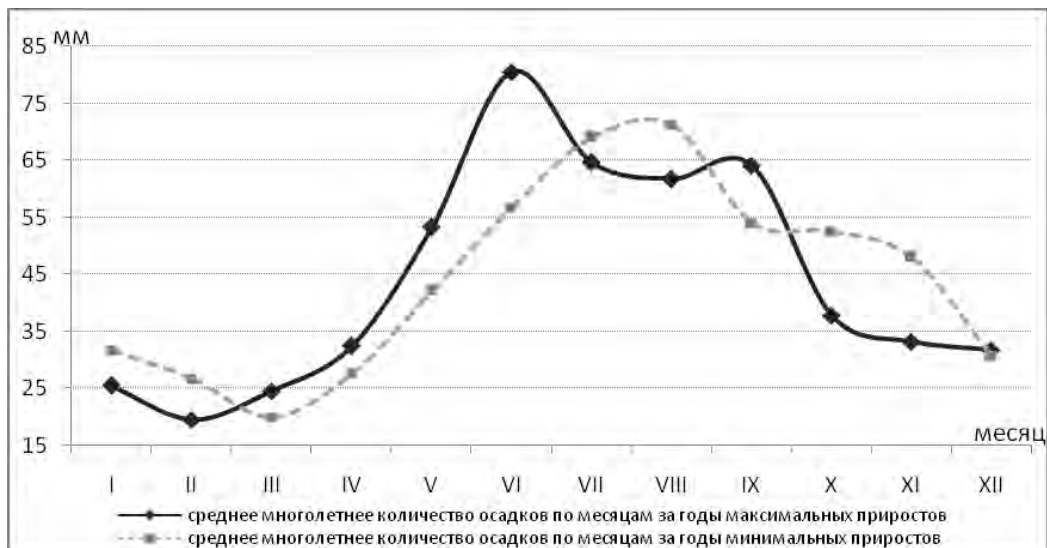


Рис. 6. Внутригодовое распределение количества атмосферных осадков в годы максимальных и минимальных приростов.

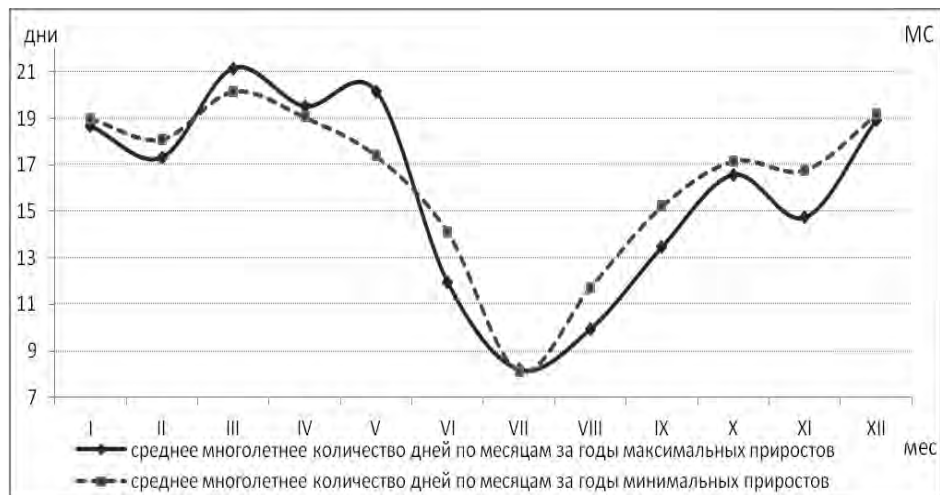


Рис. 7. Внутригодовое распределение количества дней с меридиональной северной циркуляцией атмосферы в годы максимальных и минимальных приростов.

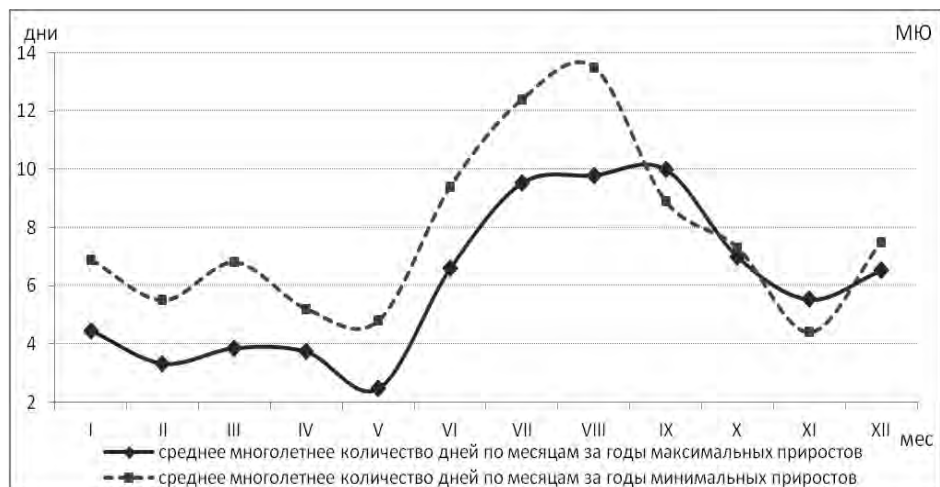


Рис. 8. Внутригодовое распределение количества дней с меридиональной южной циркуляцией атмосферы в годы максимальных и минимальных приростов.

Важную роль в создание благоприятных условий для формирования годичного кольца вносит зональная группа циркуляции (западный перенос). Если в период активной вегетации (июня по сентябрь) получается много таких дней, то прирост деревьев становится больше (рис. 9).

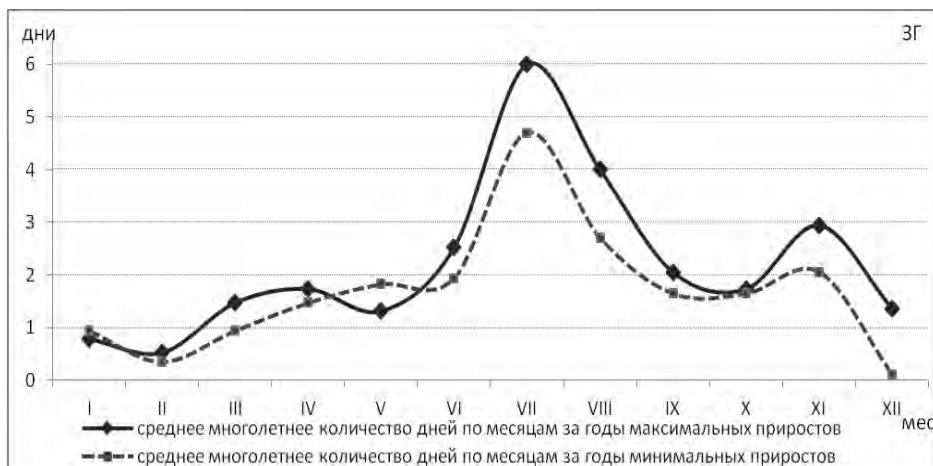


Рис. 9. Внутригодовое распределение количества дней с зональной группой циркуляции атмосферы в годы максимальных и минимальных приростов.

Внезональные компоненты циркуляции не вносят значительного вклада. Можно только проследить, что в годы максимальных приростов количество дней с азональной циркуляцией больше в апреле (рис. 10).

Межгодовые, внутривековые, вековые и многовековые изменения радиального прироста хвойных древесных пород связаны с влиянием комплекса природных факторов среды, среди которых значительное место занимают солнечная и геомагнитная активность [7, 8, 13]. Выявления солнечных и геомагнитных воздействий на живые организмы представляет одну из наиболее сложных теоретических и прикладных проблем современного естествознания. Несмотря на обширную литературу [7, 10 и др.] многие выводы из наблюдений в природе и экспериментальных разработок остаются еще недостаточно обоснованными.

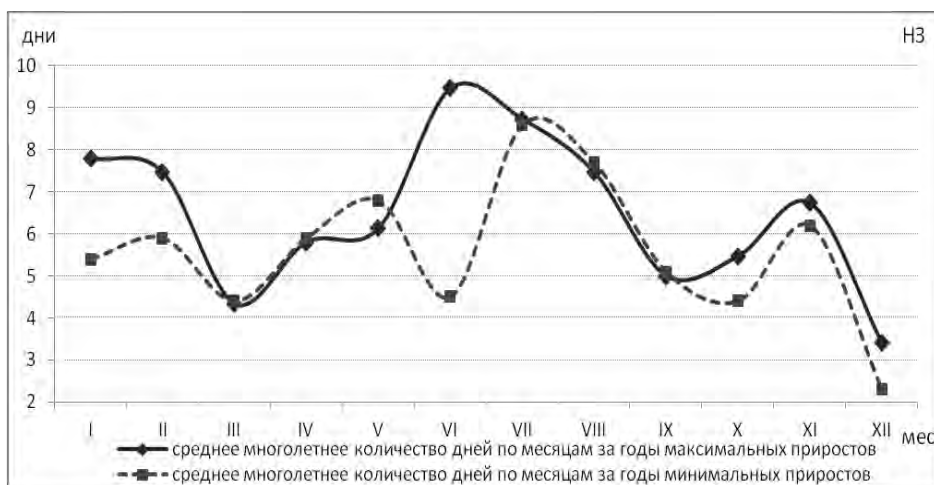


Рис. 10. Внутригодовое распределение количества дней с группой нарушения циркуляции атмосферы в годы максимальных и минимальных приростов

Солнечная активность характеризуется оценками различных процессов, происходящих на Солнце (индексы солнечной активности), а также оценками различных вариаций магнитного поля Земли, связанных с солнечной активностью (индексы геомагнитной активности или геомагнитные индексы), которые фиксируются на глобальной сети наземных станций. Многолетние и многовековые изменения индексов солнечной и геомагнитной активности отличаются друг от друга, так как, с одной стороны, солнечное излучение не полностью доходит до Земли, а с другой стороны, нередко происходят геомагнитные возмущения без явных изменений солнечной активности [4, 10]. Наиболее длительные ряды наблюдений за активностью Солнца представлены в виде чисел Вольфа (W), определение которых было начато в Цюрихской обсерватории с 1749 года. На основе опубликованных среднемесячных данных наблюдений за солнечной активностью [3] проведен анализ количества чисел Вольфа в годы максимального и минимального прироста.

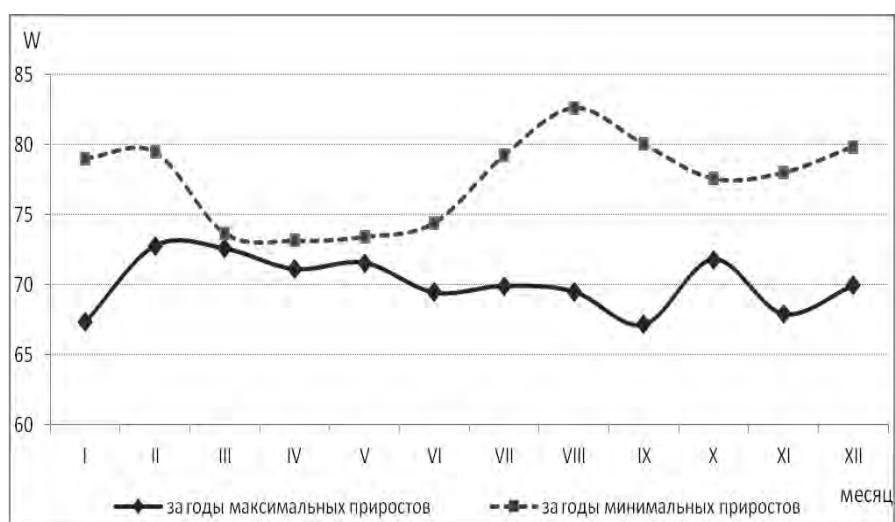


Рис. 11. Величина солнечной активности по месяцам в годы максимальных и минимальных приростов.

Построенные графики, на основе выборок показывают, что в годы минимальных приростов солнечная активность меньше (от 73 до 83W), в годы максимальных приростов солнечная активность меньше – от 67 до 73 W (рис. 11).

Так же был проведен анализ величины прироста в 11-летних циклах солнечной активности по методу «наложенных эпох». Этот метод используется для определения реакции деревьев и факторов среды на изменения солнечной активности. Для обработки данных по годичным кольцам этот метод первым применил Ф.Н. Шведов [11]. В его основе лежит рассмотрение процессов или явлений относительно дат их экстремальных значений, например, относительно дат экстремумов 11-летних циклов солнечной активности. За «реперные» берутся годы максимумов / минимумов, которые принимают за «нулевые». Прирост годичных колец записывается в годы до и после дат экстремальных значений солнечной активности.

В результате обработки получены следующие результаты: большой прирост деревьев начинается за 3 года до минимума солнечной активности и продолжается до второго года после него, затем снижается. В периоды максимумов

солнечной активности прирост деревьев снижен, максимальные значения за 4 года до максимума, с постепенным снижением до 4 года после максимума активности Солнца, с 5 года после максимума солнечной активности прирост возрастает (рис. 12).

Без определения доли вклада каждого из факторов в формирование изменчивости прироста годовых колец (ряда максимумов или минимумов) нет возможности судить об их количественной значимости. Авторами проведен расчет доли вклада каждого фактора в сумму отношений в годы противоположных аномалий, результаты которого показаны на рисунке 13. Наибольший вклад в формирование благоприятных условий произрастания сосны и ели вносят зональная группа ЭЦМ – 26%, ЭЦМ нарушение зональности (15%) и температуры воздуха и количество осадков (по 13%) .

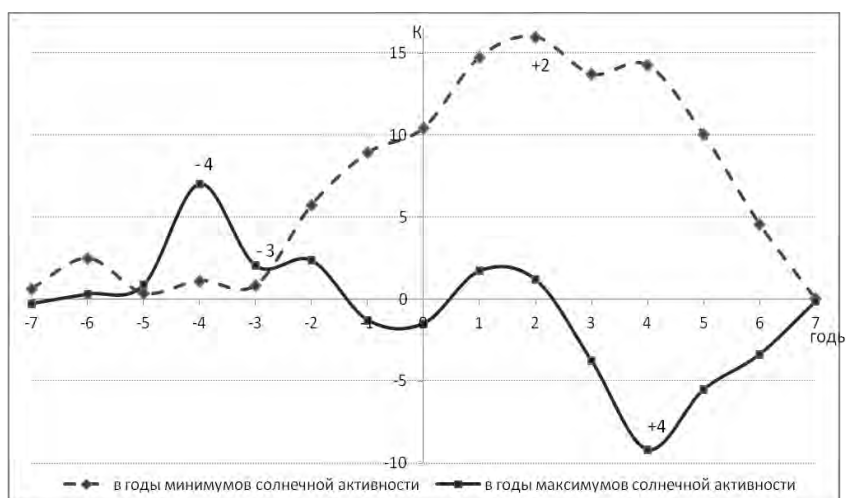


Рис. 12. Изменение прироста деревьев в эпохи 11-летних циклов солнечной активности.



Рис. 13. Вклад факторов в формирование изменчивости прироста годовых колец (показатели в %).

Проведенный анализ выявил экологические факторы благоприятные для прироста деревьев: зональная циркуляция атмосферы в летний период, меридиональная северная циркуляция атмосферы в весенний период, малое количество дней с меридиональной южной циркуляцией в весенне-летний период. В годы максимальных приростов низкая солнечная активность, большое количество осадков выпадает в апреле, мае, июне - т.е. в начале вегетационного периода. А температуры незначительно выше в весенний (апрель – май) и осенний период (сентябрь и октябрь).

Неблагоприятные факторы – малое количество дней с зональной циркуляцией летом и большое количество дней с меридиональной южной циркуляцией с марта по август, отрицательно влияет на прирост преобладание северной циркуляции с июня по сентябрь. Так же к неблагоприятным факторам относится повышенное количество осадков в июле и августа и высокие летние температуры (июнь – август), а также высокая солнечная активность.

Выводы

В ходе проведенных исследований, каждое годовое кольцо древесины указанной хронологии (рис. 1), получило календарную дату (перекрестная датировка с древесно-кольцевой хронологией VOLOGDA-CHR). Все исследованные образцы археологической древесины (99 образцов) с различной протяженностью длины лет кольцевого ряда, в перспективе, возможно, включить в древесно-кольцевую хронологию VOLOGDA-CHR, что усилит качество обобщенной вологодской хронологии. На графике хронологии VOLOGDA-CHRONO-2019 выделяются указательные («реперные») годы и периоды, что позволило использовать данный материал для реконструкции природных условий прошлых веков, применительно к территории современного города Вологды и центральных районов Вологодской области. Для связи с современностью, хронология VOLOGDA-CHRONO-2019, была дополнена измерениями 21 образца-керна из живых деревьев хвойных пород, произрастающих в окрестностях города Вологды. На основании данных дополнений была построена обобщенная многовековая хронология составленная на основе измерений годовых приростов 120 образцов древесины (99 образцов – археологическая древесина и 21 образец – древесина из живых деревьев). Продолжительность построенной хронологии составляет 644 года с 1374 по 2018 год.

Такая длительная серия измеренных годовых колец может позволить восстановить природно-климатические условия в городе Вологде за временной промежуток с конца XIV по XIX века, через исследования зависимости величины прироста деревьев от известных данных по факторам земного и космического происхождения за XX-XXI века и интерпретации полученных данных и их связи с шириной годовых колец археологической древесины, а также подкрепленной материалами летописных источников.

Таким образом, проанализировав закономерности влияния экологических факторов на рост деревьев, можно предположить, что в благоприятные и неблагоприятные периоды роста деревьев были соответствующие климатические показатели. Проведенный анализ выявил экологические факторы благоприятные для при-

роста деревьев: зональная циркуляция атмосферы в летний период, меридиональная северная циркуляция атмосферы в весенний период, малое количество дней с меридиональной южной циркуляцией в весенне-летний период. В годы максимальных приростов низкая солнечная активность, большое количество осадков выпадает в апреле, мае, июне - т.е. в начале вегетационного периода. А температуры незначительно выше в весенний (апрель – май) и осенний период (сентябрь и октябрь). Неблагоприятные факторы – малое количество дней с зональной циркуляцией летом и большое количество дней с меридиональной южной циркуляцией с марта по август, отрицательно влияет на прирост преобладание северной циркуляции с июня по сентябрь. Так же к неблагоприятным факторам относится повышенное количество осадков в июле и августа и высокие летние температуры (июнь – август), а также высокая солнечная активность.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта РФФИ №18-49-350008.

Литература

- [1] *Андреанова Л.С.* Археологические раскопки на Кремлёвской площади города Вологды // Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани). Т. III. Казань: Отечество, 2014. С. 211-215.
- [2] *Андреанова Л.С.* Изучение влажного культурного слоя в границах крепости Ивана Грозного в Вологде // Русский Север-2019: проблемы изучения и сохранения историко-культурного наследия. Сборник работ III Всероссийской научной конференции с международным участием. Вологда: Полиграф-Периодика, 2019. С. 234-245.
- [3] Дендроиндикация в географических и экологических исследованиях: учебно-методическое пособие / Ловелиус Н.В., Ерегина С.В.; Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена; Вологод. гос. ун-т. - Санкт-Петербург; Вологда: ВОУНБ, 2017.- 131 с.: ил
- [4] Изменения прироста годичных колец сосны и ели в восточноевропейской тайге в связи с геофизическими факторами среды: монография / Н.В. Ловелиус. С.В. Лежнева. - Санкт-Петербург, Вологда: ВОУНБ, 2015. –178 с.
- [5] *Карпущин А.А., Соловьева Л.Н.* Предварительные результаты дендроанализа образцов древесины из раскопок в г. Вологде (Кремлевская площадь) // Аналитические исследования лаборатории естественнонаучных методов. Вып. 1. М.: Ин-т археологии РАН, 2009. С. 48-54.
- [6] *Кукушкин И.П.* Вологодская крепость. Вологда: Древности Севера, 2018. С. 87–89.
- [7] *Ловелиус Н.В.* Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных явлений / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука, 1979. – 232 с.
- [8] *Ловелиус Н.В.* К методике дендроиндикационных исследований / Н. В. Ловелиус // Изучение биоценозов тундры и лесотундры. – Л., 1972. – С. 106-110.
- [9] *Черных Н.Б.* Дендрохронология и археология. М., 1996.

- [10] *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. Второе издание. М.: Мысль, 1976. - 368 с.
- [11] *Шведов Ф.Н.* Дерево как летопись засух / Ф.Н. Шведов // Метеорологический вестник. – 1892. – № 5.
- [12] *Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Курдянов А.В., Круглов В.Б., Мазена В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М.* Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии: Уч.–метод. пособие. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
- [13] *Douglass A.E.* Climatic cycles and tree growth / Douglass A. E. // Carnegie Inst. Wash. Publ. – 1919. Vol. I. – 289 p.
- [14] Вологда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вологда>
- [15] Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – мировой центр данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http // www.meteo.ru](http://www.meteo.ru)

S u m m a r y. In 2018-2019, as part of the RFFI grant project (RFFI Project No. 18-49-350008 «Vologda in the Late Middle Ages: Interdisciplinary Studies on the Materials of Excavation of the Wet Cultural Layer within the Fortress of the 16th Century»), dendrochronological analysis of wood samples was performed, with the purpose of their calendar dating, which contributed to the dating of archaeological horizons of the excavation and the compilation of absolute (calendar dated) tree-ring chronologies for the territory of the city of Vologda - VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-1899). Based on this chronology, the reconstruction of the climatic conditions of the XIV-XIX centuries was carried out. We highlight the «favorable» and «unfavorable» periods of the climatic situation (dendroclimatology) in the city of Vologda and the reasons for these changes.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УРОВНЯ
ДВИНСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ
ИЗУЧЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ОНЕЖСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Ю.А. Кублицкий*, Т.Ю. Репкина**, П.А. Леонтьев*, Н.Е. Зарецкая***,
А.О. Перетрухина*, О.С. Шилова**, Д.А. Субетто*, Сиун Ил Нам****,
Юнг-Хен Ким****

*РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург

**МГУ имени М.В. Ломоносова географический факультет, г. Москва,

***Институт Географии РАН, г. Москва, Геологический институт РАН, г. Москва,

****Корейский Полярный Научно-Исследовательский Институт, Инчхон, Южная Корея

**RECONSTRUCTION OF CHANGES IN THE RELATIVE LEVEL OF THE
DVINSKY BAY OF THE WHITE SEA IN THE HOLOCENE ACCORDING TO
THE STUDY OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE LAKES OF EASTERN PART
OF THE ONEGA PENINSULA**

Y.A. Kublitskiy*, T.Y. Repkina**, P.A. Leontiev*, N.E. Zaretskaya***,
A.O. Peretruchina*, O.S. Shilova**, D.A. Subetto*, Seung Il Nam****,
Jung-Hyun Kim****

*Herzen State Pedagogical University of Russia,

**Moscow State University, Moscow

***Institute of Geography RAS, Moscow, Geological Institute, RAS, Moscow

****Korean Polar Research Institute, Incheon, South Korea

Аннотация. В статье приведены результаты геохимического и гранулометрического анализа донных отложений оз. Мураканского и оз. Малого Мураканского. На основе полученных данных создана предварительная реконструкция изменения относительного уровня Двинского залива Белого моря в голоцене. Установлен сроки и максимальные уровни двух трансгрессий (позднеледниковой и Тапес) и раннеголоценовой регрессии.

Ключевые слова: палеогеографическая реконструкция, донные отложения озёр, голоцен, Белое море, уровень моря.

Введение

Эволюция природы Беломорского региона в позднем плейстоцене и голоцене происходила на фоне резких климатических изменений и неравномерных в пространстве тектонических и гляциоизостатических движений. Эти процессы, действовавшие в совокупности, обусловили изменения конфигурации Белого моря и водоемов, ему предшествующих. Проблема реконструкции изменения Белого моря и относительного перемещения его береговой линии продолжает быть актуальной и заключается в необходимости выявить роль кинематической и эвстатической составляющих, определивших асинхронное формирование побережья в голоцене. Поэтому возникает необходимость проведения исследований на различных участках Беломорского региона, в том числе на побережье Двинского залива. Для колонок донных отложений, отобранных из озёр Мураканского и Малого Мураканского (рис. 1), применены стратиграфический [3], гранулометрический, геохимический, а также геохронологический и диатомовый [4] анализы.

Регион исследований, объекты и методы

Регион исследования – южная часть Белого моря, Онежский полуостров, западное побережье Унской губы. Объектами изучения являются озёра Мураканское ($64^{\circ}50'00''$ с.ш. $38^{\circ}05'00''$ в.д., урез воды 6.9 м н.у.м.) и Малое Мураканское озёра ($64^{\circ}49'40''$ с.ш. $38^{\circ}0'13''$ в.д., урез 10.9 м н.у.м.) [3]. В озере Малом Мураканском точка отбора проб была выбрана в западной части котловины с максимальной глубиной 4 метра, приуроченной к подножию моренной гряды (Колонка ММ). В озере Мураканском были выбраны три точки отбора: в центральной, западной и восточной частях водоема, разделенного моренной грядой на две котловины [4]. Керн из центральной части озера, отобранный на склоне гряды, не был использован для этого исследования. Колонки из Западной и Восточной котловин (рис. 1) имеют шифр МТ2 и МТ3 соответственно. Отбор керна производился с плота русским торфяным буром, затем производилось литологическое описание колонн донных отложений с учетом цвета, типа отложений, минеральных и органических включений. После комплексного описания керны донных отложений были упакованы в U-образные трубки [3].

Гранулометрический анализ проводился в Корейском Полярном научно-исследовательском Институте (Южная Корея, г. Инчхон) по стандартной методике, принятой в лаборатории. Измерения размеров зерен в диапазоне от 0,02 до 3000 мкм проводились на лазерном анализаторе частиц Malvern Mastersize (Mastersizer 3000). Всего было измерено 107 проб (36 и 31 для точек МТ2 и МТ3 относительно озера Мураканское и 40 - для озера Малое Мураканское). Классификация осадков и интерпретация осуществлялась по Blott and Pye [6].

Содержание органического углерода (Corg) и азота (N), а также изотопный анализ органического вещества ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) определяли спектрометром Thermo Fisher Scientific Delta V isotope ratio (IRMS) в Корейском Полярном научно-исследовательском Институте (Южная Корея, г. Инчхон) по стандартной методике, принятой в лаборатории. Всего было проанализировано 56 проб для озера Мураканское и 30 проб для озера Малое Мураканское. В настоящее время результаты определения содержания неорганического С и N еще не готовы, поэтому в данной статье приводятся только результаты по общему углероду.

Реконструкция палеосолености основана на соотношении C/N и $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$. Значения отношения C/N меньше 10 в осадках указывают на морскую среду, тогда как значения больше 15 указывают на пресноводные условия образования отложений [8]. Если измеренные значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ лежат в диапазоне от -24‰ до -27‰, то они указывают на преобладание терригенного органического вещества в осадке. Напротив, если значения меньше -24‰, то считается, что органическое вещество образовалось в морской среде [7].



Рис. 1. Положение изученных колонок донных отложений.

Результаты и обсуждение

Два исследованных озера расположены недалеко от береговой линии Двинского залива Белого моря на разных гипсометрических уровнях, что делает возможным реконструкцию относительных изменений уровня моря. Донные отложения озера Малое Мураканское (10,9 м над у.м.) не имеют индикаторов солености; диатомеи в колонке ММ не обнаружены [5]. Существование проливов между озерами Малым Мураканским и акваторией Двинского залива можно условно соотносить с позднеледниковой трансгрессией (13,5-11,5 тыс. кал. л.н.) [2]; в вершине Двинского залива в это время сохранялись пресноводные условия [1]. Первые и быстрые литологические изменения в керне ММ произошли 10400-10100 кал. л.н. [5]. Это время относится к началу формирования на песках торфяного горизонта, что указывает на полное осушение бассейна. Признаки регрессии раннего голоцена обнаружены также в колонке МТ2 – подошва торфа имеет возраст 9459-9085 кал. л.н. [5]; т.е. к этому времени относительный уровень моря опустился ниже 7 м над у.м. Образование торфа продолжалось в восточной котловине Мураканского озера до 8554-8385 кал. л.н. [5]. Затем, входе трансгрессии Тапес, относительный уровень моря вновь повысился. На торфе начала накапливаться глинистая гиттия; интервал колонки МТ2 (525-507 см) содержит индикаторы солености: максимальные значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (выше -24), соотношения C/N (менее 9,5). Интервалы 507-485 см, вероятно, связаны с меромиктической стадией озера, т.к. присутствует слабый сигнал солености наряду с отсутствием пресноводных индикаторов. Выше 485 см осадки представлены типичными озерными отложениями, соотношение C/N >10, что свидетельствует о пресноводном состоянии водоема.

Строение разреза донных отложений в западной котловине иное. По предварительным данным, нижняя часть (729-731 см) керна МТ3 имеет морское происхождение: минимальные значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (выше -24) и этот интервал соответствует минимальному значению отношения C/N (менее 9,5). Интервал 631-581 см может быть отнесен к меромиктической стадии озера, поскольку значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ указывают на пресноводные условия, но соотношение C/N все

еще меньше 10, что является индикатором солености. Самая верхняя часть колонки (выше 581 см) представлена гиттией и по всем показателям ее формирование происходит в пресноводных условиях. Последовательность изменения обстановок в западной и восточной котловинах озера подтверждена диатомовым анализом [5].

Выводы

Послеледниковая трансгрессия в восточной части Онежского полуострова, вероятно, незначительно превышала отметку в 11 м н.у.м.

Раннеголоценовая регрессия произошла раньше, чем 10400-10100 кал. л.н. на высотах 10,9 м н.у.м. и ранее 9459-9085 кал. л.н. на высоте 7 м н.у.м. Начальная стадия регрессии, вероятно, имела резкий характер (осадки этого периода представлены песком). На финальной стадии регрессия была более плавной (осадки представляют собой глинистую гиттию). Однако различия в литологическом составе осадков могут быть связаны с локальными гидродинамическими условиями.

Среднеголоценовая трансгрессия началась позже 8554-8385 кал. л. н., а ее уровень не превышал на исследуемой территории 10,9 м н.у.м. Озеро Мураканское (7 м н.у.м.) оставалось полузамкнутой лагуной до 6174 – 6403 кал. л. н. [5]. Время его окончательной изоляции от моря еще предстоит установить.

Благодарности

Полевые работы выполнены в рамках темы ГЗ АААА-А16-116032810089-5 и договора о научном сотрудничестве № 325 от 17.05.2017 г. между НП «Кенозерский» и географическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова при частичной поддержке проекта РФФИ 19-05-00966. Геохронологические исследования выполнены в рамках ГЗ ГИН РАН, диатомовый анализ – темы ГЗ АААА-А16-116032810055-0. Геохимический и гранулометрический анализы выполнены в рамках стипендиальной программы KOPRI fellowship 2019.

Литература

- [1] Барановская О.Ф., Плешивцева Э.С., Травина М.А. Стратиграфия морских отложений позднего плейстоцена и голоцена низовьев р. Северной Двины (по опорным разрезам) // Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода Севера европейской части СССР. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1977. С. 111-118.
- [2] Колька В.В., Корсакова О.П. Положение береговой линии Белого моря и неотектонические движения на северо-востоке Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене // Система Белого моря. Т. IV. М.: Научный мир, 2017. С. 222-249.
- [3] Перетрухина А.О., Репкина Т.Ю., Леонтьев П.А., Кублицкий Ю.А., Зарецкая Н.Е., Субетто Д.А., Кузнецов Д.Д., Шилова О.С., Демидионов М.Ю., Щербачков Д.А., Тумская В.В. Изучение донных отложений Мураканского и Малого Мураканского озер Онежского полуострова Белого моря. Первые результаты // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-

практической конференции LXXII Герценовские чтения (2019), Т. 1, Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена: Санкт-Петербург. С. 381-385.

[4] Репкина Т.Ю., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Зарецкая Н.Е., Беличенко А.Е., Романенко Ф.А., Шилова О.С., Перетрухина А.О., Щербаков Д.А., Яковлева А.П. Озера Летнего берега Белого моря: механизмы и хронология изоляции. Первые данные // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегодной Всероссийской с международным участием научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения. Т. 1. Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, 2019. С. 337-341.

[5] Репкина, Т. Ю., Романенко, Ф. А., Зарецкая, Н. Е., Кублицкий, Ю. А., Леонтьев, П. А., Шилова, О. С., Беличенко, А. Е., Архипов, В. В., и Яковлева, А. П. Динамика западного берега Унской губы (Летний берег Белого моря) в голоцене и его заселение // Материалы XXIII Международн. научн. конф. (Школы) по морской геологии «Геология морей и океанов». Т. 3. ИО РАН Москва, 2019. С. 212-216.

[6] Blott, S. J. and Pye, K. Particle size scales and classification of sediment types based on particle size distributions: review and recommended procedures, *Sedimentology*, 59, 2071–2096, 2012.

[7] Ruttenberg, K.C., and Goñi, M.A., 1997. Phosphorus distribution, C:N:P ratios, and $\delta^{13}\text{C}_{\text{oc}}$ in arctic, temperate, and tropical coastal sediments: tools for characterizing bulk sedimentary organic matter. *Mar. Geol.*, 139(1–4):123-145. doi:10.1016/S0025-3227(96)00107-7

[8] Stein, R., Schubert, C., Vogt, C., and Fütterer, D., 1994. Stable isotope stratigraphy, sedimentation rates, and salinity changes in the latest Pleistocene to Holocene eastern central Arctic Ocean. *Mar. Geol.*, 119(3-4):333-355. doi:10.1016/0025-3227(94)90189-9

S u m m a r y. The article presents the results of geochemical and granulometric analysis of lake bottom sediments Murmanskoye and Small Murmanskoye Lakes. Based on the obtained data, a preliminary reconstruction of changes in the relative level of the Dvinsky Bay of the White sea in the Holocene is constructed. The terms and maximum levels of two transgressions (late glacial and TA-PES) and early Holocene regression were established.

РИТМИЧНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПРИБАЛТИКИ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Н.Н. Лазарева

БФУ им. Иммануила Канта, г. Калининград, lazareva.rgu@mail.ru

RHYTHMIC CLIMATE SOUTH-EAST BALTICIANS ON THE BACKGROUND OF GLOBAL WARMING

N.N. Lazareva

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Аннотация. Прогнозирование метеорологических условий на фоне глобального потепления является основой рационального природопользования. Современные прогнозы противоречивы. На основе векового ритма Е.В. Максимова анализируется динамика метеорологических условий по ст. Калининград за период инструментальных наблюдений. На основе дальнейших построений ритма дается региональный прогноз метеорологических условий на ближайшие десятилетия.

Ключевые слова: вековой ритм Е.В.Максимова, прогнозирование, климат, глобальное потепление.

Введение

Изменение климата на рубеже XX и XXI веков принято объяснять глобальным потеплением. Его влияние на естественные и социально-экономические процессы возрастает, что вызывает внимание к этой проблеме не только специалистов, но и самой широкой общественности, включая круг лиц, принимающих политические решения.

Единого мнения о причинах многолетних изменений среди исследователей климата нет. До недавнего времени основной причиной этого процесса было принято считать антропогенный фактор. Однако стремительное повышение температуры воздуха последних десятилетий объяснять только возрастанием выбросов в атмосферу углекислого газа недостаточно. Природа развивается по своим законам, основой которых является ритмичность.

Регион исследований, объекты и методы

Отсутствие единой точки зрения на причины современного потепления обуславливают использование эмпирических данных для выяснения региональных особенностей временной изменчивости метеорологических элементов на фоне глобального потепления. Оказалось возможным использовать для характеристики климатических изменений Юго-Восточной Прибалтики метеорологических данные Калининградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период инструментальных наблюдений. При интерпретации данных использовалась модель векового ритма Е.В. Максимова. Можно с уверенностью сказать, что на сегодняшний день, созданное Евгением Владиславовичем учение о ритмах в природе является, пожалуй, единственным стройным и достоверным построением. Разработанная им модель векового ритма позволяет прогнозировать влияние климата на ландшафтную оболочку Земли в масштабах десятков лет и имеет, вследствие этого, большое социально-экономическое значение [1].

Уникальным, в разработке векового ритма стало открытие «тройного» правила (вековой солнечный цикл, ход увлажненности, ход теплообеспеченности). Основой для моделирования и установления временных рубежей отдельных реализаций ритма рассматривался вековой солнечный цикл, который лучше изучен, благодаря наблюдениям за солнечной активностью. Выделены три полных вековых солнечных цикла. По среднегодовым числам Вольфа определены их максимумы и минимумы и переходы из теплой области в холодную (табл. 1). Принимая положение, что пульсации Земли и Солнца протекают в противофазах, была построена кривая пульсации Земли по ходу векового ритма, которая отражает и ход увлажненности. Средняя продолжительность векового ритма была определена 90-100 лет. Используя правило Иверсена-Гричук, которое, можно сказать, благодаря Евгению Владиславовичу обрело право на жизнь, была построена кривая теплообеспеченности [2]. Данные инструментальных наблюдений во внетропических широтах подтвердили справедливость логической последовательности построений: противофазовую пульсацию Земли и Солнца и универсальность во всех ритмах – правила Иверсена-Гричук – запаздывание на четверть фазы хода теплообеспеченности по отношению к ходу увлажненности. Вследствие этого соотношение тепла и влаги для всех ритмов имеет такую последовательность: ХВ – ХС – ТС – ТВ.

Модель векового ритма была построена Е.В. Максимовым до 2000 г., поэтому для дальнейшего прогноза вековой ритм был нами продолжен до 2150 г. с учетом предыдущих построений [3].

Для определения изменчивости метеорологического режима на территории Калининградской области были рассмотрены: многолетние изменения средних годовых температур, самого теплого месяца июля и самого холодного января. Кроме этого, проанализированы данные сумм годовых осадков, выпавших за теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды года по ст. Калининград. Температура воздуха измерялась в Калининграде с 1848 г. Количество выпадающих осадков – только с 1891 г., т.е. продолжительность ряда составляет более 100 лет.

Среднегодовая температура менялась в широких пределах от 4,7° (1871) до 9,8° (2019). Прослеживается подъём годовых температур на 0,4-0,5°. Причем по максимумам выделяется три нарастающих волны повышения температур. (табл. 1). Менее выраженная приходится на 60-70-е годы XIX столетия, вторая на 30-40 годы XX столетия и третья на 80-90-е годы этого же столетия. В XXI столетии наблюдается новая волна подъема, которая, исходя из векового ритма завершится в 2020-21 гг. Сопоставление выявило, что наиболее низкие значения температуры совпадают не с минимумом температуры по ходу векового ритма, а с моментами его перехода из теплой области в холодную. Соответственно наиболее теплые моменты совпадают ни с максимумом температуры по ходу векового ритма, а с моментами перехода из холодной области в теплую.

Июльские температуры отличаются сравнительно небольшой изменчивостью от 14,6° до 21,3°. Прослеживаются также 3 волны повышенных темпера-

тур, что аналогично графику годовых температур, однако здесь наиболее ясно выделяется средняя волна. Максимум температур проявился довольно рано в 1914 г. Повышение температур июля наблюдалось: в 60-70-е XIX века, с самого конца XIX и до начала 40-х годов XX века и в 60-80-е годы этого столетия. Заметное снижение июльских температур (на 1-2°) относится к 70-80-м годам XIX и ко 2-ой половине 40-х – начала 60-х годов XX века. С 90-х годов и до 2019 гг. наблюдается устойчивый рост июльских температур.

Таблица 1

Сопоставление хода годовой температуры воздуха по ст. Калининград с ходом векового ритма

Годовая температура, годы	Вековой ритм	
	Переход из теплой области в холодную, год	Переход из холодной области в теплую, год
Более низкая 1856-1890	1870	
Более высокая 1890-1940		1913
Более низкая 1940-1965	1957	
Более высокая Начиная с 1970		2000

Температуры января очень неустойчивые – от -13,7° (1987) до +3,5° (2007). По ходу январских температур прослеживаются те же самые скачки – волны повышенных температур во второй половине XIX века, первой половине и в 70-х - 80-х годах XX века. Средняя волна, безусловно, выше первой и последней. Некоторое снижение температуры может быть отнесено к концу XIX века и к 50-м годам XX века.

Таким образом, все температурные графики по ст. Калининград указывают на подъем температуры, проявившийся с конца XIX века и вплоть до первой половины прошлого столетия. Это общая тенденция изменения температур для умеренных широт северного полушария. Климат потеплел на 0,6°.

Удалось выяснить, что это глобальное изменение температуры связано с ходом векового ритма: холодный экстремум этого ритма - наблюдался в 1892 г., теплый – в 1935 и вновь холодный экстремум наблюдался в 1979 году [2].

Продолжительность векового ритма близка к 90 годам. На этом основании можно считать, что вплоть до 20-х – 30-х годов XXI столетия будет иметь место некоторое повышение температуры (в масштабе 1°).

Для всего ряда наблюдений подсчитывалась внутригодовая амплитуда температуры воздуха (т.е. разница между средними температурами июля и января). Годы наиболее высоких амплитуд совпали с моментами перехода векового ритма из положительной области в отрицательную и из отрицательной области в положительную (рис. амплитуда).

Количество выпадающих осадков измерялось в г. Калининграде только с 1891 г., т.е. продолжительность ряда составляет более 100 лет. За это время среднегодовое количество осадков превысило 800 мм. Колебание осадков с 1949 г. по 2019 достаточно велико – от 507 мм (1951 г.) до 1214 мм (2007 г.).

Среднее количество осадков по пятилетиям показывает тенденцию к повышению осадков. В результате пятилетнего сглаживания с достаточной ясностью выделяются два периода повышенных осадков и два периода пониженных (табл. 2).

Таблица 2

Сопоставление экстремальных значений среднегодового количества осадков по ст.Калининград с характерными моментами векового ритма

Количество выпадающих осадков	Годы	
Пониженное	1895-1925	Максимумы - 1913
Повышенное	1925-1935	Переход из положительной области в отрицательную 1935
Пониженное	1940-1965	Минимум - 1957
Повышенное	1965-1985	Переход из отрицательной области в положительную

Из таблицы 2 выделяются три закономерности в изменчивости выпадающих осадков и можно сделать следующие выводы.

Во-первых, обнаруживается общий рост количества выпадающих осадков. Во-вторых, возрастание изменчивости (вариабельности) годовых осадков и, в-третьих, наличие вполне определенной связи количества выпадающих осадков с вековым ритмом. При этом характерно, что наименьшее количество осадков приходится на моменты максимума и минимума векового ритма, а наибольшее количество осадков – на моменты перехода векового ритма из одной области в другую и обратно.

Для осадков, выпадающих в теплую половину года (апрель-октябрь) и в холодную (ноябрь-март) прослеживается такая же закономерность, как и для годового количества осадков.

Внутривековая амплитуда осадков, т.е. разница между осадками за теплый и холодный периоды имеет аналогичный характер. Во время влажных периодов амплитуда возрастает, а в сухие периоды уменьшается.

Сопоставление интервалов по годовой температуре с интервалами по количеству выпадающих осадков позволило выделить такую последовательность их чередования: тепло-сухой интервал (ТС) с 1895 по 1925 год, тепло-влажный интервал (ТВ) с 1925 по 1940, холодно-сухой интервал (ХС) с 1940 по 1965 и тепло-влажный (ТВ), начиная с 1965. Однако последовательность правила Иверсена-Гричук, в данном случае, выдерживается только в первой половине всего ряда наблюдений по станции Калининград, что можно объяснить необходимостью использования для анализа помимо региональных данных сводных климатических материалов.

Сопоставление хода годовой температуры воздуха по ст. Калининград
с ходом векового ритма

Годовая температура, годы	Вековой ритм	
	Переход из теплой области в холодную, год	Переход из холодной обла- сти в теплую, год
Более низкая 1856-1890	1870	
Более высокая 1890-1940		1913
Более низкая 1940-1965	1957	

Достроенный вековой ритм после 2000 г. характеризуется, в общем, ТС (тепло-сухими) условиями в интервале 2000-2020. Однако, для Калининграда, по данным осадков и среднегодовых температур, наблюдается переход к следующему периоду ритма – ТВ. За последние два десятилетия температура возросла до 9,7 (2019г). За этот период наблюдается неравномерное выпадение осадков от 618,6 мм в 2018 г. до 1214 мм в 2007.

Выводы

Таким образом, исходя из структуры векового ритма, вплоть до 2050 года в Юго-Восточной Прибалтике будет возрастать увлажнение, а тепло будет уменьшаться.

Дальнейшие региональные исследования в умеренных широтах позволят уточнить структуру векового ритма для прогнозирования метеорологических условий в ближайшие десятилетия с целью оптимизации природопользования.

Литература

- [1] Будыко М.И. Изменение климата. Л.,1974.-280 с.
 [2] Максимов Е.В. Вековой ритм и его воздействие на географическую оболочку // География и современность: Межвуз.сб.-Л. Изд-во ЛГУ.1990. Вып. 5. С. 105-129.
 [3] Максимов Е.В. Ритмы на Земле и в Космосе. Тюмень: Мандр и Ка, 2005. - 310 с.

S u m m a r y. Forecasting meteorological conditions amid global warming is the basis of rational nature management. Current forecasts are contradictory. Based on the age-old rhythm of E.V. Maksimov, the dynamics of meteorological conditions is analyzed according to Art. Kalinin-grad for the period of instrumental observations. Based on further rhythm constructions, a regional forecast of meteorological conditions for the coming decades is given.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДКОВ В СЕЛИЖАРОВСКОМ ПЛЕСЕ ОЗ. СЕЛИГЕР

Н.Н. Нарышкина, О.К. Борисова, Е.А. Константинов

Институт географии РАН, г. Москва, naryshkina.natali@gmail.com, olgakborisova@gmail.com, eakonst@igras.ru

PALYNOLOGICAL STUDIES OF THE SEDIMENTS IN THE SELIZHAROVSKIY PLES OF THE LAKE SELIGER

N.N. Naryshkina, O.K. Borisova, E.A. Konstantinov

Institute of Geography RAS, Moscow

Аннотация. По данным пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования донных отложений оз. Селигер (скважина SP-2) реконструированы изменения растительности на окружающей озеро территории в течение позднеледниковья и голоцена.

Ключевые слова: пыльцевой анализ, озерные отложения, позднеледниковье, голоцен.

Введение

Озеро Селигер, расположенное вблизи юго-западной оконечности Осташковской гряды, традиционно считается остатком обширного приледникового озера, существующим со времени освобождения территории от последнего ледникового покрова 18-19 тыс. л.н. Плановые очертания южных плесов озера напоминают подтопленные меандрирующие русла рек. Бурением донных отложений и георадиолокационное профилирование в трех таких плесах и показало, что озерные илы мощностью несколько метров подстилаются крупными песками, имеющими, скорее всего, аллювиальный генезис. В пользу этого говорит характерный асимметричный профиль дна на предполагаемых участках древних речных излучин и время перехода от активного стока к режиму стоячего водоема (около 14,5 тыс. л.н.), когда край ледника располагался уже далеко на северо-востоке, и талые ледниковые воды на эту территорию не проникали. Подтопление участков речных долин и их превращение в озерные плесы было вызвано подпруживанием р. Селижаровки, изначально вытекавшей из оз. Селигер в районе г. Осташкова, в результате чего уровень озера поднялся на 7-8 м, что и вызвало подтопление низовьев впадающих в озеро речных долин и превращение их в эстуарии [2].

Объекты и методы

Материалом для палинологического исследования послужили образцы донных отложений оз. Селигер из скважины SP-2, заложенной вблизи вершины Селижаровского плеса на глубине 3,65 м. Толща осадков мощностью 5 м включает в себя следующие слои: 1) 0-3,5 м – сапропель, 2) 3,5-4,5 м – серый озерный суглинок 3) 4,5-5 м – песок мелкий исредний. Радиоуглеродные датировки и полученные биостратиграфические данные позволяют заключить, что вскрытые скважиной отложения накапливались непрерывно в течение позднеледниковья и голоцена. Обработка образцов для спорово-пыльцевого анализа проводилась с использованием сепарационного метода В.П. Гричука [1]. Статистический анализ палинологических данных и построение графических изображений проведены с использованием программы TILIA 2.0.41 [4].

Обсуждение результатов

Палинологическое исследование колонки донных отложений SP-2 позволяет подробно реконструировать развитие растительности на окружающей озеро территории. В позднеледниковье содержание пыльцы травянистых растений в общем составе спектров достигает 40% в холодные и относительно сухие стадии и снижается до 20% во время интерстадиальных потеплений бёллинг и аллерёд. В составе пыльцы трав и кустарничков наибольших содержаний достигает пыльца полыней (*Artemisia*), представителей семейств осоковых, маревых и злаков. Кроме этого, отмечено присутствие пыльцы гелиофильных растений (*Helianthemum* sp., *Hippophaë* sp.), а также ксерофитов (*Ephedra*) и гипоарктоальпийского вида плаунка *Selaginella selaginoides*. В составе древесных пород преобладает пыльца березы и сосны.

Бёллингу и аллерёду соответствует хорошо выраженный «нижний максимум ели» [3]. Пыльца ели составляет до 40% от суммы пыльцы и спор наземных растений, который, как и более плавный пик пыльцы сосны, разделен надвое спадом, соответствующим среднему дриасу. Такое отчетливое проявление этого кратковременного похолодания продолжительностью менее 400 лет крайне редко прослеживается по палинологическим данным и заслуживает особого внимания. В разрезе SP-2 этому холодному и относительно сухому интервалу отвечает наибольшее содержание и морфологическое разнообразие пыльцы полыней и рост содержаний пыльцы берез.

Палинологические данные показывают, что потепление в бёллинге было очень значительным: уже в бёллинге среди водных растений присутствовали кубышка и даже кувшинка, для которой, судя по современному распространению, необходима средняя температура июля не ниже 14°C. Вероятно, довольно мелководное озеро, существовавшее в это время, хорошо прогревалось, и в нем и по его берегам сложилась довольно богатая и разнообразная растительность. Помимо пыльцы водных растений, в осадке встречаются листовые шипики роголистника (*Ceratophyllum*). Роголистник предпочитает расти в воде с высоким рН и высоким содержанием CaCO₃ и низким содержанием свободного растворенного углекислого газа [5]. В тех же слоях присутствуют в значительном количестве зеленые водоросли – *Pediastrum* и *Botryococcus*.

Потепление в аллерёде, помимо увеличения доли пыльцы ели в спектрах, отмечено появлением единичных пыльцевых зерен широколиственных пород дубового леса (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*). Возможно, в это время широколиственные породы в процессе их расселения из рефугиумов ледникового времени еще не достигали окрестностей оз. Селигер, однако границы их ареалов должны были существенно приблизиться к этому району. Пыльца лещины (*Corylus*), напротив, встречается в течение всего позднеледниковья в большем количестве, чем в голоцене, и в ее распределении в этот период нет связи с этапами потеплений. Этот факт, а также присутствие единичных пыльцевых зерен граба, дает основание предполагать, что пыльца лещины здесь переотложена из осадков микулинского межледниковья, для которых характерны ее огромные содержания.

Похолоданию позднего дриаса соответствуют наиболее высокие по разрезу содержания пыльцы березы (до 60% от суммы пыльцы и спор наземных растений), снижение доли пыльцы сосны и почти полное отсутствие пыльцы ели. Как и в среднем дриасе, в этом интервале довольно высоки содержания пыльцы ивы (до 10% от суммы пыльцы деревьев и кустарников), встречается пыльца кустарниковой ольхи (*Alnaster*).

Началу голоцена соответствует резкое сокращение доли пыльцы трав и кустарничков (до 10-15% спектров). Пыльца этой группы представлена здесь семействами Poaceae, Cyperaceae, Rosaceae, Cichoriaceae и верескоцветными кустарничками (Ericales). Интересно отметить, что вплоть до границы бореального и атлантического периодов в небольшом количестве встречается пыльца хвойника (*Ephedra*) и представителей семейства молочайных (Euphorbiaceae). С началом голоцена происходит увеличение содержаний спор папоротников Polypodiaceae (до 20-30% от суммы пыльцы и спор наземных растений). Начинается проникновение широколиственных пород, и прежде всего вяза (*Ulmus*), в березовые и сосновые лесные сообщества. Позднее, вероятно, во второй половине бореального периода, появляются широколиственные леса из вяза и липы, богаче становится состав подлеска (в соответствующем слое обнаружена пыльца лещины, бузины, калины).

В среднем голоцене в составе лесов появляются также ясень и клен, обнаружена пыльца представителей семейства яблоневых (возможно, черемухи и/или рябины). По-видимому, снижение континентальности климата в атлантическое время отмечено новым появлением пыльцы ели, а затем и подъемом кривой пыльцы ольхи и, несколько позднее, лещины. В позднем голоцене содержание пыльцы ели достигает 30% от суммы пыльцы деревьев и кустарников (т. наз. «верхний максимум ели»). Доля пыльцы березы и сосны сокращается при сохранении прежних содержаний пыльцы вяза, дуба и липы (15, 10 и 5%, соответственно). Среди пыльцы трав наблюдается небольшое увеличение доли Poaceae, Cyperaceae и *Artemisia* и значительное – Ranunculaceae. В самой верхней части разреза отмечается постепенное сокращение доли пыльцы всех широколиственных пород, тогда как доля пыльцы ели и сосны возрастает.

Выводы

Полученные палинологические данные позволяют заключить, что первые лесные сообщества (редколесья, а затем и северотаежные леса) появились в бассейне оз. Селигер уже во время потеплений позднеледниковья (интерстадиалы бёллинг и аллерёд). Современный облик растительности начал складываться на этой территории уже в раннем голоцене (пребореал/бореал) и полностью сформировался к середине атлантического времени.

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке проекта РФФ 19-17-00215.

Литература

- [1] *Гричук В.П.* Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа // Проблемы физической географии. 1940. Вып. 8. С. 53-58.
- [2] *Константинов Е.А., Панин А.В., Карпущина Н.В., Бричева С.С., Борисова О.К., Нарышкина Н.Н., Гуринов А.Л., Захаров А.Л.* Речное прошлое озера Селигер // Водные ресурсы. В печати.
- [3] *Нейштадт М.И.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 404 с.
- [4] *Grimm E.C.* TILIA and TILIA*GRAPH.PC spreadsheet and graphics software for pollen data // INQUA, Working Group on Data-Handling Methods Newsletter. 1990. No. 4. P. 5-7.
- [5] *Warner B.G.* Methods in Quaternary Ecology #10. Other Fossils // Geoscience Canada. 1989. Vol. 16. No. 4. P. 231-242.

S u m m a r y According to the pollen analysis and radiocarbon dating of the sediments of the lake Seliger (site SP-2) the vegetation changes during the Late Glacial and the Holocene in the area surrounding the lake was reconstructed.

ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА И В ГОЛОЦЕНЕ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Ю.В. РЫЖОВ* ** ***, В.А. ГОЛУБЦОВ**

*ИЗК СО РАН, Иркутск, ryzhovyurij@yandex.ru

** ИГ СО РАН, Иркутск

***ИГУ, Иркутск

PALEOCRYOGENESIS IN THE BAIKAL REGION DURING LATE PLEISTOCENE SECOND HALF AND HOLOCENE

Yu. V. Ryzhov* ** ***, V. A. Golubtsov**

*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, ryzhovyurij@yandex.ru

**V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

***Irkutsk State University, Irkutsk

Аннотация. Во второй половине позднего неоплейстоцена выделяются пять крупных этапов активизации криогенеза (71-57, 49-42, 38-32,5, 29-23, 21-14,5, 12,7-11,7 тыс. кал. л.н.). Каждый из них делится на ряд более коротких фаз в зависимости от природных условий и скоростей осадконакопления. В разрезах голоценовых отложений выявляются преимущественно следы ранне- (11,7-9,3 тыс. кал. л.н.) и поднеголоценовой (<3 тыс. кал. л.н.) фаз криогенеза. **Ключевые слова:** палеокриогенез, криогенные процессы, поздней неоплейстоцен, голоцен, Байкальский регион.

Введение

На аэрофотоснимках и космических снимках южных районов Восточной Сибири отчетливо виден полигонально-блочный (бугристо-западинный) реликтовый криогенный рельеф. Он представлен сочетанием бугров (высота 0,5-3 м, длина и ширина 4-50 м), западин и ложбин (глубина 0,5-2 м, ширина 1-3 м) [1-2]. Следы проявления древних криогенных процессов в виде клиньев хорошо выражены в разрезах четвертичных отложений склонов, падей, балок, речных

террас [3-4]. Палеокриогенные клиновидные структуры в виде грунтовых жил, реже псевдорифоз по повторно-жильным льдам часто встречаются в позднеплейстоценовых, реже в голоценовых отложениях [5-6].

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись палеокриогенный (бугристо-западинный) рельеф, разрезы четвертичных отложений долин временных и постоянных водотоков Прибайкалья и Забайкалья. Обобщены опубликованные данные о мерзлотных деформациях в различных районах Восточной Сибири, проведены маршрутные исследования, просмотрены и отдешифрированы космические снимки высокого разрешения, выполнены съемки дронами Phantom 3, Phantom 4. При проведении полевых исследований основное внимание уделялось выявлению и характеристике криогенных образований. В лабораторных условиях выполнено определение состава отложений и радиуглеродное датирование. Район детального изучения палеокриогенного рельефа - бассейн р. Куйтунки в Западном Забайкалье [2].

Результаты

Палеокриогенные явления в отложениях второй половины позднего неоплейстоцена и в голоцене

В отложениях МИС 3 (57-29 тыс. кал. л.н.) выделяются 2-3 погребенные почвы, разделенные прослоями отложений [4, 7]. Почвы отражают наиболее теплые и влажные условия [8]. Разделяющие их отложения, формировались в более суровом климате с активным проявлением криогенных процессов. Возраст криогенных образований МИС 3 определяется 49-43 и 38-32 тыс. кал. л.н. Значительно шире представлены криогенные образования сартанского криохрона (МИС 2). Псевдоморфозы по повторно жильным льдам (ПЖЛ), клиновидные формы, каплевидные пламенеvidные, когтевидные, грибовидные (диапировые) инволюции, солифлюкционные отложения. Наиболее крупные криогенные формы рельефа - псевдоморфозы по ПЖЛ [3-4]. Они формировались вначале МИС 2. В отложениях шестой (40-42 м) террасы р. Чикой (геоархеологический памятник Усть-Менза-15) вскрыта псевдоморфоза по ПЖЛ (рис. 1). Время ее формирования – 29-23 тыс. кал. л.н. После незначительного потепления и почвообразования 23-21 тыс. кал. л.н. в разрезах отложений Забайкалья фиксируются криотурбации возрастом 21-14.5 тыс. кал. л.н.

Сформировавшийся на юге Восточной Сибири в начале сартанского криохрона (29-23 тыс. кал. л.н.) криогенный полигональный рельеф трансформировался в современный бугристо-западинный, где многолетняя мерзлота или отсутствует, или имеет островное и прерывистое распространение. Выделяются стадии стабильного состояния, деградации и полного ее исчезновения многолетней мерзлоты в развитии реликтового криогенного микрорельефа [9]. Достаточно стабильное состояние многолетнемерзлых пород охватывало время 23-15 тыс. л.н. В первой половине позднеледниковья (15.0-12.7 тыс. л.н.) начался процесс постепенной деградации единой криолитозоны. Рост температуры воздуха и осадков в потепления позднеледниковья [9-11] приводили к вытаяванию

льдов, активизации линейной эрозии, термокарста, суффозии, термоэрозии, образованию западин, ложбин, изменения в верхних звеньях эрозионной сети. В узлах пересечения осей мерзлотных полигонов формировались одна или нескольких воронок глубиной 1-3 м, диаметром 1-6 м. В лессовидных отложениях развивались суффозионно-термоэрозионные овраги [2].

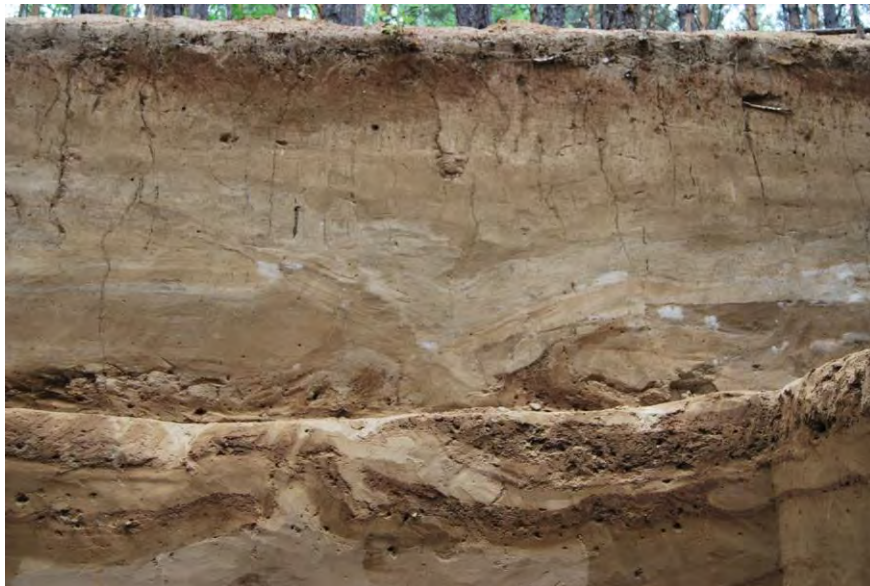


Рис. 1. Археологический памятник Усть-Менза–15 (Забайкальский край).

Псевдоморфоза по повторно-жильным льдам начала МИС 2, прорезающая почвы и отложения МИС 3. Псевдоморфоза заполнена солифлюкционными и эолово-делювиальными осадками МИС 2. В нее вложен более мелкий позднеледниковый (12,8-11,7 тыс. кал. л.н.), клин, выполненный раннеголоценовыми осадками.

Заключительный этап активизации мерзлотных процессов в позднем плейстоцене совпадает с позднеледниковым стадиялом поздний дриас (12,7-11,7 тыс. кал.л.). Нами криотурбации детально изучены в четвертичных отложениях в бассейне р. Куйтунки в Западном Забайкалье [2]. В разрезе Надеино выделяется три слоя с криогенными нарушениями возрастом ~14,2-14,0, ~12,7-12,5 и 11,9-11,7 тыс. кал. л.н. [2]. В разрезе Нижняя Буланка вскрыт один мощный криогенный горизонт, формировавшийся ~12,8 тыс. кал. л.н. Для позднеледниковья (14,5-11,7 тыс. кал. л.н.) выявлены резкие колебания зимних и летних температур и сумм осадков [10-12]. Криотурбации часто имеет асимметричное строение.

В начале голоцена вновь продолжился процесс деградации многолетней мерзлоты и формирование бугристо-западинного рельефа. Резкие климатические изменения в начале голоцена вызвали перестройку древней полигональной сети на современную эрозионную, активизацию эрозионно-аккумулятивных процессов на склонах и долинах временных водотоков, аккумуляцию отложений на поймах и террасах рек [2]. Современная эрозионная сеть (делли, ложбины, промоины, овраги) частично унаследовала полигональную структуру реликтового криогенного рельефа [2]. На космических снимках высокого разрешения хорошо виден решетчатый рисунок современной эрозионной сети. Буг-

ристо- западинный рельеф образовался вследствие деградации сплошной многолетней мерзлоты в позднеледниковье и голоцене.

В голоцене выделяется шесть фаз криогенного трещинообразования в Приольхонье [4]. Они приурочены к похолоданиям 11,4 (11,52-11,4), 11-10,5, 9,3 (9,35-9,24) [13-14], 8,3-8,1 (8,6-8 – продолжительность похолодания, тыс. кал. л.н.), 6,4-6,2 (6,5-5,9), 4,8-4,6 (4,8-4,5), 2,8-2,6 (3,3-2,5), 1,65-1,45 (1,75-1,35) и 0,65-0,45 (0,7-0,15) тыс. кал. л.н. [15]. В разрезах голоценовых отложений пойм и террас фиксируются криогенные деформации [5-6]. Они связаны с современными и более ранними процессами промерзания и протаивания, расстрескивания и пучения. Чаще в разрезах голоценовых отложений фиксируются следы ранне- (11,7-9,3 тыс. кал. л.н.) и поднеголоценовой (< 3 тыс. кал. л.н.) фаз криогенеза [3-6].

Выводы

1. Во второй половине позднего неоплейстоцена и голоцене криогенез играл важную роль в формировании рельефа Прибайкалья и Забайкалья. Во второй половине позднего неоплейстоцена (МИС 3-2) выделяется до шести этапов активизации криогенных процессов [4]. Каждый из них разбивается на несколько фаз [2]. Наиболее суровые климатические условия, агградация многолетней мерзлоты, формирование псевдоморфоз по повторно-жильным льдам (ПЖЛ) отмечалась в течение МИС 2. В голоцене палеокриогенез связан с похолоданиями климата [5, 14].

2. Криогенные горизонты в четвертичных отложениях юга Восточной Сибири дискретны. Время их формирования хорошо коррелируются с палеоклиматическими данными. Выявлена последовательность стадий агградации и деградации многолетней мерзлоты.

3. На юге Восточной Сибири отмечается широкое распространение реликтового криогенного (бугристо-западинного) микрорельефа [1-3]. Современные эрозионные формы (промоины, овраги) частично унаследовали понижения древнего мерзлотного полигонального рельефа.

Литература

- [1] Козлова А. А., Кузьмин В.А., Зазовская Э.П. Почвы палеокриогенных бугристо-западинных ландшафтов Южного Предбайкалья // Почвоведение, 2013, № 10, С. 1181-1192.
- [2] Рыжов Ю.В., Голубцов В.А. Криогенез и развитие эрозионных форм рельефа в лесостепных ландшафтах Селенгинского среднегорья в позднеледниковье и голоцене // Геоморфология, 2018, № 2, С. 88-97.
- [3] Константинов М.В. Каменный век восточного региона Байкальской Азии. Улан-Удэ–Чита: Изд-во БНЦ СО РАН и ЧГПИ, 1994, 180 с.
- [4] Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010, 205 с.
- [5] Аржанников С.Г., Алексеев С.В., Глызин А.В., Кулагина Н.В., Игнатова Н.В., Орлова Л.А. Динамика развития природной среды в конце плейстоцена и голо-

цене западной части Тоджинской впадины (Восточная Тува) // Геология и геофизика, 2010, Т. 51, № 2, С. 206-221

[6] *Alexeev S.V., Alexeeva L.P., Kononov A.M.* Cryogenic Deformation Structures in Late Cenozoic Unconsolidated Sediments of the Tunka Depression in the Baikal Rift Zone // *Permafrost and Periglacial Processes*, 2014, Vol. 25, P. 117-126.

[7] *Арсланов Х.А., Безрукова Е.В., Бердникова Н.Е., Воробьева Г.А., Кобылкин Д.В., Максимов Ф.Е., Рыжов Ю.В., Старикова А.А., Чернов С.Б.* Стратиграфия, геохронология и палеогеография каргинского мегаинтерстадиала Прибайкалья // *Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена.* – Москва: Географический факультет МГУ, 2011, Вып. 3, С. 95-102.

[8] *Воробьева Г.А., Бердникова Н.Е., Липнина Е.А., Роговской Е.О.* Каргинский мегаинтерстадиал в Прибайкалье: почвообразование, осадконакопление // *Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культура.* Иркутск: Изд-во ИГУ, 2015, Вып. 4, С. 58-71.

[9] *Величко А.А., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М.* Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. М.: Наука, 1996, 150 с.

[10] *Chebykin E.P., Erdington D.N., Grachev M.A., Zheleznyakova T.O., Vorobyova S.S., Kulikova N.S., Azarova I.N., Khlystov O.M., and Goldberg E.L.* Abrupt increase in precipitation and weathering of soil in East Siberia coincident with end of the last glaciations (15 cal. kyr BP) // *Earth and Planetary Science Letters*, 2002, Vol. 200, P. 167-175.

[11] *Tarasov P.E., Bezrukova E.V., and Krivonogov S.K.* Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel // *Climate of the Past*. 2009. Vol. 5. P. 285-295.

[12] *Решетова С.А., Безрукова Е.В., Паниззо В., Хендерсон А., Птицын А.Б., Дарьин А.В., Калугин И.А.* Растительность Центрального Забайкалья в позднеледниковье и голоцене // *География и природные ресурсы*, 2013, № 2, С. 110-117.

[13] *Rasmussen S.O., Bigler M., Blockley S. P., Blunier T., Buchardt S.L., Clausen H.B., Cvijanovic I., Dahl-Jensen D., Johnsen S.J., Fischer H., Gkinis V., Guillevic M., Hoek W.Z., Lowe J.J., Pedro J.B., Popp T., Seierstad I.K., Steffensen J.P., Svensson A.M., Valdeolunga P., Vinther B. M., Walker M. J.C., Wheatley J.J., Winstrup M.* A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy // *Quaternary Science Review*, 2014, Vol. 106, P. 14-28.

[14] *Воробьева Г.А.* Природно-климатические события на побережье Среднего Байкала в раннем голоцене // *География и природные ресурсы*, 2016, № 3, С. 91-100.

[15] *Wanner H., Solomina O.N., Grossjens M., Ritz S., Jetel M.* Structure and origin of Holocene cold events // *Quaternary Science Review*, 2011, Vol. 30, P. 3109-3123.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 17-29-05064 офи_м).

S u m m a r y. In the second half of the Late Pleistocene are distinguished five stages of active cryogenesis (71-57, 49-42, 38-32.5, 29-23, 21-14.5, 12.7-11.7 cal. kyr BP). Each stage is divided into shorter phases depending on the natural conditions and sedimentation rates. In the Holocene deposits sections reveal traces of Early (11.7-9.3 cal. kyr BP) and Late Holocene (<3 cal. kyr BP) cryogenesis phases usually.

**ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭТАПОВ
ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ
Р. СЕЛЕНГИ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И РАННЕМ ГОЛОЦЕНЕ**

Ю.В. Рыжов* ** , В.А. Голубцов, Н.В. Кулагина* , М.Ю. Опекунова*** ,
М.В. Смирнов* **

*ИЗК СО РАН, г. Иркутск, ryzhovyurij@yandex.ru

**ИГУ, г. Иркутск, ryzhovyurij@yandex.ru

***ИГ СОРАН, г. Иркутск, opek@mail.ru

**ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF SEDIMENTATION AND SOIL
FORMATION STAGES IN THE SELENGA RIVER BASIN DURING LATE
GLACIAL AND EARLY HOLOCENE**

Yu.V. Ryzhov*** , Golubtsov V.A***. , N.V. Kulagina* , M.Yu. Opekunova*** ,
M.V. Smirnov* **

*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk,

**Irkutsk State University, Irkutsk

***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

Аннотация. Выявлены этапы почвообразования и осадконакопления, фазы повышенной водности рек, реконструированы природно-климатические условия, выделены шесть этапов развития палеоландшафтов в бассейне р. Селенги в позднеледниковье и раннем голоцене. Выявлена фаза повышенной водности, врезания рек и перехода поймы в террасу на границе раннего и среднего голоцена (~8.6-8 тыс. кал. л.н.).

Ключевые слова: осадконакопление, почвообразование, позднеледниковье, голоцен, Забайкалье.

Введение

Водосборные бассейны рек чутко реагировали на природно-климатические изменения в позднем неоплейстоцене и раннем голоцене. Они фиксируются в отложениях склонов, долин временных и постоянных водотоков, этапах активизации, затухания и смены экзогенных процессов, погребенных почвах, спорово-пыльцевых спектрах осадков. Изучение строения осадков пойм и террас, корреляция полученных данных с материалами исследований отложений долин временных водотоков позволяет глубже понять направленность и ритмичность развития эрозионно-русловой сети.

Район, объекты и методы исследования

Район исследования – бассейн р. Селенги в границах Российской Федерации. Объекты исследования – разрезы четвертичных отложений долин временных водотоков (падей, балок, оврагов) и речных террас. В последние годы нами проведено комплексное изучение разрезов позднеоплейстоценовых и раннеголоценовых отложений долин временных водотоков (Надеино, Нижняя Буланка, Студеный ключ 1) [2]. За последние годы проведено комплексное исследование осадков падей (Студеный ключ 2, Мэнгей), первой надпойменной террасы р. Чикой, второй террасы рек Тарбагатайка и Аршан. Изучены осадки покровного и аллювиального генетических комплексов отложений. Проведен гранулометрический, химический и спорово-пыльцевой анализ отложений. Для каждого разреза получены серии радиоуглеродных датировок.

Результаты исследований

Долины рек

В резных долинах детально изучены отложения второй (6-8 м) террасы р. Тарбагатайки. В позднеледниковье и в раннем голоцене выявляются этапы педогенеза 12,9-12,7, 11,7-11,3, 11,2-11, 10,8-10,6, 8,9-8,4 тыс. кал. л.н. Врезание реки и переход поймы в террасу произошел 8 тыс. кал. л.н. Повышенная водность р. Тарбагатайки и связанная с ней аккумуляция песчаного аллювия датируется 14,0-12,9, 12,7-12,4, 10,7-8,9, 8,6-8,2 тыс. кал. л.н.

В разрезе второй террасы р. Аршан на левом берегу р. Хилок раннеголоценовые отложения представлены слоями аллювия возрастом 9,8-9,2 и 9-8,2, разделенные гумусовым горизонтом почвы, формировавшейся 9,2-9 тыс. кал. л.н. Выше залегают осадки покровного генетического комплекса, что свидетельствует о врезании реки и переходе поймы в террасу. Для первой надпойменной террасы р. Чикой (древнее поселение Студеное 1) получены новые радиоуглеродные датировки, выделены этапы почвообразования ~14,6-14,5, 14-13,9, 13-12,6, 11-10,3, 9,3-8,6, тыс. кал. л.н. Фазы повышенной водности р. Чикой и аккумуляции аллювия датируются ~15,2-14,7, 14,6-14,1, 13,9-13,2, 12,6-11, 10,3-9,3, 8,6-7,6 тыс. кал. л.н. Врезание реки и переход поймы в террасу произошли ~8,6-8,2 тыс. кал. л.н.

Долины временных водотоков

В разрезе Нижняя Буланка (балочная терраса) в позднеледниковье и раннем голоцене выявляется десять фаз педогенеза: 14,0-13,1, 13,0-12,8, 11,65-11, 10,95-10,85, 10,7-10,6, 10,3-10,2, 10,0-9,8, 9,1-8,9, 8,7-8,5, 8,3-7,6 тыс. кал. л.н. и девять фаз осадконакопления. Этапы почвообразования отражают наиболее благоприятные природно-климатические условия, фазы осадконакопления – похолодания и аридизации климата. В осадках балочной террасы (разрез Студеный ключ 2) по результатам радиоуглеродного анализа выявляется одиннадцать фаз педогенеза 14,6-14,1, 14-13,9, 13,8-13, 11,6-11,2, 10,94-10,8, 10,7-10,56, 10,3-10, 9,9-9,8, 9,7-9,64, 9,56-9,5, 9,1-8,8, 8,8-8,3 тыс. кал. л.н. Почвенные горизонты разделены эолово-делювиальными отложениями.

В разрезе донного оврага в пади Мэнгэй на левом берегу р. Хилок Исследованы процессы образования и формирования овражно-балочной сети в бассейне р. Селенги на примере овражной долины Мэнгэй. Изучены и датированы отложения бортов и днища овражной долины. Установлено, что в днище овражной долины в раннем голоцене (10-9,7 тыс. кал. л.н.) образовался овраг глубиной 6 м. В дальнейшем происходило прерывистое заполнение эрозионной формы на протяжении 9 тыс. лет. Этапы почвообразования, связанные со стабилизацией вершины, склонов и днища в раннем голоцене датированы 9,7-9,2, 8,9-8,6, 8,4-8,3 тыс. кал. л.н.

Пять этапов почвообразования возрастом 14,2-12,5, 11,6-11,3, 11,1-10,7, 10,3-10,1, 8,9-6,7 тыс. кал. л.н. и фаз осадконакопления разной продолжительности выявляются по данным детальных исследований разреза Надеино на левом берегу р. Куйтунки в днище балки. Выполнен палинологический анализ отложений. Выделено шесть литолого-стратиграфических пачек отложений,

характеризующих ландшафтно-климатические условия временного интервала ~16,8-6,3 тыс. кал. л.н. (рис. 1).

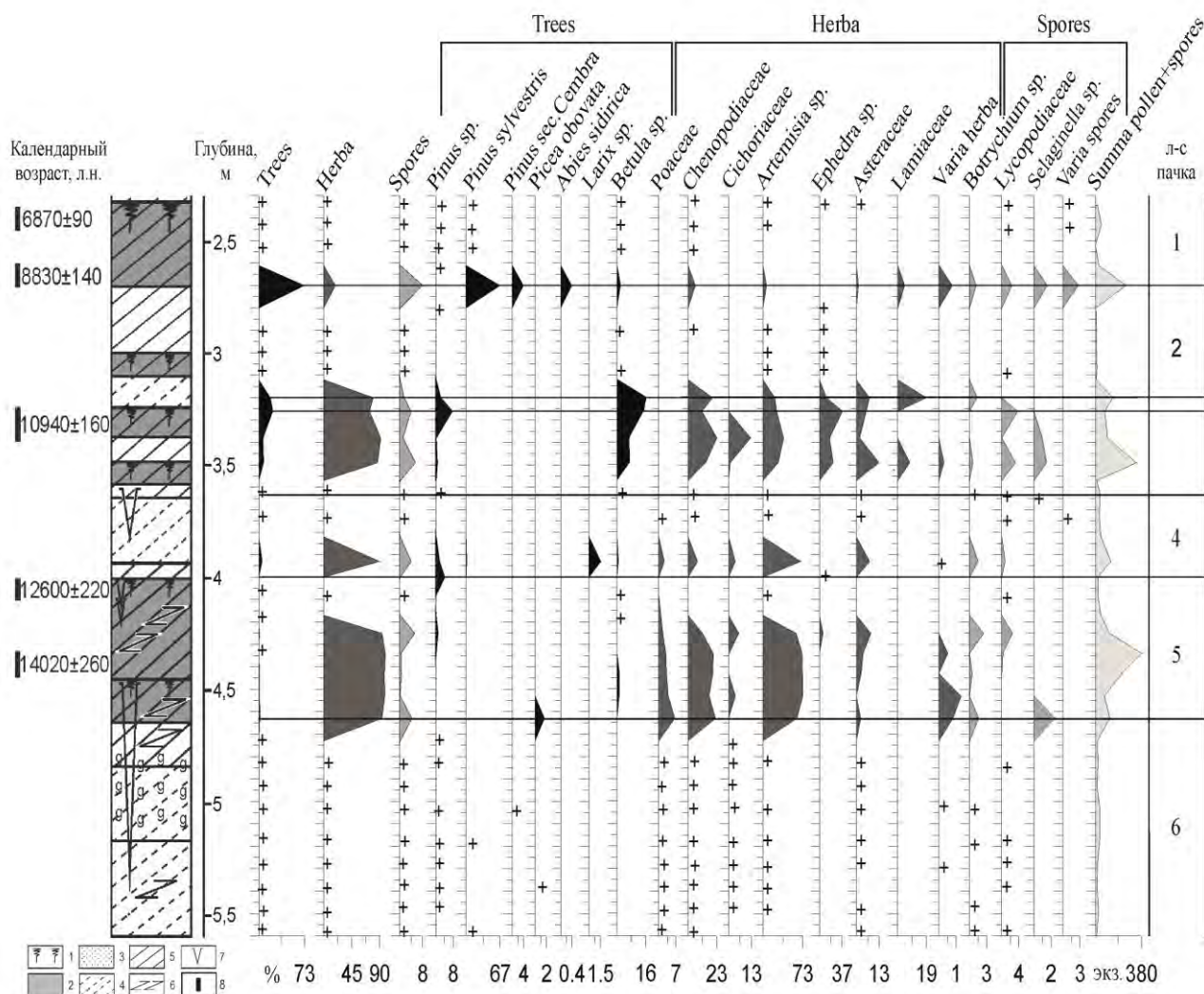


Рис. 1. Спорно-пыльцевая диаграмма средней и нижней частей разреза Надеино. 1 – гумусовые горизонты погребенных почв; 2 – пески; 3 – суглинки; 4 – супеси; 5 – криогенные клинья; 6 – криотурбации; 7 – оглеение; 8 – интервал отбора проб на радиоуглеродный возраст и календарный возраст образца (тыс. кал. л.н.).

1. Стадиальный позднесартанский (~16,8-14,6 тыс. кал. л.н.) этап. Отложения представлены оглееными, ожезженными, криотурбированными пылеватыми супесями и легкими суглинками. Состав спор и пыльцы свидетельствует о распространении злаково-разнотравных (маревые, цикориевые, астровые, полынь, злаки) холодных степных ландшафтов со слаборазвитыми почвами в условиях широкого распространения многолетнемерзлых пород. Начиная приблизительно с 15,5 тыс. кал. л.н. происходило незначительное потепление климата. Оно выражается сменой супесчаных отложений легкосуглинистыми, увеличением содержания гумуса 15,5-14,6 тыс. кал. л.н.

2. Интерстадиальный позднеледниковый (14,6-12,9 тыс. кал. л.н.) этап. Отложения представлены гумусированными средними и легкими суглинками. Преобладали полярные степи с примесью маревых, астровых, злаковых. Распространение мощной ископаемой почвы свидетельствует о потеплении климата, снижении активности экзогенных процессов, формировании плотного растительного покрова. Позднеледниковое потепление, сопоставимое с интерстадиалом беллинг–аллеред, характеризуется увеличением годового количества осадков, сокращением площади многолетнемерзлых пород [1, 4-5].

3. Стадиальный позднеледниковый (12,9-11,7 тыс. кал. л.н.) этап. Отложения представлены преимущественно криотурбированными эолово-делювиальными и эолово-делювиально-солифлюкционными пылеватыми карбонатными супесями. В спорово-пыльцевом спектре преобладают полярные степи с примесью маревых и астровых. Были распространены холодные полярные степи условиях сплошного распространения многолетнемерзлых пород, активного проявления криогенных и эоловых процессов.

4. Пребореальный (11,7-10,3 тыс. кал. л.н.) межледниковый. Отложения представлены двумя погребенными почвами, разделенных прослоем суглинков. В спорово-пыльцевом спектре доминирует пыльца трав. В интервале 11,7-10,8 тыс. кал. л.н. преобладали полярные степные ландшафты, 10,8-10,3 тыс. кал. л.н. – сосново-березовые лесостепи.

5. Бореальный (10,3-8,9 тыс. кал. л.н.). Отложения представлены белесыми карбонатными суглинками. Пыльца полярные, эфедры, маревых, березы, сосны встречаются единично. Доминировали степные ландшафты, активно протекали эоловые и делювиальные процессы.

6. Атлантический (8,9-6,3 тыс. кал. л.н.). Отложения представлены средними и легкими супесями, проработанными почвообразовательными процессами. В интервале 8,9-7,8 тыс. кал. л.н. преобладали лесные березово-сосновые с участием темнохвойных разнотравные ландшафты. 7,8-6,3 тыс. кал. л.н. реконструированы лесостепные березовые разнотравно-полярные геосистемы.

Заключение

Анализ полученных ранее опубликованных данных позволил выделить шесть периодов активизации экзогенных процессов и осадконакопления (15-14,5; 14,1-14; 13,3-13; 12,9-11,7; 10,5-9,4; 8,3-7,8 тыс. кал. л.н.) и пять этапов интенсивного почвообразования (14,5-14,1; 14-13,3; 13,0-12,9; 11,7-10,5; 9,4-8,3 тыс. кал. л.н.) в позднеледниковье и раннем голоцене в Селенгинском среднегорье [3].

Новые данные о времени этапов осадконакопления и почвообразования в долинах рек подтверждают и уточняют полученные ранее сведения об активизации и снижению темпов седиментации. Аккумуляции аллювия связаны с фазами высокой водности рек. При снижении расходов воды формировались гумусовые горизонты почв. В бассейне р. Селенги в ряде речных долин выявляется этап врезания и переход пойм в террасы ~8,6-8 тыс. кал. л.н. на границе раннего и среднего голоцена.

В долинах временных водотоков в этапы потепления и увлажнения в позднеледниковье и голоцене активизировались процессы педогенеза. Палинологические исследования осадков и почв разреза Надеино позволили реконструировать природно–климатические условия, выявить шесть этапов развития природной среды Западного Забайкалья с конца позднего неоплейстоцена до середины голоцена.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 17–29–05064 офи_м).

Литература

- [1] Безрукова Е.В., Тарасов П.Е., Кулагина Н.В., Абзаева А.А., Летунова П.П., Кострова С.С. Палинологическое исследование донных отложений озера Котокель (район озера Байкал) // Геология и геофизика. 2011, Т. 52, № 4, С. 586-595.
- [2] Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В. Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене. Иркутск: Изд–во ИГ СО РАН, 2017, 139 с.
- [3] Рыжов Ю.В., Голубцов В.А., Кобылкин Д.В., Снытко В.А. Новые данные об осадконакоплении и почвообразовании в Селенгинском среднегорье (Западное Забайкалье) в позднеледниковье и голоцене // Доклады академии наук. 2016, Т. 467, № 4, С. 368-372.
- [4] Chebykin E.P., Erdington D.N., Grachev M.A., Zheleznyakova T.O., Vorobyova S.S., Kulikova N.S., Azarova I.N., Khlystov O.M., and Goldberg E.L. Abrupt increase in precipitation and weathering of soil in East Siberia coincident with end of the last glaciations (15 cal. kyr BP) // Earth and Planetary Science Letters, 2002, Vol. 200, P. 167-175.
- [5] Tarasov P.E., Bezrukova E.V., Krivonogov S.K. Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel // Climate of the Past. 2009, Vol. 5, P. 285-295.

S u m m a r y. The soil formation and sedimentation stages, high water discharges phase were identified, natural environmental conditions were reconstructed. To distinguish six paleolandscape development stages in the Selenga river basin during Late Glacial and Early Holocene. The phase of high water discharges, river incision and transition from floodplain to terrace was revealed on the Early and Middle Holocene boundary (~8.6–8 cal. kyr BP).

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АНАТОЛИЯ АНТОНОВИЧА СМИЛИНГИСА

В.И. Силин*, Р.И. Голованов**, М.В. Седякина***

* *ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, silinv@rambler.ru*

** *Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина*

** *КРИО и ПК, г. Сыктывкар*

LIFE AND ACTIVITY OF ANATOLY ANTONOVICH SMYLINGIS

V.I. Silin *, R.I. Golovanov **, M.V. Sedyakina ***

* *IYALI Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

** *Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin Syktyvkar*

** *CRIRO and PC, Syktyvkar*

Аннотация. Статья посвящена жизни и деятельности исследователя, педагога, общественно-го деятеля Анатолия Антоновича Смилингиса. А.А.Смилингис прибыл на территорию Коми края во время сталинских репрессий. Он является одним из первых организаторов природоохранной, туристкой, краеведческой работы в республике. Известен как активный исследователь репрессивной политики государства на территории Европейского Северо-Востока.

Ключевые слова: Республика Коми, география, образование, репрессии, туризм, персоналии, краеведение.

Введение

Характеристика жизни и деятельности исследователей является необходимым условием развития региональной науки. Анатолий Антонович Смилингис – легенда среди знатоков истории, науки и культуры Республики Коми. За его плечами многолетние путешествия по самым сокровенным местам Республики, он познакомил со своей Родиной и привил любовь к ней не одной сотне исследователей края и туристов [1].

Методы исследования

Авторы проанализировали опубликованные материалы о деятельности А.А. Смилингиса, провели интервьюирование, сделали попытку оценить деятельность исследователя и его участие в процессе краеведческих, туристических, природоохранных исследований Коми края.

Становление исследователя

А.А. Смилингис родился 4 октября 1927 г.: «Родился я в Литве в городе Плунге, который перед началом Великой Отечественной войны, если пользоваться советской лексикой, «был освобожден от буржуазного ига». В первую волну начавшихся в Литве репрессий пострадали в основном бывшие полицейские, военные. Уже тогда составлялись и более обширные списки «неугодных элементов», куда вошли семьи литовской интеллигенции, активистов местных партий. По секретному приказу Берии за один день – 14 июня 1941 года – по всей Прибалтике подверглись арестам десятки тысяч семей, из них 800 тысяч литовцев, которых отправили в Коми, а также в Красноярский и Алтайский края. Среди них оказалась и наша семья: родители-учителя, я и младшая сестренка [2]».

Далее судьба нашего героя типичная для многих судеб репрессированных литовцев, поляков, немцев, да и русских тоже: «На железнодорожной станции нас разлучили с отцом: мужчин определили в одни вагоны, женщин и детей – в другие. В пути, как выяснилось позже, мужские вагоны отцепили, их направили в Красноярский край. С отцом я больше не увиделся, не было от него и никаких вестей. Лишь через несколько лет знакомые сообщили из Вильнюса, что он погиб под Красноярском. По всей вероятности, был расстрелян [2]».

Арестованных через Котлас, привезли на барже в Корткерос, поселили в бараках Локчимлага. Владение Логчимлага простиралось на 3896200 гектарах, максимальное число заключенных в 1939 году доходило до 27 тыс. человек [3].

Четырнадцатилетний мальчуган, родившийся в Литве, русского языка не знал «В гимназии, в которой я обучался в Литве, хорошо освоил немецкий и французский, сносно изъяснялся на польском. Говорят, жизнь всему научит. Сначала по-русски освоил ненормативные слова, затем и разговорную речь. Одновременно научился разговаривать по-коми [2]». Осенью 1941 года начал свою трудовую биографию рабочим по приемке леса, затем стал работать мастером.

«В 1942 году арестовали маму. За то, что из конюшни принесла пару горсточек овса испечь нам лепешки. Увезли ее в Чов, там в 1943 году она умерла от голода. Но об этом я узнал лишь после войны, ведь с сидящими в лагерях в годы войны переписка запрещалась. После ареста мамы сестру Риту определили в школу-интернат в Теребее. Ее спасли поляки. После войны им разрешили выехать на родину, они помогли уехать и Рите. Это считалось побегом, но в Литве ее укрыли, не дали снова вывезти на Север. Она и сейчас проживает в Литве [2]». Вот так в суровое время разрушилась семья, еще недавно строились планы на жизнь, и вот...

Анатолию Антоновичу можно сказать «повезло», он заболел, попал в больницу и благодаря помощи врачей остался в больнице завхозом, затем пригласили в райздравотдел бухгалтером. Благодаря директору школы Н.В. Шемякину попал работать на такую же должность в школу. «Тот же Шемякин, уже, будучи заведующим роно, вызывает как-то к себе, говорит, отправляйся в Ухту на первый республиканский слет туристов. Вскоре после этого и поставили меня директором Дома пионеров [2]». Кстати, первенство в туристическом движении в Республики подтверждается и в энциклопедии Республики Коми (среди прочих). В 1958 г. А.А. Смилингис был реабилитирован, но остался жить и работать на второй Родине.

Научная и педагогическая деятельность

Впоследствии все многочисленные открытия за долгую жизнь А.А. Смилингис делил с постоянными спутниками – воспитанниками Корткеросского дома пионеров, который он возглавлял более 40 лет. Им создан районный туристический клуб «Белка», через который прошли сотни детей. Со школьниками он посетил все районы Республики, сплавливался по всем значимым рекам.

Анатолий Антонович стоял во главе организации краеведческих музеев в Республике «Музей начинался с разнообразных камушков, привезенных с пер-

вых походов, позже сложилась неплохая геологическая коллекция. С ребятами во всем искали что-то необычное, экзотическое. Уже позже к походам в «чистом» виде примешалась идеология, стали проходить всесоюзные экспедиции пионеров и школьников, начали записывать воспоминания участников Гражданской войны. Создание нашего музея совпало с хрущевской «оттепелью», к нам попали воспоминания людей, прошедших через сталинские лагеря, запрещенные учебники, книги, в свое время изъятые из библиотек. Это вызвало интерес, к нам зачастили экскурсии из Сыктывкара, приезжали ветераны партии, ученые [2]».

А.А. Смилингис был одним из первых инициаторов организации на территории Коми АССР природоохранных территорий: «По проведенным со школьниками исследованиям и представленным материалам на территории Корткеросского района образованы: ботанический, речной и ландшафтный заказники (Пианько, Локчим, Лымва). По его инициативе в Корткеросском районе создан Сусьельский кедровый заказник. Открыто несколько памятников природы. Создано три краеведческих музея в с. Корткерос. Он тесно сотрудничает с обществом «Покаяние». Занимается изучением заброшенных поселений репрессированных. Им записаны воспоминания более 300 ветеранов Великой Отечественной войны. А.А. Смилингис внес вклад в создание «Книги памяти», в которую внесены его материалы. Им собраны данные о биографиях выдающихся людей-выходцах из Корткеросского района, выпущена книга «Люди земли Корткеросской». Последние пять лет совместно с Коми научным центром Уральского отделения РАН Смилингис Анатолий Антонович участвует в археологических раскопках на территории Корткеросского района. Собран материал о стоянках предков коми людей. Смилингис А.А. и его ученики составили карту мест обитания древнего человека на территории района [4]».

За спиной Анатолия Антоновича десятки экспедиций по району, его интересу буквально все что связано с жизнью района и республики Коми, он записывает рассказы охотников, старожилов, рассказы о войне, например зимой 1998 г. в поездке со школьниками в село Вомын А.А. Смилингис и Л.Н. Королева обнаружили интересный деревянный календарь который сохранился с середины XIX века [5].

Результаты работы краеведов – нахождение участков захоронения бывших заключенных, постановка на местах захоронений крестов и памятных знаков, они помогают многим людям узнать о судьбе своих родственников [6].

В 2001 г. обследовано кладбище в поселке Аджером, установлен памятный крест, силами общественности произведено частичное благоустройство территории: восстановлены сохранившиеся могилы, подняты упавшие кресты. Обустроено кладбище на реке Кияю, в 2002 г. – в поселках Шудог, Боровой, Расью, в 2005 г. обследовано и оформлено захоронение заключенных в с.иМордино, заключенных Первого участка Локчимлага, Кладбище заключенных инвалидного лагпункта «Нидзь Вычегодская» Устьвымлага («Нидзь-1») на котором ежегодно у памятного знака проходят траурные церемонии, в 2008 г. лагерный участок «Комендатская зона» в Аджероме и многие другие.

На основе обследований десятков мест захоронений краеведам во главе с А.А. Смилигингом пришла идея организации в Корткеросском районе туристического проекта Коми «Мемориально-музейный комплекс ГУЛАГ». Здесь объекты более всего изучены и приведены в готовность для осмотра их туристами.

Многолетним спутником и коллегой является жена Анатолия Антоновича – Людмила Николаевна Королева, известный в республике краевед, педагог, организатор экспедиций, музеев, собиратель «древностей», особенно знаменита ее коллекция прялок [7]. Многие годы они с мужем вместе бескорыстно служат на ниве краеведения.

Выводы

Анатолий Антонович Смилигинс, как руководитель, как педагог, как краевед отмечен большим количеством государственных и ведомственных наград, «Заслуженный работник культуры Республики Коми, почетный член Всероссийского общества охраны природы, академик Международной академия детско-юношеского туризма и краеведения [8]», но наверное главной наградой было присуждение 28 апреля 2011 года за особые заслуги перед МР «Корткеросский» звания «Почетный гражданин муниципального района Корткеросский». Надо отметить, что деятельность А.А. Смилигинса нашла признание у многих и многих научных работников и жителей Республики.

Литература

- [1] Твои люди, земля Корткеросская: справочник. Корткерос: ООО «Типография «Полиграф – Сервис», 2006. С. 33 – 34.
- [2] *Сивкова А.* Анатолий Смилигинс: «Чем больше знаешь, тем больше тайн» // Республика /Дым Отечества. 2007. 29 сентября.
- [3] *Сивкова А.* Смилигинс или Путешествие к «дилетанту» // Дым Отечества. 2010. Сыктывкар, 2014. С. 118-121.
- [4] *Сивкова А.* Аджеромский «бастион» привлёк внимание краеведов и туристов // Дым Отечества. 2009. Сыктывкар, 2013. С. 390-391.
- [5] А.А. Смилигинс // <http://www.cogita.ru/pamyat/uroki-litovskogo/anatolii-smilingis-70-let-zhivet-v-kortkerose>
- [6] *Сивков Н.* Тайна Вомынского колендаря // Дым Отечества. 2010. Сыктывкар, 2014. С. 202-205.
- [7] *Сивкова А.* Родные Гака Китиева // Дым Отечества. 2009. Сыктывкар, 2013. С. 413-414.
- [8] А.А. Смилигинс // <http://www.gulagmuseum.org/showObject.do?object=542269078&language=1>

S u m m a r y. The article is devoted to the life and work of the researcher, teacher, public figure Anatoly Antonovich Smilingis. A.A. Smilingis arrived in the Komi territory during the Stalinist repressions. He is one of the first organizers of environmental protection, tourist, local history work in the republic. Known as an active researcher of state repressive policies in the European Northeast.

ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

З.И. Слуковский^{*,**}, В.А. Даувальтер^{*}, А.В. Гузева^{*,***}

^{*}Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты,
slukovsky87@gmail.com

^{**}Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

^{***}Институт озераведения РАН, г. Санкт-Петербург

PALEOLIMNOLOGY OF URBAN ENVIRONMENT OF THE NORTHWEST OF RUSSIA

Z.I. Slukovskii^{*,**}, V.A. Dauvalter^{*}, A.V. Guzeva^{***}

^{*}Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты,
slukovsky87@gmail.com

^{**}Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

^{***}Институт озераведения РАН, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В докладе тезисно представлены результаты исследования геохимических особенностей современных донных отложений озер урбанизированных территорий Республики Карелии и Мурманской области. Установлены общие закономерности и различия в миграции и накоплении тяжелых металлов и других химических элементов в осадках водоемов, имеющих различные уровни антропогенной нагрузки. Определено время активного загрязнения водоемов урбанизированных территорий, что связано с историей их промышленного освоения.

Ключевые слова: палеолимнологические реконструкции, тяжелые металлы, загрязнение, озера, Мурманская область, Республика Карелия.

Введение

Палеолимнологические реконструкции имеют широкий спектр применения при решении задач, связанных с водными объектами и окружающей их средой. Наиболее актуальными являются проблемы изменения климата, поиска следов катастрофических событий и воздействия человеческой активности на природу в последние 2-3 столетия [1, 4]. Учитывая, что северо-западный регион России богат водными ресурсами, включая озера, то исследование донных отложений (ДО), как основного объекта для палеореконовструкций, наиболее удобно проводить именно здесь из-за разнообразия и доступности водоемов. Несмотря на богатую историю изучения ДО на территории Карелии, Мурманской, Архангельской, Ленинградской и Калининградской областей изучению озер городской среды было уделено недостаточно внимания. Тем не менее, оценка техногенных факторов на водные экосистемы урбанизированных районов остается важной научно-практической задачей в современной геоэкологии. Цель данной работы – показать возможности палеолимнологических реконструкций при проведении эколого-геохимической оценки состояния современных ДО малых озер урбанизированных территорий Республики Карелии и Мурманской области.

Материалы и методы

В основе работы положены материалы, собранные авторами и их коллегами в период с 2016 по 2019 гг. в Карелии и Мурманской области (рис. 1). Исследования охватывали территории городов Петрозаводска, Мурманска, Мон-

чегорска, Кировска, Медвежьегорска и Суоярви. Всего было исследовано около 10 озер. Пробы ДО отбирались при помощи пробоотборника Limnos, позволяющего получать ненарушенные колонки отложений до глубины 60 см для последующего их разделения на слои от 1 см. После отбора пробы хранились в холодильнике, высушивались до воздушно-сухого состояния, истирались и разлагались смесью кислот в открытой системе. Определение микроэлементов, включая тяжелые металлы (ТМ), производилось с использованием масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой ICP-MS.



Рис. 1. Район исследования.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что верхние слои ДО всех изученных городских озер Карелии и Мурманской области имеют повышенные содержания ТМ, концентрации которых многократно превышают фоновые значения и кларк земной коры. Мощность загрязненных слоев озерных осадков колеблется от 20 до 50 см в зависимости от конкретного водоема. Самая большая толща отложений, обогащенных ТМ и сопутствующими им химическими элементами, установлена в оз. Ламба, расположенном в черте г. Петрозаводска [3]. В этом водоеме установлено крайне высокое содержание V и Ni, чей генезис связан с деятельностью теплоцентрали (ТЭЦ), использующей в мазут в качестве основного топлива. С 2000-х годов предприятие перешло на использование природного газа, что сказалось на динамике обогащения ДО озера указанными выше металлами (рис. 2).

Аналогично V и Ni загрязнены отложения всех исследованных озер г. Мурманска, где местная ТЭЦ с 1960-х годов и до сих пор использует мазут в качестве основного топлива. Ранее предприятие использовало уголь. Динамика поведения V и Ni в колонках современных ДО мурманских озер иллюстрирует непрекращающееся загрязнение урбанизированных водоемов в течение большей части XX века и всего XXI века. По результатам анализа ДО оз. Ламба (Петрозаводск) и озер г. Мурманска V и Ni выступают не только как индикаторы степени загрязнения водоемов, но и как геохимические индикаторы возраста

отложений, главным образом возраста самых современных слоев исследованных осадков с повышенным содержанием ТМ и других загрязнителей.

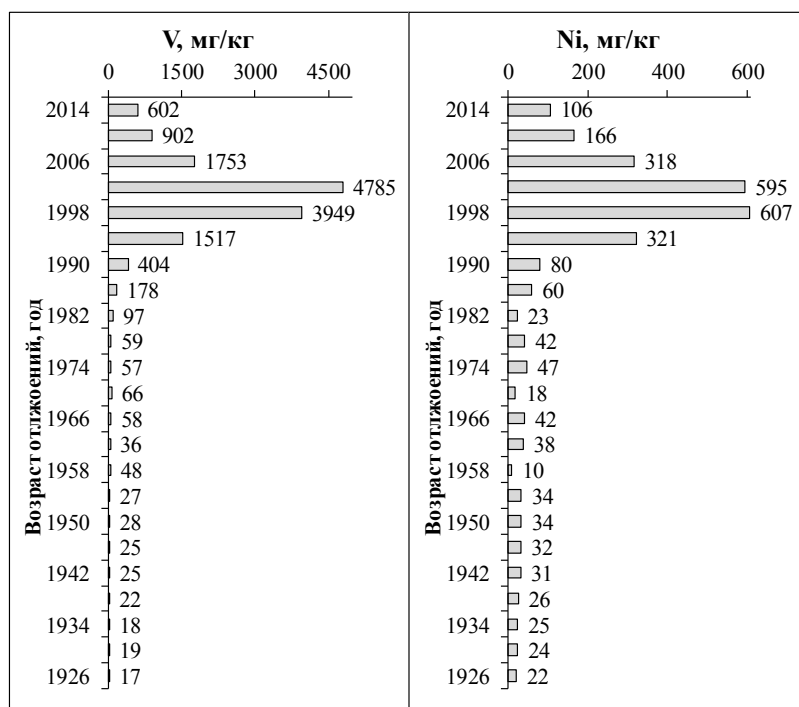


Рис. 2. Динамика поведения V и Ni в ДО оз. Ламба (Петрозаводск).

В ДО оз. Комсомольского, расположенного в центре г. Мурманска, среди всех изученных химических элементов отмечается сильное загрязнение Ni и Cu, которые поступают в озера в результате деятельности медно-никелевого комбината ОАО «Кольская ГМК» (рис. 3А). Возрастная модель (рис. 3Б), построенная на основе анализа поведения в отложениях оз. Комсомольского изотопов Pb^{210} , наглядно демонстрирует, что увеличение концентраций указанных металлов в озере началось в 1940-е годы, когда предприятие начало свою деятельность, а максимальные содержания Ni и Cu в изученных ДО приходятся на слои, датируемые периодом с 1980-х по 2000-е года, временем наибольшей производственной активности комбината. Аналогичное поведение этих элементов ранее было установлено и в ДО других водоемов, расположенных в зоне влияния медно-никелевого комбината [2].

Во всех без исключения изученных колонках ДО городских озер установлены повышенные концентрации Pb, которые могут достигать 150 мг/кг при фоне для региона не более 5 мг/кг. Динамика поведения этого металла в современных озерных осадках городской среды в основном показывает, что наиболее активно Pb поступал в водную среду с 1940-х по 2000-е годы (рис. 4). Основным источником поступления Pb в этот период выступают выбросы автомобильного транспорта, использовавшего этилированный бензин, содержащий тетраэтилсвинец в качестве антидетонирующей присадки [5].

Отказ от свинец-содержащего топлива в 2002 году способствовал снижению концентраций Pb в атмосферном воздухе и, как следствие, в почве, воде и ДО водных объектов городских территорий Севера. Кроме того, Pb вместе с ря-

дом других металлов, включая Sb, Cd, Tl и Bi, поступали и поступают в окружающую среду северных регионов в результате деятельности промышленных предприятий, в том числе тех, которые расположены на значительном удалении от природных объектов [1, 6]. Во многих исследованиях отмечается тесная корреляция Pb и Sb, которые являются примесью углей, используемых в качестве топлива на многих производствах в России и мире.

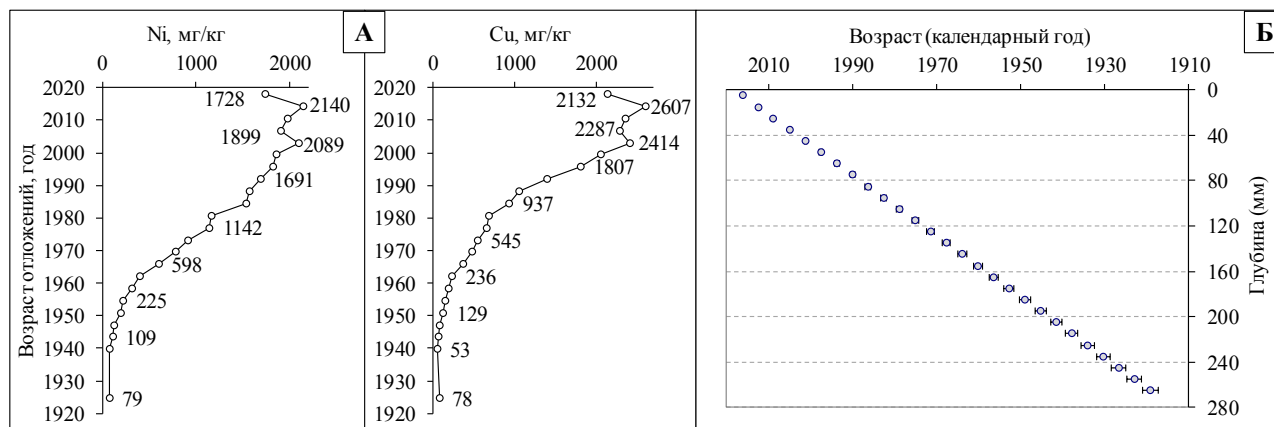


Рис. 3. Динамика поведения Ni и Cu в ДО оз. Комсомольского (Мончегорск) и возрастная модель седиментации в городском озере.

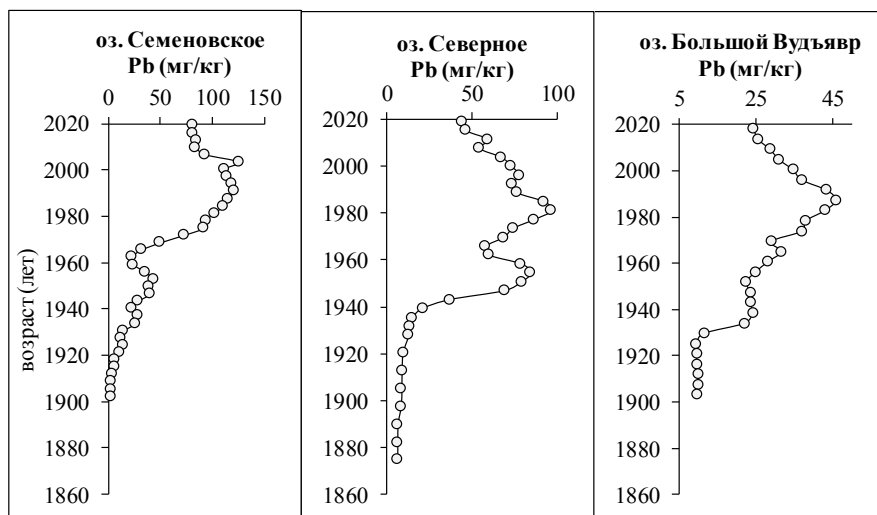


Рис. 4. Динамика поведения Pb в ДО оз. Семеновского и Северного (оба – Мурманск) и Большой Вудъявр (Кировск).

Кроме ТМ в осадках изученных городских озер выявлена тенденция увеличения концентраций щелочных и редкоземельных металлов (РЗМ), элементов, которые значительно активны в геологической среде. Наибольшие содержания РЗМ установлены в верхних слоях ДО оз. Большой Вудъявр, принимающего шахтные воды с рудников ОАО «Апатит». В первую очередь это связано с высоким содержанием РЗМ и ряда других элементов, включая Mo и U, в породах хибинского массива. В ДО других озер урбанизированных территорий Северо-запада Карелии обогащение РЗМ и щелочных металлов идет за счет выбросов промышленных предприятий, автотранспорта и поступления городской

пыли, образующейся в результате строительства, эрозии почвы, зимних антигололедных мероприятий и других процессов.

Заключение

Метод палеолимнологических реконструкций, основанных на анализе последовательно залегающих слоев ДО озер, был успешно применен при исследовании урбанизированных озер Карелии и Мурманской области. Данные по накоплению ТМ и сопутствующим им элементам в исследованных осадках позволили установить основные факторы антропогенной нагрузки на городские водоемы. Так, в городах, где работают ТЭЦ, в ДО озер были установлены повышенные концентрации V и Ni, являющиеся примесями в мазуте. В результате деятельности медно-никелевого предприятия в отложениях озера, расположенного в центре г. Мончегорска, была установлена специфическая динамика накопления Ni и Cu. Во всех без исключения озерах отмечаются обогащения ДО Pb, чей генезис связан с выбросами автомобильного транспорта и деятельностью промышленных предприятий, часть из которых может располагаться на значительном удалении от региона исследования.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 19-77-10007) – анализ химического состава донных отложений, а также гранта Президента Российской Федерации (проект № МК-462.2019.5) – оценка возраста донных отложений.

Литература

- [1] *Даувальтер В.А.* Геоэкология донных отложений озер. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012. 242 с.
- [2] *Даувальтер В.А., Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Сандимиров С.С.* Накопление тяжелых металлов в оз. Имандра в условиях его промышленного загрязнения // Водные ресурсы. 2000. Т. 27, № 3. С. 313-321.
- [3] *Слуковский З.И.* Микроэлементный состав донных отложений малых озер как индикатор возникновения экологических рисков в условиях урбанизированной среды Республики Карелии // Водное хозяйство России. 2018. № 6. С. 70-82.
- [4] *Субетто Д.А.* Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 343 с.
- [5] *Escobar J., Whitmore T.J., Kamenov G.D., Riedinger-Whitmore M.A.*, Isotope record of anthropogenic lead pollution in lake sediments of Florida, USA // *Journal of Paleolimnology*. 2013. Vol. 49 (2). P. 237-252
- [6] *Расуна J.M., Расуна E.G.* An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide // *Environmental Reviews*. 2001. Vol. 9. P. 269-298.

S u m m a r y. In the report, the results of the research of geochemical features of recent sediments of the urban lakes from the Republic of Karelia and the Murmansk region are briefly presented. Common patterns and differences in the migration and accumulation of heavy metals and other elements in the sediments of the lakes, which have various levels of pollution, are revealed. In separate cases, the correlation between geochemical and geochronological data is showed.

**ОТРАЖЕНИЕ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ТАКСОНОВ ВОСТОЧНОЙ
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ
В «КНИГЕ О РАЗНООБРАЗИИ МИРА» МАРКО ПОЛО**

В.Е. Чемезов

г. Якутск, v.chemezov@mail.ru

**THE REFLECTION OF MINERALOGENIC TAXA IN EASTERN SIBERIA
AND THE FAR EAST OF RUSSIA
IN MARCO POLO'S «BOOK ON THE MARVELS OF THE WORLD»**

V.E. Chemezov

Yakutsk

Аннотация. Автор сопоставил сведения венецианского купца и путешественника Марко Поло о полезных ископаемых, добываемых в странах, которые он посетил, и которые, согласно картам Герарда Меркатора и британского географа Генри Юла, располагаются в Восточной Сибири и Дальнем Востоке, с местоположениями минерагенических таксонов указанных регионов России.

Ключевые слова: Марко Поло, полезные ископаемые, карта Генри Юла, карта Меркатора, минерагенические таксоны Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Введение

Правдивость сообщений, приведённых в «Книге о разнообразии мира» венецианского купца и путешественника Марко Поло, записанной в 1298 году, до настоящего времени вызывает жаркие споры [3].

Большинство комментаторов книги Марко Поло пыталось проследить его путь в восточные страны, следуя по Великому шёлковому пути. При этом исследователи, желая выстроить достаточно приемлемый маршрут следования Поло, во многих случаях «поправляли» автора книги, заменяя географические названия, приведённые им, китайскими топонимами [8]. Правомерность использования указанных «поправок» вызывает острую критику оппонентов.

Британский географ Генри Юл (1820 - 1889) изучая путь Марко Поло, обошёлся без искажения названий географических объектов, описанных в книге. По результатам своих исследований Юл в 1875 году выпустил карту «Мир по представлению Марко Поло» (рис. 1) [4].

Согласно карте Генри Юла, в своей книге Марко Поло описал не только страны центральной и восточной Азии, восточной Африки, но и северо-востока Азии, а именно, территории современных Восточной Сибири и Дальнего Востока России.

Автор настоящей статьи, будучи по профессии геологом, желая проверить достоверность сообщений Марко Поло и правильность картографических построений Генри Юла, сравнил сведения о добыче полезных ископаемых в восточных странах, представленные в «Книге о разнообразии мира», с местоположениями минерагенических таксонов Восточной Сибири и Дальнего Востока России.

Объекты и методы

Объектами изучения в настоящей статье являются сведения Марко Поло о полезных ископаемых, добываемых в странах, которые он посетил, и которые, согласно карте Генри Юля и карте Азии Герарда Меркатора (рис. 2) [1], располагаются в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке России.

Автор отметил следующие сообщения Марко Поло о полезных ископаемых:

1) Глава XLVI – «тут замок Тайкан; ... к югу высокие горы, и во всех есть соль; ... Соль твёрдая, ломают её большими железными заступами; и так её много, что хватит на весь свет, до скончания мира».

2) Глава LX – «Область Гингиталас на краю пустыни, на севере и северо-востоке, ... К северу, на границах этой области, есть горы, и там богатые копи свинца и онданика».

3) Глава LXXIV – «Сендук (Тендук) – область на восток; главный город называется Тендук. В горах той области есть место Идифу, где отличные серебряные копи, и много там добывается серебра».

4) Глава CII – «По всей области Катай есть чёрные камни; выкапывают их в горах, как руду, и горят они, как дрова».

5) Глава CXVI – «Тебет большая область; Во многих местах тут есть реки, озёра и горы, где много песочного золота».

6) Глава CXVII – «Гаинду – область на запад (от Тебета – авт.)». Большая река Бриу, «песочного золота в той реке много».

7) Главы CXVIII и CXIX – область Караиан (Караджан): «есть тут озеро более ста миль в округе». «В этой области в реках находится золото в зёрнах, а в озере да в горах – и в больших слитках».

Для определения предположительных мест расположения объектов добычи полезных ископаемых из сообщений Марко Поло на современной карте России, и сравнения их с минерагеническими таксонами Восточной Сибири и Дальнего Востока, автор статьи провёл следующую работу:

1. Провёл последовательное сопоставление: 1) карты Генри Юла с картой Азии Герарда Меркатора (в частях, изображающих северо-восток Азии) с отметкой на карте Меркатора объектов добычи полезных ископаемых; 2) карты Азии Меркатора (в части, изображающей северо-восток Азии) с современной картой России (в части, изображающей Восточную Сибирь и Дальний Восток) с фиксацией на современной карте предположительных мест расположения объектов добычи полезных ископаемых из сообщений Марко Поло.

2. Произвёл накладку контуров минерагенических таксонов (провинций, поясов, бассейнов, областей, районов, месторождений твёрдых полезных ископаемых) Восточной Сибири и Дальнего Востока на современную карту с зафиксированными предположительными местоположениями объектов добычи полезных ископаемых из сообщений Марко Поло.

Обсуждение результатов

1) На карте Генри Юла замок Тайкан не обозначен. На карте Меркатора в верховьях реки *Oby flu* имеется поселение с названием *Talkent* (*Taikent* ?),

южной которого, на левом берегу, изображена скалистая гора. Автор, основываясь на свой метод сопоставления карт Меркатора с современной картой России [9], определил, что в виде реки *Oby flu* изображён путь, состоящий в верхней части из реки Ангара (правого притока реки Енисей), затем переходящий в реку Чулым (правый приток реки Обь) и дальше продолжающийся вниз по реке Обь до самого её устья. Автор считает, что на карте Меркатора в виде верховьев реки *Oby flu* изображена река Ангара, а гора, находящаяся южнее поселения *Talkent* (*Taikent* ?) представляет собой Восточный Саян.

Южная окраина Сибирской платформы, при сочленении с окаймляющим её складчатым поясом Восточного Саяна, образует предгорную впадину, которая в минерагеническом плане представляет собой Ангаро-Ленский соленосный бассейн с ресурсами каменной соли в сотни триллионов тонн [10].

К северу, в непосредственной близости от Ангаро-Ленского соленосного бассейна, расположен город Тайшет, название которого, по мнению автора статьи, созвучно с названием замка Тайкан, отмеченного Марко Поло, и поселения *Talkent* (*Taikent* ?), показанного на карте Меркатора.

2) На карте Генри Юла поселение Гингиталас присутствует. На карте Меркатора поселение *Chinchitalas* расположено, примерно, на месте современного посёлка Хандыга на реке Алдан, правого притока реки Лена. Область Гингиталас, вероятно, располагалась на правом берегу реки Алдан, вдоль южного подножья Верхоянских гор, в которых и были «богатые копи свинца и онданика».

«Добыча свинца в Якутии в небольших объёмах проводилась с середины XVIII века до 1926 года из руд месторождений Эндыбальского узла (Западно-Верхоянская зона – авт.) для удовлетворения местных нужд» [12].

Сообщение Марко Поло может иметь отношение к Верхоянской металлогенической провинции, в которой сконцентрированы многочисленные месторождения и проявления золота, серебра, свинца, цинка, сурьмы [5].

3) На карте Генри Юла поселение Тендук не обозначено. На карте Меркатора область *Tenduk* расположена на побережье моря *Cin* (Охотского моря). Сереброносное место Идифу (на карте Меркатора - *Idifu*), указанное Марко Поло, на современной карте может тяготеть к району верховий рек Ульбея и Иня.

В металлогении побережье Охотского моря относится к Охотско-Чукотскому вулканогенному поясу, который разделяется на ряд областей. Район рек Ульбея и Иня входит в площадь «области Охотского массива и его обрамления», заключающей крупное Хаканджинское серебро-золоторудное месторождение и ряд небольших проявлений, Куйдусунское рудное поле с существенно серебряными рудами [6].

4) На карте Юла Катай обозначен на побережье моря на востоке Азии. На карте Меркатора область *Cathay reg* расположена на побережье моря *Cin*. На современной карте местонахождение *Cathay reg* соответствует, примерно, территории Охотского района Хабаровского края. В минерагеническом отношении территория Охотского района входит в Охотскую угольную площадь, из кото-

рых в Охотско-Кухтуйской впадине известны Мареканское и Кухтуйское бурогольные месторождения [2].

5) – 7) На карте Генри Юла область Тибет, река Бриус и поселение Караджан обозначены к юго-западу от Китая. На карте Меркатора, также к юго-западу от Cathay reg, изображены река Brius flu и область Thebet, расположенная на её правом берегу. Поселения Caidu, Caraiam, Caraiam расположены в бассейне реки Brius flu.

На современной карте река Brius flu соответствует отрезкам долин водотоков Гертанда, Алгома, Гонам, Учур, Алдан, находящихся на юго-востоке Якутии. Поселения Caidu, Caraiam и Caraiam располагались в долинах рек Учур, Мулам и Идюм [9]. Надпись Thebet, сделанная на карте Меркатора, на современной карте соответствует местоположению горного хребта Кет-Кап, находящегося на правом берегу реки Учур.

Кет-Капский рудный район находится в восточной части Алдано-Становой металлогенической провинции, и включает ряд коренных месторождений и проявлений золота [7]. В бассейнах среднего течения реки Учур и реки Большой Аим (бассейн реки Мая), во второй половине XX-го века были разведаны и отработаны многочисленные богатые россыпи золота, относящиеся к Учурскому золотоносному району [11]. По мнению автора, здесь уместно говорить о Кет-Капском (Учурском) рудно-россыпном районе, а не только о рудном районе.

Выводы

1. Места нахождения полезных ископаемых, указанные Марко Поло в «Книге о разнообразии мира», и рассмотренные автором в настоящей статье, соответствуют минерагеническим таксонам Восточной Сибири и Дальнего Востока России, а именно:

- 1) Ангаро-Ленскому соленосному бассейну в Иркутской области;
- 2) Верхоянской металлогенической провинции в Республике Саха (Якутия);
- 3) «области Охотского массива и его обрамления» Охотско-Чукотского вулканогенного пояса в Хабаровском крае;
- 4) Охотской угленосной площади в Хабаровском крае;
- 5) – 7) восточной части Алдано-Становой металлогенической провинции, включая Кет-Капский (Учурский) рудно-россыпной район в Республике Саха (Якутия) и в Хабаровском крае.

2. Картографические построения Генри Юла, относящиеся к изображению северо-востока Азии на карте «Мир по представлению Марко Поло», несмотря на их схематичность, в целом, верны.

Литература

[1] Atlas cosmographicae (Mercator) 039.jpg [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_\(Mercator\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Atlas_Cosmographicae_(Mercator))

- [2] *Глотов В.Е., Глотова Л.П.* Геокриологические и гидрогеологические условия угленосных площадей на северном побережье Охотского моря. Научный журнал Криосфера Земли, 2015, т. XIX, № 1, с. 3–10 <http://www.izdatgeo.ru>
- [3] *Динара Дубровская.* «Марко Поло: презумпция невинности». Журнал «Вокруг света». 1 марта 2007. www.vokrugsveta.ru/vs/article/3445/
- [4] *Книга Марко Поло/* Перевод старофранцузского текста И.П. Минаева; Редакция и вступительная статья И. П. Магидовича. — Москва: Государственное издательство географической литературы, 1955. — 376 с., ил. tehne.com/library/kniga-marko-polo-moskva-1955
- [5] *Константинов М.М.* Золоторудные провинции мира – М.: Научный мир. 2006. – Глава 5. Мезозойские и кайнозойские золоторудные провинции. Верхоянская провинция. С. 183-197.
- [6] *Константинов М.М.* Золоторудные провинции мира – М.: Научный мир. 2006. – Глава 5. Мезозойские и кайнозойские золоторудные провинции. Охотско-Чукотский вулканогенный пояс. С. 209-219.
- [7] *Молчанов А.В., Терехов А.В., Шатов В.В., Петров О.В., Кукушкин К.А., Козлов Д.С., Шатова Н.В.* (ВСЕГЕИ). Золоторудные районы и узлы Алдано-Становой металлогенической провинции. // Региональная геология и металлогения. № 71. 2017.
- [8] *Поло М.* Книга о разнообразии мира / Марко Поло; пер. со ст.-фр. И. Минаева. – СПб.: Азбука, Азбука-Аттикус, 2018. – 576 с. – (Азбука-классика. Non-Fiction).
- [9] *Чемезов В.Е.* Опыт сопоставления карт Герарда Меркатора с современной картой северо-востока России / Коллективная монография по материалам Всероссийской, с международным участием, научно-практической конференции LXXII Герценовские чтения 18-21 апреля 2019 года. Ответственные редакторы: С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена. 2019. С. 518-524.
- [10] <https://www.vnedra.ru/o-regionah/mineralno-syrevaaya-baza-irkutskoj-o-75/>
- [11] <http://kraeved.aldanlib.ru/прииски/>
- [12] Оценка состояния и общие перспективы развития минерально-сырьевой базы Якутской-Саха ССР. Том II (Цветные, редкие, благородные металлы, алмазы). Якутское ордена Ленина производственное геологическое объединение. Редакционная коллегия: Брук М.Л., Костюк С.Д., Есипов А.В., Тыллар А.Г. Якутск. 1991. С. 28.

S u m m a r y. The author compared the information of the Venetian merchant and traveler Marco Polo about minerals extracted in the countries the latter visited, and which, according to the maps of Gerardus Mercator and those of the British geographer Henry Yule, are located in Eastern Siberia and the Far East, with the locations of the mineralogical taxa of the above regions of Russia.

Мир по представлению

Марко Поло

Реконструкция

Г. Юля, 1875 г.

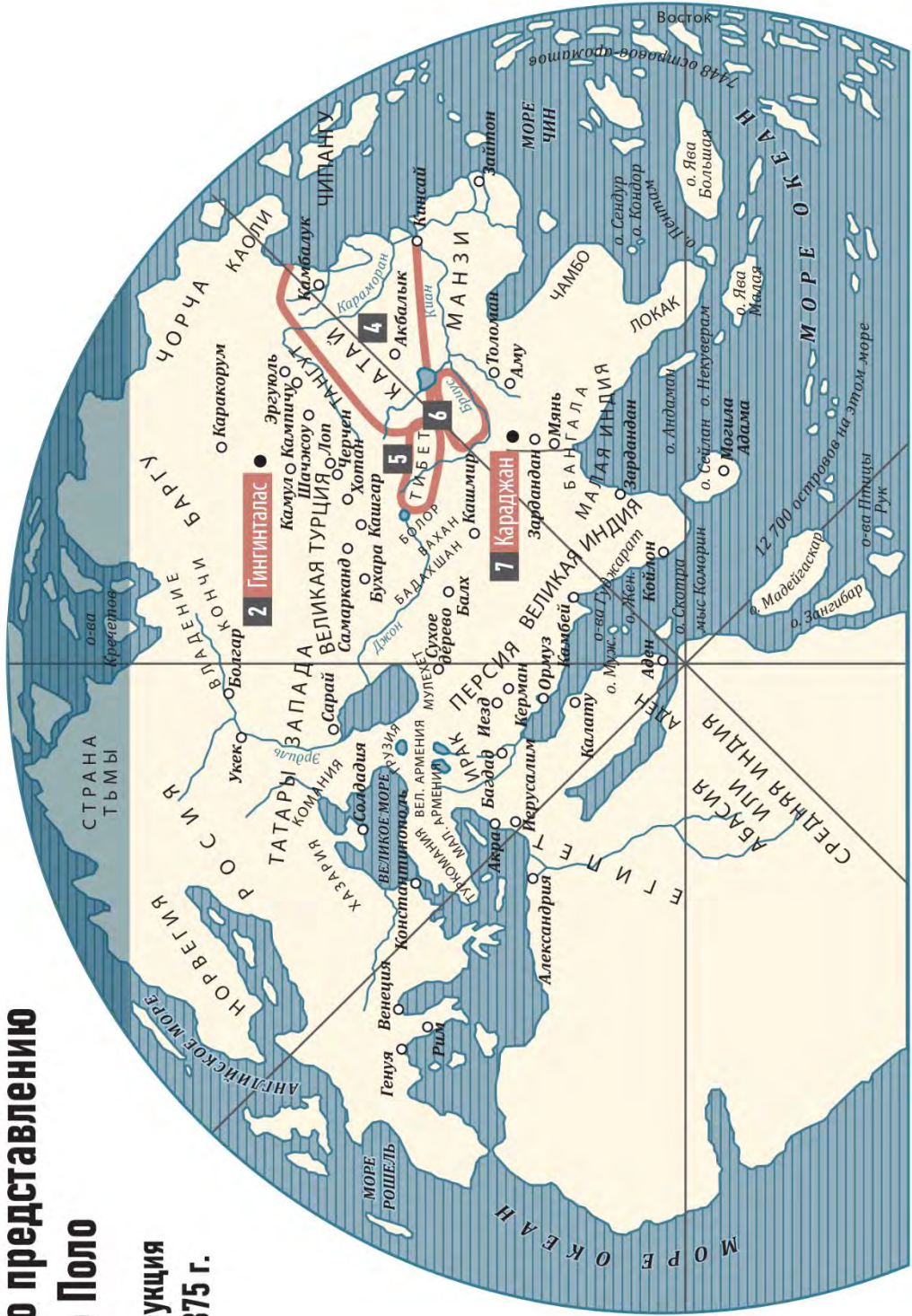


Рис. 1. Красным цветом оконтурены объекты изучения 2, 4, 5 - 7.



Рис. 2. Фрагмент карты Азии Герарда Меркатора. Красным цветом оконтурены объекты изучения 1 - 7.



Рис. 3. Минерагенические таксоны Восточной Сибири и Дальнего Востока России, отражённые в «Книге о разнообразии мира» Марко Поло.

Таксоны: 1. Ангаро-Ленский соленосный бассейн; 2. Верхоянская металлогеническая провинция; 3. «Область Охотского массива и его обрамления» Охотско-Чукотского вулканогенного пояса; 4. Охотская угленосная площадь; 5 – 7. Алдано-Становая металлогеническая провинция, включая Кет-Капский (Учурский) рудно-россыпной район.

CONTENT

TEACHER AND TIME

<i>Solomin V.P., Sukhorukov V.D., Vereshchagin N.O.</i> Life for teaching.....	8
<i>Vampilova L.B.</i> My teacher.....	14
<i>Golubchikov Yu.N.</i> The origins, goals and reasons of the contradiction of science and religion	17
<i>Grigoriev Al.A.</i> Multidisciplinary view of the hypothesis of cover glaciation (analytical review).....	24
<i>Grishaeva Y.M., Wagner I.V., Evstafieva N.S., Mitrofanova T.L.</i> About approaches to the design of eco-oriented multicultural didactic environments.....	40
<i>Ivanishcheva N.A.</i> Mission of education in forming the scientific picture of the world.....	49
<i>Reteyum A.Yu.</i> Warming of Antarctic as a consequence of degreasing of subsoils	55

PHYSICAL GEOGRAPHY AND RELATED SCIENCES: DIRECTIONS AND RESEARCH METHODS

<i>Anokhin V.M., Dudakova D.S.</i> Preliminary results of the study of surface bottom sediments in the northern part of the Ladoga lake in 2019.....	80
<i>Anokhin V.M., Rybakin V.N., Tokarev I.V., Rummyantsev V.A.</i> New data on the distribution of underground water exits at the day of the northern part of the Ladoga lake.....	85
<i>Baryshnikov N.B., Isaev D.I., Lagay N.V.</i> Inundated processes.....	89
<i>Bondarev V.P.</i> Interrelation of geo-ecological, social-ecological and engineering-ecological analysis in the basin concept.....	94
<i>Vasiliev M.S., Pestryakova L.A.</i> Annual AOD dynamics in central Yakutia according to merra-2 reanalysis data for the period 1980-2018.....	99
<i>Gubin V.N., Arkhipenko T.V.</i> Geoinicator analysis comstructure criteria of petroleum potential of the Pripyat trough.....	103
<i>Ershova A.V., Lebedeva N.V.</i> Dinamics of forest (wood) vegetation on the «Shushenskiy bor» national park.....	109
<i>Zadneeva A.A., Anisimov M.A.</i> Issue of determining of fluctuations in the White sea level on the Kola peninsula in the holocene.....	114
<i>Ivanova U.R., Skok N.V.</i> Application of the method of complex phenological indicators for the study of landscapes of middle rank.....	118
<i>Kvachantiradze E.P.</i> Principle of thermodynamic analysis of climate change.....	122
<i>Kvachantiradze E.P., Lobkovsky N.G., Matyunin V.I., Turgaeva M.O.</i> Regular changes in internal climate-forming factors under global warming.....	127

Relief and surface sedimentary sequences of the Ikh-Bulag river valley (Orkhon-Selenga high mountains, northern Mongolia).....	132
<i>Makunina G.S.</i>	
Cryolandscape genesis: theoretical aspects.....	137
<i>Maslikova O.Ya., Gritsuk I.I., Dolgopolova E.N., Ionov D.N.</i>	
Deformations and mobility of frozen soils.....	142
<i>Petukhov S.I., Anokhin V.M., Naumenko M.A.</i>	
First experience of morphotectonic modeling of the Ladoga lake area.....	147
<i>Potakhin M.S.</i>	
New data on lakes morphology of Shokshinsky ridge (The Southwest Prionezhe)...	152
<i>Rozanov L.L.</i>	
Conceptual basis of technoprocess geography.....	157
<i>Ryabinkin S.V.</i>	
About some inaccuracies when drawing up the equations of the material balance in the evaluation of the generation of fluids.....	162
<i>Serikov M.V.</i>	
Influence of solar activity on Earth's climate.....	165
<i>Sysuev V.V.</i>	
Geophysical analysis of landscape polystructures.....	170
<i>Tolstikov A.V., Galahina N.E., Chernov I.A.</i>	
Interdisciplinary studies of the white sea for verification of the JASMINE software complex.....	175
<i>Trofimets L.N., Panidi E.A., Chaadaeva N.N., Tyapkina A.P., Sankova E.A., Alexandrova A.P., Ivanekha T.L.</i>	
About the reconstruction of "white spots" on the map of pollution of the Orel region with ¹³⁷ Cs of Chernobyl origin	178
<i>Trofimova E.V., Trofimov Ф.Ф.</i>	
Ice caves – natural monuments of the Sayan mountain system.....	183
<i>Chernov A.V.</i>	
Arid landscapes of the Iranian highlands and their tourist attraction.....	186
<i>Shevchenko V.P., Belorukov S.K., Boev A.G., Korobov V.B., Lokhov A.S., Starodymova D.P., Yakovlev A.E.</i>	
Dispersed sedimentary in snow cover of Primorsky district of Arkhangelsk region in march 2019.....	193
<i>Shengelia L.D., Kordzakhia G.I., Tvauri G.A., Dzadzamia M.S.</i>	
Climate change impact on the glaciers of the Inguri river basin (Georgia).....	198
POLAR RESEARCH AND WAYS TO DEVELOP THE ARCTIC AND ANTARCTIC	
<i>Volgin A.V., Volgin D.A., Shilnov A.A., Andreev K.V.</i>	
Regional levels of socio-economic development and environmental situation in the arctic zone of european Russia.....	205
<i>Debolskaya E.I.</i>	
Assesing the filtration influence in the pollution models of the permafrost water flows.....	216
<i>Dolgopolova E.N., Maslikova O.Ya., Debolsky V.K., Gritsuk I.I.</i>	
Hydrological regime of river mouths in subarctic territory under the conditions of worming climate.....	221
<i>Evseev A.V., Krasovskaya T.M.</i>	
Factors controlling ecosystems services pools in Vorkuta advanced development	

zone of the Russian Arctic.....	226
<i>Kim Ja-Young</i>	
Prospects for the tourism industry in the arctic: focusing on Korea and Russia.....	230
<i>Kondratov N.A., Rodionova O.E., Shumilova Yu.N.</i>	
Factors of development of nature management in the Russian Arctic.....	234
<i>Kondratov N.A., Shumilova Yu.N.</i>	
Organizational mechanisms for implementing Russia's Arctic strategy: key development zones.....	239
<i>Repkina T.Yu., Romanenko F.A., Lugovoy N.N., Gurinov A.L.</i>	
Man-made deserts of the White sea coast.....	244
<i>Shadrin A.I.</i>	
Assessment of the interaction of the Russian Federation and the republic of Korea on study the development of the Arctic.....	248
<i>Kim Joung Hun, Seo Seunghyun, Baek Young Jun</i>	
Arctic Policy in Non-Arctic Coast Countries: Focusing on Japan, China and Korea..	251
<i>Ra Mi-Kyoung</i>	
Cooperation Governance in Arctic Climate Change.....	258
<i>Yae Byung-Hwan</i>	
Economic Cooperation between Korea and Russia through the development of the Arctic Circle and the activation of Northern Sea Route.....	260
MODERN PROBLEMS OF THEORETICAL AND APPLIED LYNMOMOLOGY AND HYDROLOGY	
<i>Belkina N.A., Subetto D.A.</i>	
Modern sedimentogenesis of lakes in southern Karelia.....	267
<i>Borodulina G.S., Levichev M.A.</i>	
Groundwater paleoflow in lake Onega.....	272
<i>Vakhrameeva E.A., Losyuk G.N.</i>	
Distribution of the granulometric composition of bottom sediments in the core of lake Kislo-Sladkoe.....	277
<i>Davydenko E.V.</i>	
Research of patterns of distribution of lakes in the North-West of Russia depending on their morphology and hydrological regime.....	281
<i>Demidenko N.A., Savvichev A.S.</i>	
Hydrological regime of the meromictic reservoirs of the Kanda bay, separated by the barrage from the White sea.....	285
<i>Dudakov M.O., Dudakova D.S.</i>	
Creating of digital radio network for collecting hydrological data on the example of studying the daily temperature dynamics of the coastal waters of the lake Ladoga skerries.....	291
<i>Egorov A.N.</i>	
The energy system of salt lakes with a greenhouse effect.....	296
<i>Zhiltsova A.A., Voronov D.A., Krasnova E.D., Patsaeva S.V.</i>	
The influence of external factors on the spectral characteristics of green sulfur bacteria in meromictic lakes.....	301
<i>Ivanova D.A., Radchenko I.G., Voronov D.A., Krasnova E.D.</i>	
Phytoplankton of the Kislo-Sladkoe lake partially separated from the White sea in May 2019.....	307
<i>Kozhevina E.E., Zhakov A.S.</i>	
Comprehensive comparative characteristic of lakes – the Great Bear and Taymyr.....	311

<i>Kolomiets V.L.</i>	
Paleohydrological reconstructions of sedimentation of loose strata of aquatic genesis.....	314
<i>Krasnova E.D., Voronov D.A., Mardashova M.V.</i>	
Long-term dynamics of the hydrological structure of lake Kislo-Sladkoe – a semi-isolated lagoon on the White sea coast.....	319
<i>Losyuk G.N., Kokryatskaya N.M., Vasilenko A.N., Efimov V.A., Krasnova E.D., Voronov D.A.</i>	
Sulfur geochemistry in bottom sediments of the lake Mogilnoe (o. Kildin of the Barents sea).....	325
<i>Patsaeva S.V., Voronov D.A., Krasnova E.D.</i>	
Spectral-optical properties of the chromophoric dissolved organic matter in meromitic lakes of the White sea.....	329
<i>Peretrakhina A.O., Demidionov M.Y., Leontev P.A., Kublitskiy Y.A., Repkina T.Y., Zaretskaya N.E., Subetto D.A., Tumskaya V.V.</i>	
Morphometric features of the lake basins on the coast of the Unskaya bay of the white sea (Murakanskoe and Maloe Murakanskoe) based on the results of bathymetric survey.....	334
<i>Repkina T.Yu., Entin A.L., Lugovoy N.N., Korzinin D.V., Shilova O.S.</i>	
From the strait to the meromictic lake: evolution of the relief of the coastal zone of the Kandalaksha bay of the White sea in the area of Kislo-Sladkoe lake.....	341
<i>Savvichev A.S., Kadnikov V.V., Dvornikov Yu.A., Chomutov A.V.</i>	
Microbial processes and microbial communities in the water-max of the gas emissions of the Yamal peninsula.....	347
<i>Sevastianov D.V.</i>	
Landscape-ecological limnology as an interdisciplinary direction in geography... ..	352
<i>Sidorchuk A.Yu., Tarbeeva A.M.</i>	
The evidences of the river runoff decrease on the Yamal peninsula: preliminary Data.....	358
<i>Trofimova T.P.</i>	
Hydrogeochemical conditions of the ecosystem on the example of lake Churapcha..	361
<i>Shamarina M.A., Shagin S.I.</i>	
Features of the hydrological regime of the floodless part of the Malka river.....	366
<i>Shilova O.S., Krasnova E.D., Repkina T.Yu.</i>	
Spatial distribution of diatoms in the bottom sediments of lake Kislo-Sladkoe on the Karelian coast of White sea.....	370
EVOLUTIONARY AND HISTORICAL GEOGRAPHY, RHYTHM OF PROCESSES AND PHENOMENA	
<i>Ahmadaliev Yu.I., Alimjanov N.N.</i>	
Экологические аспекты традиционного водопользования в Ферганской долине.....	375
<i>Belobrov V.A.</i>	
What distance did the Novgorod horses cover at a time?.....	380
<i>Borisov I.V.</i>	
Serdobolsky granite of Tulolansaari island.....	385
<i>Borisova O.K., Panin A.V., Uspenskaya O.N.</i>	
Changes in vegetation and climate in the Terekhol depression (Southeastern Tuva) in the second half of the holocene.....	390
<i>Vlasov B.P., Zernitskaya V.P.</i>	
The stages of development of lakes of Belarusian Poozerie.....	395
<i>Volkova T.A., Mishchenko A.A.</i>	
Pleistocene-holocene history of formation and development of the Caspian sea and	

the western Caspian within the Russian Federation and connection with natural processes.....	399
<i>Demidionov M.Y., Tikhonenko A.P.</i> Morphometric indicators of lakes in the zone of junction of the Russian plate and the Baltic shield.....	404
<i>Epifanov V.A.</i> Rhythms neoleistocene-holocene, paleoclimate and paleomigration of the genus R1 according to DNA genealogy.....	409
<i>Epifanov V.A.</i> Climate reconstructions for palinology and the core of ice and anthropogenesis according to DNA genealogy.....	417
<i>Epifanov V.A.</i> Paleocatastrophes and paleobservatories in the context of data of genealogy.....	428
<i>Zhavoronkov Yu.M., Lovelius N.V., Eregina S.V., Zhavoronkova D.Yu.</i> The possibility of restoring natural conditions for unique chronology of trees growth (VOLOGDA-CHRONO-2019 (1374-1899)) on materials of archaeological wood and modern trees of Vologda.....	438
<i>Kublitskiy Yu.A., Repkina T.Y., Leontiev P.A., Zaretskaya N.E., Peretrukhina A.O., Shilova O.S., Subetto D.A., Seung Il Nam, Jung-Hyun Kim</i> Reconstruction of changes in the relative level of the Dvinsky bay of the White sea in the holocene according to the study of bottom sediments of the lakes of eastern part of the Onega peninsula.....	454
<i>Lazareva N.N.</i> Rhythmic climate south-east Balticians on the background of global warming.....	459
<i>Naryshkina N.N., Borisova O.K., Konstantinov E.A.</i> Palynological studies of the sediments in the Selizharovskiy ples of the lake Seliger.....	464
<i>Ryzhov Yu.V., Golubtsov V.A.</i> Paleocryogenesis in the Baikal region during late pleistocene second half and holocene.....	467
<i>Ryzhov Yu.V., Golubtsov V.A., Kulagina N.V., Opekunova M.Yu., Smirnov M.V.</i> Environmental conditions of sedimentation and soil formation stages in the Selenga river basin during late glacial and early holocene.....	472
<i>Silin V.I., Golovanov R.I., Sedyakina M.V.</i> Life and activity of Anatoly Antonovich Smylingis.....	477
<i>Slukovskii Z.I., Dauvalter V.A., Guzeva A.V.</i> Paleolimnology of urban environment of the Northwest of Russia.....	481
<i>Chemezov V.E.</i> The reflection of mineralogenic taxa in Eastern Siberia and the far East of Russia in Marco Polo's «book on the marvels of the world».....	486

География: развитие науки и образования
Том I

Коллективная монография

по материалам

международной научно-практической конференции LXXIII Герценовские чтения,
Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 22-25 апреля 2020 года

Подготовка оригинал-макета и редактирование –
А.Н. Паранина

Печатается с оригинал-макета, предоставленного авторами

Подписано в печать 14.04.2020. Формат 60 × 84 ¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 28,95. Тираж 500 экз. Заказ № 139к

Типография РГПУ им. А.И. Герцена, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48