

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Российский государственный педагогический  
университет им. А. И. Герцена  
Кафедра геологии и геоэкологии

# ГЕОЛОГИЯ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ: ГЕОЛОГИЯ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

Том 1. Науки о Земле

Материалы  
VIII Международной конференции  
и летней школы

25 июня – 2 июля 2013 г.

Санкт-Петербург  
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена  
2013

ББК 74я431

Г 34

*Печатается по рекомендации УМО по направлениям педагогического образования Министерства образования и науки РФ и решению редакционно-издательского совета РГПУ им. А.И. Герцена*

Г 34 **Геология** в школе и вузе: Геология и цивилизация: Материалы VIII Международной конференции и летней школы. Том 1. Науки о Земле / Под общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. – 264 с.

ISBN 978–5–8064–1863–1

В сборник включены доклады участников VIII Международной конференции и летней школы «Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация», посвященные 150-летию со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского. Сборник адресуется специалистам в области наук о Земле и естественнонаучного образования, преподавателям вузов, учителям школ, педагогам дополнительного образования, аспирантам, студентам и школьникам.

Конференция проводится в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А. И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).

Сборник издан при финансовой поддержке ЗАО «НЭТИЗ».

ISBN 978–5–8064–1863–1

ББК 74я431

© Коллектив авторов, 2013

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2013

# **ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОЯВЛЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЮ ЧЕЛОВЕКА, ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА**

## **ГЕОЭКОЛОГИЯ – НАУКА, ФОРМИРУЮЩАЯ СИСТЕМНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

*В.П. Соломин, Е.М. Нестеров  
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

К началу XXI в. термин «геоэкология» стал широко использоваться почти во всех естественных науках, потерял свою определенность и превратился в понятие свободного пользования. Многообразие понимания содержания геоэкологии, не свойственное сформировавшимся наукам, следует исключить из практики и, переходя в область теории, разработать относительно однообразное толкование термина. Согласно В.Т.Трофимову [1], главной задачей геоэкологии является изучение влияния абиотических сфер Земли на состояние биоты. В процессе формирования теории геоэкологии необходимо с единых позиций подойти к анализу экологической роли всех абиотических сфер Земли, к разработке классификаций экологических функций каждой из них и сформировать новую структуру геоэкологии как действительно междисциплинарной науки.

Отношения, существующие с начала коэволюции биологической и биокосной среды, можно условно назвать перманентным (постоянным) экологическим кризисом. Перманентный экологический кризис биосферы нашей планеты стимулирует обращение к истории геоэкологических кризисов прошлого. Они случались в истории Земли еще задолго до появления человека и вели к вымиранию множества систематических групп. Наиболее известен кризис в конце мелового периода, вызвавший вымирание динозавров и сопутствовавшей им биоты мезозоя и открывший путь к развитию покрытосеменных, высших насекомых, млекопитающих и птиц в кайнозое. Еще более серьезная глобальная экологическая катастрофа имела место в связи с появлением в архее свободного кислорода в атмосфере Земли, что привело к почти полному вымиранию анаэробной биоты и к революционному формированию совсем другого мира. Таким образом, геоэкологическая проблематика имеет место быть со времени появления жизни на Земле, а геоэкология получает право на историческую методологию и, как следствие, обладает признаками исторической и эволюционной науки.

В ходе четвертичного периода ускоряются резкие изменения климата, чередование ледниковых и межледниковых эпох, колебаний уровня мирового океана, морей и озер, преобразований растительного и животного мира, с особенной силой проявившихся в высоких широтах [2]. Голоцен – текущий отрезок

зок геологической истории – последовал за окончанием последнего оледенения, охватывает последние 12 тыс. лет и является самым динамичным временем экологической эволюции. А нам приходится в нем жить.

Для выработки стратегии поведения общества в ожидании природных катастроф важно иметь в виду, что наряду с такими почти мгновенными катастрофами, как землетрясения, цунами или наводнения, существуют скрытые катастрофы – природные явления, развивающиеся медленно и приводящие к катастрофическим событиям через десятки и сотни лет. К числу скрытых катастроф относятся оледенения, подъёмы (трансгрессии) и падения (регрессии) уровня моря и больших озёр, опустынивание, заболачивание, эрозия и абразия, плавные тектонические движения. Требуются некие критические эпизоды – наложение более частых флуктуаций природных явлений (например, наложение засушливого сезона на длительно развивающееся иссушение), чтобы скрытая катастрофа стала очевидной. Ещё большие интервалы времени необходимо исследовать, чтобы установить периодичность землетрясений в активных зонах (сейсмотектонические циклы), т.е. среднюю повторяемость событий или эпох частых сильных землетрясений. Наличие скрытых катастроф и важность оценки закономерностей повторяемости катастрофических явлений обязывают рассматривать геоэкологические проблемы в исторической ретроспективе. Без такого направления исследований нельзя понять роль геоэкологических факторов в современной жизни и делать какие-либо прогнозы в этой области. Необходимость исторического подхода определяется и тем, что вариации геодинамических параметров среды оказывали на жизнь людей не только отрицательные, но и положительные воздействия. Осознать их значение можно опять-таки лишь в историческом контексте.

Рассмотрение климатических изменений в ряду геодинамических явлений требует пояснения. Геодинамические явления отчасти обуславливают похолодание последних миллионов лет. Так, высокая площадь континентов, обилие суши и гор увеличивает теплоотдачу планеты и усиливает контрастность климатической зональности. Однако в течение голоцена (последние 12 000 лет) прямые воздействия геодинамики на климат не были определяющими. За последние 100 лет средние температуры климатической системы Земли возросли на  $0,6^{\circ}\text{C}$ . В масштабе планеты в целом это много, и служит главным аргументом апологетов глобального потепления. Важным свидетельством такого потепления признается сокращение площадей полярных льдов. Но за последние три года их объёмы восстановились. С завершением текущего цикла активности солнца потепление может оказаться временной аномалией – предшественницей глобального похолодания.

Почти все обсуждаемые явления и структуры являются открытыми диссипативными системами, через границы которых осуществляется обмен энергией и веществом. Системный подход к исследованию влияния геоди-

намики на человеческие сообщества позволяет избежать «геодинамического» детерминизма.

Многообразие взаимоотношений в природе, многоуровневые отношения между природой и техногенно преобразованной средой, сложные процессы в социосфере определяют и разнообразие подходов как в определении места геоэкологии в системе наук, так и ее структуре. Наверное, предпочтение можно отдать единому геоэкологическому подходу, но у него нет еще достаточной теоретической и методологической базы.

Полученные в процессе образования знания и умения позволяют человеку адекватно реагировать на динамику изменений окружающей среды. Современное образование должно обеспечивать опережение по отношению к требованиям, предъявляемым к специалистам в настоящее время, а пока оно характеризуется значительным отставанием. Опережение образовательного процесса над злобой дня лежит сегодня в области единого в рамках науки о Земле образовательного пространства геологии, географии и биологии (как следствие геоэкологии), где поиски общего преобладают над существом различий. В теории антропогенеза без геоэкологии невозможно наметить пути решения современных экологических проблем – изменение климата планеты, снижение природного биоразнообразия, опустынивание; металлизация ландшафтной сферы (биосферы) и другие. В теории и практике образования исключить круг вопросов геоэкологического характера не представляется сегодня возможным [3].

Образование многолико, непрерывно и продолжается в течение всей жизни человека. Сказать, что наша деятельность в этом направлении совсем оригинальна, будет неправильно. Мировую общественность волнуют такие же проблемы, и она использует сходные приемы для повышения образованности общества. Важнейшей задачей геоэкологии в целом и экологической геологии в частности является формирование экологической грамотности общества на всех ступенях образования. В России этой проблеме уделяется крайне малое внимание. В результате мы имеем почти безграмотное в геоэкологическом отношении население.

Формирование теории геоэкологии – дело не слишком далекого будущего. Как следствие, следует ожидать настоящей интеграции базовых наук геоэкологии и превращения ее из междисциплинарного научного направления в самостоятельную полноценную науку.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 годы (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Трофимов В.Т. Парадоксы современного понимания содержания, структуры и задач геоэкологии и о возможном пути их преодоления // Геоэкологические проблемы современности: Доклады 2-й Международной научной конференции. – Владимир: ВГГУ, 2008.

2. Соломин В.П., Нестеров Е.М. Геологическое образование в современном университете и вне его // *Материалы VII Российско-Американской научно-практической конференции.* – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2005.

3. Астахов В.И. *Начала четвертичной геологии.* – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008.

## **ЗАКОН СОДРУЖЕСТВА И ВЗАИМОПОМОЩИ В КОНЦЕПЦИЯХ ЭВОЛЮЦИИ И НЕНАСИЛИЯ**

*Н.Ф. Золотухина, РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Эволюционная теория, одним из основоположников которой, как известно, является Ч.Дарвин, в начале XX века была существенно переработана и трансформирована в теорию эволюции биосферы Земли и Человечества.

Тем не менее дарвиновское учение о борьбе за существование, причем, как правило, вырванное из контекста даже его теории, и по сей день оказывает свое влияние на мировоззрение многих современных ученых и не только в сфере естественных, но и гуманитарных наук. В результате гласно или негласно признается, что борьба за существование, в которой преимущество всегда оказывается на стороне сильного как в мире природы, так и, в определенной мере, в человеческом обществе, – это главный закон эволюции. Согласно этой логике, к исконно человеческим качествам должны быть отнесены лишь такие как, например, агрессивность, жестокость и т.п., в то время как великодушные, терпимость, участие и т.д. попадают в разряд исключительных проявлений.

Если же обратиться к истокам формирования биосферной концепции эволюции Земли и Человечества, в которой появление высшей ноосферной стадии постулировалось В.И. Вернадским именно в русле эволюционной преемственности с предыдущими природными этапами, то вырисовывается совершенно иная и по существу полностью противоположная картина.

Многие идеи биосферной концепции эволюции В.И. Вернадский воспринял от своего учителя, известного русского ученого-почвовода В.В. Докучаева. Именно В. В. Докучаеву принадлежит открытие закономерного взаимодействия и сосуществования в форме определенных целостных систем элементов живой (органической) и так называемой «косной» (неорганической) природы. Одной из таких систем или, как называл их Докучаев, «природных тел» является почва. Аналитический подход к изучению почвы (физический, химический, биологический и т.д.) предшественников В.В. Докучаева так и не позволил им сформулировать общеэволюционные законы. «Аналитизм уже настолько укоренился в разуме ученых, что заставлял их отвергать и живое восприятие природы, и многотысячелетней опыт земледелия, – писал В. В. Докучаев. – Они слишком разбились на довольно искусственные школы... Почти никто не хотел изучать почвы как

естественноисторические тела, никто не хотел исследовать все важнейшие свойства этих тел в их взаимной связи» [1].

Изучение генетических и всегда закономерных соотношений и взаимосвязей между органической и неорганической природой позволило В.В. Докучаеву сформулировать один из фундаментальных законов эволюционного развития, который он назвал «*законом содружества* мира органического с миром неорганическим»... Этот закон обозначил расхождение теории эволюции органического мира Ч. Дарвина и биосферной концепции В.В. Докучаева... В теории эволюции органического мира Ч. Дарвин обосновал идею генетического единства всего живого на планете. Но нужно было сделать следующий шаг – раскрыть характер взаимоотношений живого и неживого. В теории Дарвина была принята во внимание лишь одна сторона этих взаимоотношений – приспособление живого к окружающей среде, и не была представлена другая, противоположная сторона – формирование живым своей среды обитания. Для того чтобы выявить эту вторую сторону, необходимо было выделить и исследовать геохимические функции живого, их непрерывность в геологическом масштабе времени.

«Закон содружества» В.В. Докучаева – это преодоление односторонности эволюционной теории Ч. Дарвина и новый шаг в построении современной эволюционной теории. Сам В.В. Докучаев об этом писал так: «Великий Дарвин ... полагал, что миром управляет ветхозаветный закон: око за око, зуб за зуб. Это крупная ошибка, великое заблуждение, Понятно, что за эту ошибку Дарвина нельзя винить, и ее нельзя приписать недостатку его таланта... Но все же теперь Дарвин оказывается, слава Богу, неправым. В мире, кроме жесткого сурового ветхозаветного закона, мы ясно усматриваем теперь *закон содружества, любви*. И мы знаем, что нигде так резко и отчетливо не проявляется этот закон, как в учении о почвенных зонах, где мы наблюдаем теснейшее взаимодействие и полное содружество мира органического и мира неорганического. Закон Дарвина вполне применим к небольшому полю наблюдений... Если же мы окинем взором обширные зональные пространства, то увидим, что на протяжении тысяч верст чернозем, сурки, ковыли и пр. превосходно уживаются вместе и дополняют друг друга» [2].

Закон содружества получил конкретное подтверждение в докучаевских законах постоянства соотношений наиболее существенных признаков и компонентов биосферных систем. Нечто подобное В.В. Докучаев выявил между факторами почвообразовательного процесса.

Независимо от результатов исследований В.В. Докучаева к таким же выводам пришел еще один русский ученый П.А. Кропоткин – крупнейший натуралист, выдающийся путешественник, известный своими трудами по обоснованию ледниковых периодов, по созданию совместно с Э. Реклю всемирной географии «Земля и люди» но, главное, по книге «Взаимная помощь как фактор эволюции». Последующая его политическая деятель-

ность, как виднейшего теоретика анархизма и критика большевизма, сначала попала под запрет, а впоследствии уже в советский период, к сожалению, полностью заслонила и привела к забвению его научные достижения в области естествознания. «Известно, к каким выводам пришло большинство последователей Дарвина, – писал П.А. Кропоткин, – даже таких умных, как Гексли, в толковании его закона «борьбы за существование». Нет такого насилия белых народов над черными или же сильных по отношению к слабым, которого не старались бы оправдать этими словами – «борьба за существование»... Я чувствовал, что необходимо пересмотреть само понятие «борьбы за жизнь» в мире животных, а тем более его приложение к миру человеческому... И я нашел в речи русского зоолога Кесслера, произнесенной на съезде русских естествоиспытателей в 1880 году, новое превосходное понимание борьбы за существование. «Взаимная помощь, – говорил он, – такой же естественный закон, как и взаимная борьба, но для *прогрессивного* развития вида первая несравненно важнее второй». Эта мысль явилась для меня ключом ко всей задаче. Я начал собирать материалы из жизни животных в подтверждение этой мысли... которые печатались в периодическом издании Лондонского географического общества «Nineteenth Century» под заглавием «Взаимная помощь у животных», затем «у дикарей, у варваров, в средневековом городе и в современном обществе, а потом я издал все это книгою «Взаимная помощь как фактор эволюции»... С другой стороны, изучение учреждений взаимопомощи в различные фазисы цивилизации привело меня к изысканиям о развитии в человечестве идей справедливости и нравственности» [3].

На наш взгляд, именно приоритетность эволюционного закона взаимопомощи и содружества по отношению к закону борьбы за существование является определяющей в возникновении принципа ненасилия как базового в эволюционном развитии на планетарном уровне. Однако несмотря на то, что параллельно с этими выводами естественнонаучных исследований идея ненасилия на рубеже XX века стала одной из ведущих в религиозно-философских трудах Л.Н. Толстого, она не получила дальнейшего развития в биосферной эволюционной теории В.И. Вернадского. Так, введя понятие «ноосфера» для обозначения человеческого фактора эволюционного развития, В.И. Вернадский хотя и обозначил перспективу этого развития как расширение сферы разума, но в своей трактовке разума он фактически свел его к сугубо научной и даже научно-технической направленности, что, кстати, впоследствии нашло отражение в исследованиях К.Э. Циолковского и получило свое логическое продолжение в его космо-технократической концепции будущего человеческой цивилизации. И только в середине XX века последователи В.И. Вернадского (группа ученых во главе с Н.В. Тимофеевым-Ресовским, ставшим героем романа Д. Гранина «Зубр») вновь обратились к закону содружества и взаимопомощи как фактору эволюции, открытому В.В. Докучаевым и П.А. Кропоткиным.

Согласно этому закону, «понятие дружбы, содружества предполагает равноправие партнеров, когда каждый из них выступает как самостоятельное целое со своим своеобразным неповторимым обликом. Здесь нет насилия, принуждения, подчинения произволу другого. И вместе с тем в дружеских отношениях складывается некоторое новое своеобразное единство. Нового рода целостность» [4]. Именно эта позиция легла в основу разработки Н.В. Тимофеевым-Ресовским междисциплинарного подхода как на микробиологическом уровне, так и на уровне всей экосистемы Земли, что позволило ему не только сформировать принципиально новые междисциплинарные подходы в исследовании эволюционных процессов на микробиологическом уровне, но и заложить основы новой области научного знания **экологии** [4]. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что экология явилась принципиально новой формой научного синтеза, включив в себя не только естественнонаучное и технологическое знание, но и духовно-нравственные аспекты осмысления взаимодействия человека с природой, а позднее, благодаря исследованиям академика Д.С. Лихачева, и нравственную проблематику экологии культуры. Таким образом, логика развития биосферной концепции эволюции привела к признанию губительности для жизни человека применения насилия и во взаимоотношениях с природой и между людьми как экологически неприемлемого, что еще раз подтвердило на новом глобальном уровне значение закона природосообразности в этих взаимоотношениях в жизнедеятельности этносов.

Еще одно подтверждение фундаментальности «закона содружества и взаимопомощи» как в эволюционном развитии, так и в самых разных сферах человеческой деятельности (социальной, политической, экономической, юридической и др.), было получено на основе применения теории «некооперативных игр», разработанной американским ученым Джоном Нэшем, за которую он был удостоен Нобелевской премии [5]. Согласно теории Нэша, в каждой игре существует некий набор стратегий ее участников, при котором ни один из них не может изменить свое поведение таким образом, чтобы добиться большего успеха, если другие участники не поменяют свои стратегии. Другими словами, игрокам невыгодно отказываться от этого баланса, поскольку в противном случае, они только ухудшат ситуацию и для себя и для всех. Нэш доказал, что во взаимодействии по крайней мере двух игроков всегда можно выбрать стратегию игры (деятельности), позволяющую максимально успешно сочетать личный и коллективный интересы. Современная эволюционная теория была бы невозможна без представления о «равновесии Нэша», которое математически объясняет, почему животные с дефектами делают свой вклад в генофонд своего вида (потому что в таком случае вид может приобрести новые полезные характеристики). Концепция «равновесия Нэша» легла в основу «экспериментальной экономики», отвергающей классический принцип

конкурентной борьбы. В политике примером поддержания «равновесия Нэша» является институализация понятия «оппозиция».

Таким образом, принцип содружества в самых разных сферах человеческой деятельности позволяет, на наш взгляд, выявить сущностную основу понятия «ненасилие». Как духовно-нравственная категория понятие ненасилие восходит к древне-индийской ведической традиции принесения в жертву человеком своих животных качеств (агрессивности, алчности, зависти и др.) ради духовного восхождения, где ахимса (ненасилие) входило в группу требований начальной ступени на этом пути. Искаженный в последующих языческих культах до кровавых жертвоприношений этот принцип вновь был дан миру в учении и жизни Иисуса Христа как пример возвышения человека на пути к Богу, по образцу которого он и был создан.

Исходя из этой более глубокой духовной взаимосвязи ненасилия и жертвенности по новому может быть интерпретирован и дарвиновский закон борьбы за существование: не как поражение слабого в борьбе с более сильным, а как жертва каждого предыдущего, менее совершенного, уровня неорганической, а затем органической природы, ради достижения более высокого планетарного уровня жизнедеятельности.

В эволюции природы эта жертва проявляется в виде несознательной стихийной силы естественного отбора при условии содействия этому процессу всех природных сил. В человеческом развитии, чтобы продвинуться по пути духовного совершенствования, в жертву должны быть принесены влечения низшего животного уровня, что невозможно без сознательного устремления человека к нравственному идеалу.

Именно в связи с этим по мере становления человеческой цивилизации возникают весьма значительные различия между людьми по степени их духовной зрелости. Этот процесс нам наглядно демонстрирует природа: при созревании плодов на дереве всегда, как известно, среди них есть и более и менее зрелые. Вот почему в отношениях между людьми толерантность как принцип ненасилия, ориентирующий на принятие любого, достигнутого на данный момент человеком, духовного уровня, становится необходимым условием дальнейшего общественного прогресса.

Как справедливо утверждает А.А. Гусейнов, «насилие не тождественно силе, оно является ее негативной разрушительной формой. Ненасилие отрицает силу в деструктивной, разрушительной форме насилия, но не силу вообще. Оно само есть выражение силы, которая... требует большей решимости, внутренней душевной силы» [6]. Развивая эту мысль можно сказать, что следовать принципу ненасилия способен лишь человек, обладающий, прежде всего, силой Духа. Так, в качестве примера такой успешной политики А.А.Гусейнов приводит принципы ненасилия, сформулированные американским борцом за права человека М.-Л. Кингом: «ненасилие 1) есть сопротивление, борьба, путь сильных людей; 2) апеллирует к разуму и совести противника; 3) направлено против зла, а не людей, которые

представляют это зло; 4) принимает страдания без возмездия; 5) избегает наряду с внешним насилием также и внутреннего насилия духа, побеждает врага любовью; 6) исходит из веры в добро и справедливость как глубинную основу мироздания в целом» [7].

Именно эта сила позволила, на наш взгляд, отстаивать свою позицию по духовно-религиозным проблемам Л.Н. Толстому, не взирая на противостояние всего института церкви.

В настоящее время накоплен достаточно большой массив экспериментально доказанных научных фактов, подтверждающих универсальность закона содружества и взаимопомощи, а также значение толерантности и принципа ненасилия в эволюционном развитии и в самых разных областях человеческой деятельности. И все же, несмотря на это, нельзя не признать, что в общественном сознании слишком велика живучесть прежних стереотипов, ориентированных на всеобщую борьбу всех против всех, конечно, не без поддержки определенных реакционных кругов. Даже теория Д. Нэша, перспективная для развития экономики, но осмелившаяся покушаться на «незыблемые» законы конкуренции, была признана лишь через полвека после ее создания.

В связи с этим в наше время формирование дружественных отношений между людьми, взаимопомощи должно возлагаться не только на властные структуры, но и на социальные институты: семью, школу, СМИ, учреждения культуры и образования, ответственные за формирование общественного сознания. Одной из первоочередных задач институтов образования, на наш взгляд, является возрождение отечественных традиций духовно-нравственного воспитания, разработка воспитательных программ, построенных не на декларативных призывах к толерантности, а нацеленных на развитие силы духа и великодушия, основой которых является формирование у молодого человека сильного характера. При этом надо учитывать, что только в реальных ситуациях преодоления трудностей, испытаний (участие в краеведческих, фольклорных, экологических экспедициях, в благотворительных акциях, в волонтерской деятельности, в культурно-просветительских национальных и международных проектах по оказанию помощи социально незащищенным слоям населения и др.) возможно развитие подлинных отношений дружбы, взаимопомощи, формирование таких качеств сильного характера как мужество, решимость, стойкость, выдержка, смелость, трудолюбие, милосердие и др., составляющих основу деятельности в духе принципа ненасилия в повседневной жизни. Необходимо также расширение у современной молодежи мировоззренческих основ как естественной, так и общей картины мира посредством включения в образовательные программы данных о законе содружества и взаимопомощи как фундаментального для эволюции биосферы Земли и Человечества.

#### *Литература*

1. Докучаев В.В. Сочинения. – М., 1950. – Т. 4. – С. 318.

2. Докучаев В.В. Сочинения. – М., 1953. – Т. 7. – С. 277.
3. Кропоткин П.А. Записки революционера. – М., 1988. – С. 470 – 472
4. Тюрюканов А.М. Н.В. Тимофеев-Ресовский. Биосферные раздумья. – М., 1996. – С. 176 – 179.
5. ШЭЛ – дистанционное образование. Лидеры в истории. Джон Нэш ([www.gilbo.ru/index.php?](http://www.gilbo.ru/index.php?))
6. Гусейнов А.А. Философия. Мораль. Политика. – М., 2002. – С. 212.
7. Там же, с. 216.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭТНОГЕНЕЗА

*Д.Ф. Семенов, Вологодский государственный педагогический университет, г. Вологда*

Влияние геологического строения и геологических процессов на рельеф, растительность, почвы, ландшафты, поверхностные воды и другие компоненты природы известны. Частью природы является и человек. Однако влияние геологических факторов на формирование человека, этногенез не уделяется должного внимания. В свое время Л.Н.Гумилёв в числе факторов этногенеза, наряду с ландшафтно-климатическими, социобиологическими, назвал и геологические процессы, но это положение не развивал. Только в последние годы эта проблема стала обсуждаться [1, 2, 3].

В геологии вообще и ее приложении к разным проблемам важно принятие той или иной гипотезы. Доминирующая ныне гипотеза «тектоника литосферных плит» не вносит ясности в проблему влияния геологического строения и геологических процессов на этногенез. Как отметили И.Ю.Гладкий и Ю.Н.Гладкий [1], к границам литосферных плит в Арктике и в тундре не приурочены области, где возникли новые этносы.

Мы будем опираться на гипотезу пульсирующей и расширяющейся Земли [4, 5], которая удовлетворительно объясняет фактические данные о строении и развитии литосферы, формировании природы Земли, в том числе появление воды и океанов, образование горных сооружений, чередование теплого и холодного климатов. Согласно с этой гипотезе при расширении Земли литосфера трескается, в ней образуются новые разломы, развивается рифтогенез, образуются геосинклинальные прогибы, широко проявляется вулканизм (за счет которого на Земле накапливается вода), увеличивается эндогенный тепловой поток, появляются новые или расширяются более ранние моря и океаны. Это приводит к потеплению климата и подъему уровня Мирового океана. Важно подчеркнуть, что при расширении Земли на ее поверхности возникает новое пространство, на котором формируются моря и океаны. В периоды сжатия Земли отложения геосинклинальных прогибов сминаются в складки, образуются горные сооружения, вулканизм затухает, тепловой поток уменьшается. Соответственно,

климат становится холоднее, вплоть до образования ледниковых покровов, уровень Мирового океана понижается.

Само появление на Земле человека (вида *Homo sapiens*) не обошлось без геологических факторов. Принято считать, что прародина современного человека и людей всех рас – северо-восточная часть Африки, где проходит Восточно-Африканская рифтовая система. Характерные для нее повышенный тепловой поток, положительные магнитные аномалии, высокая радиоактивность не могли не сказаться на мутации живших здесь гоминоидов. Сходными характеристиками обладает и Байкальская рифтовая система. Поэтому не исключено, что здесь, в результате мутаций, возникли люди монголоидной расы. На Северо-Западе Европы намечается рифтовая зона, протягивающаяся от Прибалтики до Белого моря. Здесь устанавливаются повышенная пликвативная и дизъюнктивная дислоцированность, положительные магнитные аномалии и значительная сейсмичность. Не исключено, что в этой зоне сформировались люди северной расы.

Почти все древние цивилизации (шумерская, финикийская, хеттская, дренеегипетская, микенская, эллинская и другие) возникли в субширотной ориентированной зоне (побережье и острова Средиземного моря, Иранское нагорье, Месопотамия) – пояс активных кайнозойских геологических процессов с повышенным тепловым потоком, термальными источниками. Здесь обилие разнообразных пород, годных для строительства жилищ, от пещерных городов до крупных каменных мегаполисов. Все это способствовало формированию, развитию и дифференциации разных этносов.

Следует отметить, что геологические процессы чаще всего влияют на этногенез не прямо, а опосредованно, обычно через климат, который, как было выше сказано, во многом является следствием эндогенных процессов Земли. В северном полушарии Земли в плейстоцене чередовались ледниковые и теплые межледниковые эпохи. В холодные эпохи древние люди были вынуждены мигрировать в более комфортные места и, соответственно, смешиваться с аборигенами, образуя новые этносы. Так, в последнюю ледниковую эпоху (23-10 тысяч лет назад), палеоазиаты Восточной Сибири и Чукотки отступали от расширяющегося ледника на юг и восток. В это время Азия и Северная Америка соединялись сушей, называемой Берингией. По ней палеазиаты проникли в Северную Америку. Там они смешивались с другими пришельцами из Азии и Европы и участвовали в формировании индейского суперэтноса. В голоцене началось расширение Земли, наступила теплая эпоха, подъем уровня Мирового океана, и между Азией и Северной Америкой образовался морской пролив. Это привело к изоляции индейцев от палеоазиатов и увеличению их различий.

На Северо-Западе Европы в конце последнего оледенения, называемого осташковским, и в начале голоцена в условиях еще холодного климата сформировалось особое сообщество индоевропейцев, которое называют бореалами. Они занимали Скандинавию, Прибалтику, север Русской рав-

нины. В голоцене при общем потеплении были периоды относительного похолодания, но наиболее теплый климат был 8-7 тысяч лет назад (атлантический период). В это время существовал морской пролив, соединивший Балтийское и Белое моря, отделивший Скандинавию от более восточной территории и, соответственно, разделивший некогда единый народ бореалов. В Скандинавии стали формироваться древние германцы, а восточнее пролива – балты и славяно-русы.

Геологическое строение опосредованно влияло на этногенез и через рельеф Земли, от которого зависят и другие компоненты природы (животный мир и растительность, а это пища людей), в особенности ландшафты. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить народы, живущие на платформенных равнинах (например, восточных славян), денудационных степных ландшафтах (например, казахов) и в горных сооружениях складчатых областей (например, кавказцев).

Наиболее грозными геологическими процессами, непосредственно влиявшими на этногенез, являются землетрясения и вулканизм. При крупных землетрясениях разрушаются жилые сооружения и коммуникации, при извержениях вулканов пеплом покрываются большие территории, гибнут люди и урожаи, приходит в негодность обработанная земля. Древние люди считали все это божьей карой и покидали свою территорию. На новых местах они соединялись с местным населением, привнося свой язык, культуру, традиции. Возникал качественно новый этнос. Историки и археологи такое чаще всего устанавливают в Средиземноморском регионе.

Так, 5-4 тысячи лет до н.э. (точная дата не установлена) в Восточном Средиземноморьи произошло мощное землетрясение, в результате которого образовались проливы Босфор и Дарданеллы, Мраморное море, поднялся уровень воды в Черном море, были затоплены огромные площади Черноморского побережья, возникло Азовское море. Об этой катастрофе (Дарданов потоп) писали античные историки и географы, в частности, Диодор Сицилийский. Это подтвердили исследования осадочных пород дна Черного и Мраморного морей, выполненные А.Д.Архангельским и Н.М.Страховым (данные опубликованы в 1976 г.). Индоевропейские племена, жившие в там до и во время землетрясения, ушли в соседние регионы. В Двуречьи они слились с коренным семитским населением (убаидами) и дали новый этнос – шумеров. В Северном Причерноморьи, Приазовьи и на Балканах они же повлияли на формирование предков фракийцев и славян, а в Малой Азии – хеттов.

Извержение вулкана Санторин в Эгейском море, землетрясения и цунами, произошедшие во второй половине 2-го тысячелетия до н.э., привели к гибели эгейских городов и поселений на островах Крит, Тира и других. Была уничтожена минойская цивилизация. Оставшиеся в живых минойцы погрузились на судна и перебрались на юг Балканского полуострова. Там они слились с ахейцами и другими племенами, дав начало эллинской цивилизации.

В 450 г. н.э. извержение вулкана Илопанга покрыло центральную и западную части Сальвадора пеплом и золой, уничтожив ранние города горных майя (какчикели). Жители, спасаясь бегством, устремились в низинные районы на севере Гватемалы. Там они, смешавшись с равнинными майя, сформировали новый этнос.

Катастрофические геологические процессы могли повлиять на этногенез многих народов. Предполагается, что извержения вулканов и землетрясения заставляли уходить на новые места (вплоть до Америки) предков современных японцев, филиппинцев, полинезийцев.

Приведенных фактов и аргументов достаточно, чтобы утверждать: геологическое строение и геологические процессы влияют на этногенез (наряду с другими природными и общественно-экономическими факторами), а проблема заслуживает изучения. Конечно, во многих случаях степень такого влияния неоднозначна и ее необходимо доказывать. Для этого нужны совместные исследования геологов, географов, историков, археологов.

#### *Литература*

1. Гладкий И.Ю., Гладкий Ю.Н. Влияние тектоники литосферы и магматизма на процесс этногенеза// *Наука о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Т.2. Природа и общество.- СПб.: Изд-во РГПУ, 2012. – С. 3-10.*

2. Киричек-Бондарева М.А. Магистрالی этногенеза в геолого-географической эволюции Земли// *Экологический опыт человечества: прошлое в настоящем и будущем. – М.: ИИЕТ РАН, 1996. – С. 72-74.*

3. Семенов Д.Ф. Геология и этногенез// *Наука о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Т.2. Природа и общество. – СПб.: Изд-во РГПУ, 2012. – С. 24-26.*

4. Милановский Е.Е. Некоторые закономерности тектонического развития и вулканизма Земли в фанерозое (проблема пульсаций и расширения Земли)// *Геотектоника. 1978. № 6. – С. 3-16.*

5. Семенов Д.Ф. Геологическая природа зоны сочленения континента и океана. – М.: Недрa, 1986. – 191 с.

## **ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА**

*И.А. Вдовина, ГБОУ ДПО НИРО, Нижний Новгород*

*Хотя выяснение причин, которые могли изменить поверхность нашей планеты, представляет некоторый интерес, надежней все же заниматься явлениями в том виде, в каком они поддаются измерениям и наблюдениям естествоиспытателя.*

*(А. Гумбольдт. 1963, с. 45)*

Представления об устойчивом развитии природы и общества непосредственно связаны с производственными и природными составляющими ок-

ружающей среды – экономическими интересами общества и экологическими интересами населения. Необходимым условием устойчивого развития природы служит сохранение ее равновесия по отношению к внешним воздействиям.

Одной из основных природных составляющих окружающей среды является земная поверхность, отражающая сложившиеся к некоторому моменту времени условия на определенном участке территории, включающая сбалансированную совокупность взаимосвязанных географических объектов и их элементов. Понятие о земной поверхности является общим для всех наук о Земле. С ним связаны расширяющие его и поясняющие геоморфологические понятия: рельеф земной поверхности, морфология и формы рельефа, структура, генезис и возраст рельефа как пространственно-временная характеристика его состояния, которые в той или иной мере определяют социальный комфорт жизни человека. Основу природного и природно-антропогенного ландшафта, основу среды жизни человека составляет рельеф земной поверхности, изучением которого с различных позиций жизнедеятельности человек занимается геоморфология.

Рельеф земной поверхности как геоморфологическая составляющая окружающей среды, обладает своими особенностями, которые в той или иной мере определяют взаимодействие человека со средой.

1. Рельеф земной поверхности – геоморфологическая система. Под геоморфологической системой понимается реально выделяемый в пространстве и времени комплекс, состоящий из взаимодействующих элементов: а) рельефа земной поверхности, б) рельефообразующих и рельефообразующих процессов, в) внутренних связей между элементами геоморфологической системы, г) внешних связей этой системы с окружающими ее природными, природно-техногенными и социально-экономическими системами.

Системным основанием является рельеф земной поверхности, изображенный точками высот или их обобщением – горизонталями (изобатами). Как система, возникающая на границе различных сфер и состояний материи, рельеф отражает результат их взаимодействия и взаимообусловленности в виде неровностей поверхности или определенных форм.

Форма создается веществом как отражение действия определенного процесса, специфические черты которого отражаются в чертах рельефа – конкретных неровностях в конкретное время между создающим форму веществом и веществом, движение которого обеспечивает проявление самого процесса. Поэтому «морфология рельефа как физическое понятие включает не просто описание неровностей, а отражение действующих процессов.

Геоморфологическая система обладает адаптационным свойством – способностью приспособления к условиям среды. Она заключается в восприятии антропогенной нагрузки, сохраняя морфодинамическую устойчивость.

2. Земная поверхность изучается геоморфологией – наукой пограничной между геологией и географией. В ее становлении огромную роль сыг-

рало целостное представление о рельефе земли, разработанное и представленное в учении И.П. Герасимова о морфоструктурах и морфоскульптурах земли. Методологической основой учения еще со времен В. Дэвиса и В. Пенка является концепция образования рельефа земли как результата непрерывного взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Геоморфология исследует рельеф как результат взаимодействия региональных и глобальных экзогенных и эндогенных факторов, определяющих основные свойства рельефа: устойчивость и привлекательность, как основу ландшафта, как ресурс территориальный, экологический, рекреационный, как фактор, влияющий на экономическую деятельность общества, как базисный элемент биосферы, гидросферы, литосферы, техносферы и в конечном счете ноосферы.

3. Земная поверхность со свойственным ей рельефом является главным элементом географического ландшафта, принимающим на себя все другие компоненты. Именно рельеф определяет пространственную и временную дифференциацию всех элементов географического ландшафта, в том числе и человеческого общества.

И здесь рельеф – основной элемент экосистемы человека. С рельефом связаны все другие компоненты экосистемы человека. Поскольку изменения рельефа в экосистемах во многом обусловлены процессами, происходящими во взаимодействующих средах, поверхностью раздела которых является рельеф, то рельеф является тем звеном, которое принимает, преобразует и передает на другие компоненты системы воздействие эндогенных и экзогенных факторов. При этом «рельеф как явление природы представляет собой не только часть окружающей нас жизненной обстановки, не только объект научного изучения, но и богатейший источник эмоционального восприятия и эстетического наслаждения» (Флоренсов Н.А.).

4. Рельеф (его формы и содержание), являющийся фундаментом биосферы, активно включается в техногенез и техносферу. Изучение взаимодействия человека с природой надо начинать с «фундамента», т.е. с рельефа и его свойств. Техногенные формы рельефа осложняют природные условия территории, нарушают динамическую устойчивость, и порой создают экстремальные ситуации. Комплекс требований к геоморфологическим условиям может меняться, но главным критерием остается безопасность среды для человека. Ведущими факторами техногенного воздействия являются строительство, нефтегазопроводы, гидротехнические сооружения.

С рельефом как через посредника связаны все компоненты экосистемы человека. Природные и антропогенные компоненты экосистемы развиваются по-разному, но взаимно влияя друг на друга. Рельеф как главный компонент геоморфологической системы определяет устойчивость экосистемы человека. Сохранение благоприятного для людей состояния окружающей среды невозможно без рассмотрения ее фундамента. И, следовательно, устойчивое развитие общества невозможно без понимания гео-

морфологического основания экосистемы, создающего комфорт и обеспечивающего безопасность человеку.

*Литература*

1. Гумбольдт А. Путешествия в равноденственные области Нового света в 1779-1804 гг. Остров Тенерифе и Восточная Венесуэла. – М.: Госгеогрлит, 1963. 503 с.
2. Котляков В.М. Избранные сочинения. Книга 3. География в меняющемся мире. – М.: Наука, 2001. 411 с.
3. Морфология рельефа. Коллектив авторов. – М.: Научный мир, 2004. 184 с.
4. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Отв. ред. Э. А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.

**ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ПРОДВИЖЕНИЯ ДРУЖИНЫ АЛЕКСАНДРА ЯРОСЛАВОВИЧА  
К МЕСТУ НЕВСКОЙ БИТВЫ**

*Н.А. Натальин, ЛООО «Сохранение природы и культурного наследия»,  
Саблинский памятник природы*

У историков до сих пор нет единого мнения даже по вопросу самого места сражения – левый берег или правый в устье реки Ижора, не говоря уже о пути продвижения русского войска из Великого Новгорода к месту битвы. Сведения по этому поводу в летописях отсутствуют. Остается строить только предположения. Говорят, что история не терпит сослагательного наклонения. Но практически ученые всех отраслей наук, в своих исследованиях используют методы экспериментального моделирования. И история не является исключением. И вот тогда в восстановлении исторических событий на помощь приходят другие науки. В работе «Предыстория Санкт-Петербурга» А.М.Шарымов приводит судьбоносные слова И.П.Шаскольского: «...К изучению Невской битвы пора, наконец, привлечь такой источник, как историческая топография местности...». Поддержал его и А.Я.Дегтярев: «...этот аргумент можно принять, правда, только после дополнительных исследований, так как за 750 лет под воздействием мощных антропогенных факторов ландшафт устья Ижоры претерпел большие изменения...». Упомянутая И.П.Шаскольским «...историческая топография местности...», а вернее сказать – историческая геоморфология – это один из разделов исторической геологии. То есть историки апеллируют к методологии исторической геологии. Левый берег реки Ижора низменный выположенный, правый высокий и всхолмленный. Устоявшееся мнение, что битва была на правом берегу, затем справедливо стало подвергаться сомнениям (Шаскольский И.П., Шарымов А.М. и др.). С точки зрения военного искусства шведы не должны были встать лагерем на правом берегу, ожидая угрозу с востока. Не использовать водную преграду для врага – непростительная беспечность. Кроме этого сильно

всхолмленный рельеф правого берега непригоден для конного сражения. А.Я.Дегтярев обратил внимание на то, был ли рельеф устья реки таким же 750 лет назад? Или это результат антропогенного, техногенного воздействия на рельеф? Этот вопрос может быть решен в результате обычного инженерно-геологического изыскания – бурение неглубоких (до 2-х м) скважин обычным буром геолога. Если отложения окажутся стратифицированными – ледниковыми (морена), либо водно-ледниковыми, либо аллювиальными, а не техногенными, то топография местности сохранила свой исторический вид.

Что касается вопроса пути следования русского войска к месту Невской битвы, то все существующие предположения можно свести к двум основным вариантам. Первый вариант: А.Н.Кирпичников считает, что войско было только конным, и двигались они от Новгорода напрямую через Тесово. Если шведы пошли бы на шнеках к Старой Ладоге и дальше на Новгород, русскому войску пришлось бы их догонять. А это явный тактический промах. Второй вариант: Г.Н.Караев предложил путь вдоль водных объектов (рек и озер). Конное войско продвигалось берегом, а пешее на ладьях. Этот вариант поддержал и А.Я. Дегтярев. В книге «Заступник отечества», вышедшей в 1990 г. к 750-летию Невской битвы, А.Я. Дегтярев приводит немасштабный абрис продвижения войска Александра Ярославовича. С точки зрения военного искусства второй вариант предпочтительней, поскольку движение навстречу врагу по тому же пути - гарантия, что враг не будет упущен. От Великого Новгорода пешее войско на ладьях спустилось вниз по реке Волхов до Старой Ладогои, затем по Ладожскому озеру до истоков реки Невы, по Неве до устья реки Тосна. До вхождения русского войска в устье реки Тосна, других вариантов продвижения новгородцев предусмотреть сложно. А вот после захода в р. Тосну, возникает вопрос – на каком расстоянии от устья могла быть осуществлена переброска войска к реке Ижора? Г.Н.Караев предполагает, что это произошло в 5км. выше по течению от устья Тосны там, где в неё впадает ручей Широкий. В этом месте наиболее сближены р. Тосна и р. Большой Ижорец (правый приток р. Ижора). Но если посмотреть на физико-географические карты, аэро – и космоснимки этой территории, то эти места до сих пор представляют собой болота, не смотря на проведенные здесь значительные по масштабам мелиоративные работы. Кроме того, русло реки Тосны в этих местах заглубленное. А тем более реки в те времена были гораздо более полноводными. Переход реки Тосны конным войском мог осуществиться по броду, а переброска на реку Ижора только по глинту – уступу в рельефе, который отделяет заболоченную предглинтовую (приневскую) низменность от возвышенного ордовикского плато. Предглинтовая низменность выстлана синими кембрийскими глинами с высокими водоупорными характеристиками. Поэтому здесь так широко распространены болота. Где глины – там всегда болота, где песчаные грунты - там сухо, со-

сновые боры. Во все исторические времена вдоль глинта существовали дороги, именно на глинте строили крепостные сооружения (выгодное топографическое преимущество перед врагом). Это крепости и в Ивангороде, и в Копорье, и в Старой Ладогe. Глинт пересекает Тосну в районе нынешнего Никольского, а первый брод ещё на 3 км выше по течению реки – сразу за местом, где в 19 веке располагалась усадьба Пустынька, принадлежавшая графу А.К.Толстому. От своего устья и до этого брода Тосна течет в ложе из синих кембрийских глин. Выше брода в дне и бортах русла реки появляются пески и песчаники среднего кембрия – саблинская свита, а ещё выше по течению – нижеордовикские пески тосненской свиты. Почему брод образовался именно здесь в русле реки Тосны на границе песчаных пород и вязких размокших синих кембрийских глин? Река Тосна в этих местах течет в живописном каньоне глубиной около 20 м, который она выработывала в течение последних 10-11 тыс. лет. Задача каждой реки уничтожить тот рельеф, по которому она течёт, и привести его к уровню того озерного или морского бассейна, в который она в конечном итоге впадает. Река Тосна стремится к уровню Балтийского моря. За это время рекой перемыто громадное количество ледниковых моренных отложений, содержащих в своем составе валуны кристаллических пород – гранитов, гнейсов, диабазов и др., принесенных сюда ледником с Балтийского щита. Там где русло реки песчаное, валуны перекатывались по дну, особенно при большой воде во время паводков. А в месте, где в русле реки появляются кембрийские глины, валуны сразу вязнут и нагромождаются – так образуется порог из валунов. Другой тип порогов формируется – когда реки пересекают скальные породы. И те и другие пороги, так же как и водопады продвигаются вверх по течению рек за счет пятающейся эрозии. Средняя скорость продвижения Тосненского водопада около 60 см в год. Поэтому порог в 1240 г. мог быть ниже по течению примерно на 500 м. Именно здесь, на правом берегу реки Тосны сейчас стоят поклонный крест, памятный камень в честь 770 летия Невской битвы, заложен камень в основание часовни Бориса и Глеба и планируется строительство храма Александра Невского. Можно предположить, что переход реки Тосна дружиной Александра Ярославовича осуществлялся именно в этом месте – по первому порогу от устья реки.

В каком месте новгородцы могли перебраться на левый берег реки Ижоры для нанесения внезапного удара? Переход на левый берег был необходим, поскольку при нападении на лагерь шведов не нужно было преодолевать водную преграду в устье р. Ижоры. Также как на р. Тосне переброска войска была возможна по первому броду от устья реки. Это брод примерно в 15 км от устья р. Ижора чуть выше современного п. Ям-Ижора. Здесь река пересекает глинт с известняками среднего ордовика и дно – порожистое и каменистое. С учетом пятающейся эрозии порог в 1240 г. мог находиться в месте современного п. Ям-Ижора.

Особо следует отметить, что в 2008 г. у места впадения ручья Большой (на местном сленге Крапивка) в р. Тосна (600м. ниже слияния рек Тосны и Саблинки) был обнаружен культурный слой на распаханном поле. Плугом трактора были выворочены черепки керамической посуды и палеотипная древесина. Археологи были поставлены в известность, но до сих пор работы по изучению поселения не проводились. Черепки, собранные на поверхности представляют собой очень широкий комплекс – тонкая керамика, грубая с гранитной дресвой, керамика, покрытая беложгущейся глиной – белый ангоб. Последняя разновидность керамики характерна и для 13 века. На некоторых черепках обнаружены лунообразные следы ногтей и следы папиллярных узоров кожного покрова пальцев. Есть черепки с пищевым нагаром. По результатам химического и спектрального анализов нагара на посуде можно судить о составе приготовляемой, в те далекие времена, пищи. Петрографический метод изучения черепков (в шлифах) позволит оценить соотношение естественных и искусственных добавок в глине. Радиоуглеродный (по включениям органики) и спорово-пыльцевой методы геохронологии керамического теста позволят определить возраст поселения. Возможно, что поселение здесь существовало на протяжении многих веков. В 13 веке на северо-западе уже господствовала приречная структура расселения. Размещение войска в поселении, оказавшемся на пути следования – обычная практика средневекового военного похода. Возможно, что и Александр Ярославович целенаправленно продвигался к этому поселению. Это и ночлег, и еда, и отдых. Здесь можно было оставить лады и получить подкрепление ижорцев. Они могли показать и броды через реки Тосну и Ижору. Как видно из изложенного материала историческая геология и её методический потенциал должны быть востребованы при исторических исследованиях. Кроме того, к исследованиям такого рода должны привлекаться специалисты и других естественнонаучных дисциплин.

*Доклад конференции: «Духовные доминанты Невского края на службе российской государственности», 08.02.2013 г.*

## **THE EAST SEA AND DOKDO (ISLAND) IN THE EAST ASIA**

*Seokwon Choi, Yonghyuk Yoon, Myeongwoo Lee, Seungchul Gwak  
Kongju National University, Gongju 314-701, Korea,  
[swchoi@kongju.ac.kr](mailto:swchoi@kongju.ac.kr)*

The East Asia is the living space in which China, Japan, and Russia had their long histories with the Korean Peninsular as the center. The Yellow Sea and the East Sea are between lands. As all the lands are surrounded by the Japanese islands, this East Asia sea can be called the East Asian Mediterranean.

**The geological and topographic feature of the East Sea and Dokdo:** Dokdo is an island in the Korean East Sea. The East Sea is between the Korean Peninsular, which borders on China and Russia, and Japan islands to the east. It is the sea

space surrounded by the Republic of Korea, North Korea, Russia, and Japan.

It is estimated that the topography of the East Sea began to be formed about 23 million years ago and finished 15million-12million years ago. The depth of water is more than 2,000m. The bottom topography of the East Sea consists of three small basins-Ulleung, Japan, Yamato and three paleo rift valley Korean earth, Yamato bank, Oki bank. Dokdo belongs to Ulleung basin with 10 km-crust.

As there are few islands in the East Sea, Ulleungdo and Dokdo, which are Korean territory now, are important islands. Dokdo was formed with the volcanic activity in the 3rd. Cenozoic, from the former period to the latter period of Pliocene epoch(around 4.6 million – 2.5 million years ago). Dokdo was a volcanic sea mountain formed with lava and pyroclastic debris erupted from 2,000 m-ocean floor. It is estimated that formation of Dokdo is earlier than Ulleungdo or Jejudo by 2.5 million years (Jang and Park 2009). Main topography of Dokdo have volcanic form such as columnar joint, bomb sack structure and tectonic form like fault dike, coastal form like shore platform, sea cave, sea arch and sea cliff and weathering form like tafoni (Whang and Yoon 2009).

The tectonic form of Dokdo has the fault line and eroded blowout. The joints are shown at the fault line. Though Dokdo originally was one island, it was divided into two islands-Eastdo and Westdo by water erosion. The rocks of Dokdo consists of various agglomerate, trachyte and andesite. There are many sea mountains around Dokdo, which is abundant in underground mineral resources such as petroleum, natural gas, and manganese etc (Whang and etal. 2003).

**Some Issues to the name of "the East Sea":** The East Sea, which is in contiguity with the Korean Peninsular to the west and Japan to the east, has two names-the East Sea and the Japan Sea. While they call the sea to the west of the Korean Peninsular the West Sea, the South Sea to the south, and the East Sea to the east, Japan calls this East Sea the Japan Sea.

Korean national anthem begins with the East Sea. It is a proof that Korean think the East Sea as the symbol of national identity. Nevertheless, the East Sea has an international official name-the Japan Sea. That is why the name of the "Japan Sea" first was written officially in *The Limit of Ocean and Sea* published in International Hydrographic Organization in 1929 when Korea was in Japanese colonial era (Institute of Foreign Affairs and Security, 2000). And so Korea consistently has raised questions to the name of the Japan Sea and is asking the change now.

The sea to the east of Korean Peninsular has been called the East Sea for a long time. The name "The East Sea" was shown in the Goguryeo Dongmyung kingdom of *The Chronicles of the Three States*. King Dongmyung is the founder of Guguryeo kingdom and *The Chronicles of the Three States* is the old history book written officially in obedience to a king in 1145. Considering that a scholar, Lee Sak in the late Koryo Dynasty wrote the East Sea many times in the poem in honor of the friendship with a Japanese monk, Honghye (Lee 1213), we can guess that the East Sea was used universally at that time.

Among Korean old maps, the oldest map having the record of the East Sea was made officially in 1740. The other maps like Haedong map and Yeo map made in 18th. century have the same records. And the East Sea was also recorded in the 8 Provinces map of a geography book (Yang 2004). Meanwhile, there are lots of examples showing the Korean Sea in many maps made after 18th. century. Two of them are Japan map made by Emanuel Bowen in 1747 and the map by Wilkinson in 18. century. These records had been shown by the middle of 19th. century (Kim 2000).

In consideration of these proofs, it is improper to use the Japan Sea as the international official name of the East Sea. At least to use both the East Sea and the Japan Sea at the same time is desirable (Lee 1992, Nho 1993). Korea is developing a nationwide movement to realize this agenda. The international seminar about the names of The East Sea and other Sea was held at Brussel, Belgium in March, 2013. UNESCO has suggested about usage of the names; "If more than two countries share the same topography and use different names each other, the involved countries should try to find out one suitable name and If not, each name should be written at the same time." This suggestion will be a universal solution to use the name of the East Sea.

**Problem of Dominium of Dokdo:** Dokdo (187,554 m<sup>2</sup>) which stay away 220 km to the east of Korean peninsula, consists of the Eastdo, the Westdo, and 30 small rocks. While the area of the Eastdo is 73,297 m<sup>2</sup> and it's altitude is 98.6m, the Westdo is 88,740m<sup>2</sup> and it's altitude is 168.5 m. The coastline of the Eastdo is 2.8km, the Westdo, 2.6km. The Eastdo is located at longitude 131° 52' 10" and latitude 37° 14' 26", and The Westdo, longitude 131° 51' 54" and latitude 37° 14' 30".

Japanese name of Dokdo is Takeshima. Though Dokdo is maintained by Korea now, Japan has claimed sovereignty since 1952. Japan only had had sovereignty from 1905 to 1945 during Korea was under the rule of Japanese Imperialism. After winning the Japan-Russia war, Japan established control over Korea and regulated Dokdo as an ownerless territory and included it in Japanese territory (Shin 2003). Nevertheless, Japan raised the issue of the Korean sovereignty of Dokdo and enacted the Day of Takeshima in 2005. If Japan would claim it's sovereignty, it should prove that Dokdo originally was a Japanese territory.

While Dokdo in the east of Ulleungdo is the uninhabited rock island, Ulleungdo has had inhabitants for a long time. It is 87.4km between two islands. On the other hand, a Japanese island at the same sea, Okishima stays away 157.5km from Dokdo. *The Annal of King Sejong* in 15th. century recorded two islands as ones of Uljin Hyun, Keongsang Province and it said that as they are close together, they can see each other on a fine day (Lee 1996).

There are many records of Dokdo in the old Korean maps. Dokdo was written as "Wusando" in the oldest map, 8 Province map of Sinjeung Dongguk yeoji seungnam. Dokdo also was written as "Wusando" in *Koryeosa* (1451) and

*The Annal of King Sejong (1454) (Song 1999). This delicate issue to sovereignty potentially is able to hold back the peace in East Asia region. In judging this issue, a degree of critical detachment is required.*

#### *References*

1. *Jang, Yeundeuk. Park, Byeongjun. 2009, Topography of Volcanic island Dokdo. Korean Natural heritage Dokdo. Korean Cultural Heritage.*
2. *Whang, Sangil. Yoon, Sunok. 2009, Topography of Dokdo. Geography of Dookdo. Deputy of Korean Territory and Ocean, p. 86-88.*
3. *Whang, Sanggu and etal. 2003, The Cycle of Volcanic Eruption of Dokdo and Volcanic Feature. Resource and Environment Geology, V.36(6), p. 527.*
4. *Institute of Foreign Affairs and Security. 2000, An Analysis on International Problems - focus on recording the East Sea.*
5. *Lee, Sak. 1213, Mokeun Singo.*
6. *Yang, Bokyoung. 2004, The Name of The East Sea Written in the Old Map in Chosun Dynasty. Culture History Geography, V.16(1). p.89-111.*
7. *Kim, Wujun. 2000, Foreign Conflicts between Korea and China, Korea and Japan. Baeksan Hakbo, V.57, p.349-350.*
8. *Lee, Chan. 1992, The East Sea Shown through Old Korean Maps. Geography, V.27(3).*
9. *Nho, Jungsik. 1993, A Study on the East Sea(the Japan Sea) through Old Maps. Taeku Elementary U., V.28*
10. *Shin, Youngha. 2003, Japanese plunder of Dokdo in 1905 and Criticism. Argument t about sovereignty of Dokdo between Korea and Japan. Press of Hanyang U., p.168-178.*
11. *Lee, Hun. 1996, The problem of sovereignty of Dokdo. Dokdo and Tsushima. Spring of Wisdom*
12. *Song, Byunggi. 1999, Korean sovereignty of Dokdo through the documents. Ulleungdo and Dokdo. Press of Dankuk U., p.171-176;*
13. *Hosaka Uji. 2010, An Analysis on King Kojong and Lee Kyuwon's recognition of Wusando. A Study on Dokdo and Ulleungdo. Institute of Northeast Asian History, p.95-106.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭТИКА – ВАЖНЫЙ ФАКТОР КОЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА**

*В.Н. Устинова, Д.В. Волегов, И.Г. Устинова*

*Томский политехнический университет, г. Томск, [ustinovavn@tpu.ru](mailto:ustinovavn@tpu.ru)*

Сохранения глобальные экосистемы (гомеостазы) планеты важно пощадить пока мало изменённые колоссальные территории, обладающие уникальными природными свойствами. Одной из таких территорий является Западная Сибирь. В Западно-Сибирском регионе на значительных территориях сохранились относительно мало нарушенные антропогенным воздействием биogeоценозы. Запанная Сибирь богата полезными ископаемыми, и в связи с истощением ресурсов, этот регион привлекает всё большее внимание. Неимоверными темпами нарастает добыча углеводородов (УВ). Изучение модели месторождения нефти и газа, построение геологической модели резервуара месторождения требует проведения на поверхности сейсмических исследований, бурения глубоких скважин. Каждый

резервуар, а их порядка 30 на крупных месторождениях УВ требует привлечения дополнительных изысканий на поверхности или в скважинах. С 60-х годов прошлого века территория Западной Сибири покрыта разно-масштабными сейсмическими съёмками, пробурено значительное количество скважин при разведке и поисках УВ. Сейсмические исследования, как того требует моделирование резервуаров, возобновляются через 3-5 лет. Количество профилей увеличивается. На поисковом этапе количество исследовательских линий, прокладываемых по поверхности, составляет 30-40 на 500 тыс. км<sup>2</sup>. При этом длина профиля может составлять 4-5 до 20 км. Между профилями 2-4 км, ширина профиля 4 м. На последующих этапах сеть сгущается, расстояние сокращается до 1 км и менее. При этом выпиливается лес, нарушается почвенный слой, структура болот, озёр (упругие волны возбуждаются во взрывных скважинах на глубинах 5-12 м). В настоящее время вся территория Западной Сибири покрыта съёмками 1:25000 и крупнее. При этом рекультивационные работы проводятся в малом объёме. Не менее опасны проливы нефти, выбросы буровых растворов в озёра и реки. Закачка загрязнённых вод в глубокие горизонты, о чём принято решение в настоящее время на крупных месторождениях, например, Уренгойском, Вынгапуровском и др., не менее опасна. В результате нарушается природная среда, ухудшается качество воды в реках и озёрах, искажается структура исконного ландшафта, наносится существенный вред биоразнообразию, растительному миру. Экосистемы, которые раньше обеспечивали продуктами и были объектами промысла для людей, населяющих этого региона, переходят в дисбаланс.

В Западной Сибири, несмотря на интенсивное освоение региона, сохранилась уникальная традиционная культура коренных этносов, наиболее соответствующая природным условиям, обеспечивавшая гармоничное существование человека и природы в течение многих столетий. Общечеловеческое значение этих культур особо актуально в связи с необходимостью поиска альтернативы техногенной цивилизации. Современное стремление человечества к покорению природы противоречит глобальным биосферным закономерностям. Экологический потенциал мировоззренческих ценностей и ориентиров народов Сибирского региона, практический опыт адаптации к экстремальным природным условиям может существенно обогатить общечеловеческую экологическую культуру.

Мировая общественность заинтересована в сохранении всемирного природного наследия – Сибирской тайги, озёр и болот, полноводных рек. В настоящее время в результате недалёковидного индустриального освоения, не соответствующего особенностям биосферы, территория тайги, болот озёр и рек Западной Сибири неуклонно превращается в зону экологического бедствия (загрязняются атмосферный воздух, реки, озёра, болта, подземные воды, наблюдается деградация почв, уменьшаются площади лесных угодий). Утрачивается навсегда самобытная культура малочислен-

ных этносов (ханты, манси, ненцы, селькупы), возникает угроза самому их существованию. В связи с этим необходима разработка дальнейшего пути развития региона с учетом национально-региональных особенностей.

Концепция коэволюции природы и общества должна принять новые формы, формы защиты и бережного отношения к природе, тезис покорения должен отмереть навсегда. Главным тезисом должно стать – «не навреди», и «сколько взял – столько верни». Эти тезисы могут стать векторами государственной политики при приоритетном финансировании экологических программ и направлений развития экологических служб.

Важно изменить отношение общества, государства к природе как ресурсу производства, как средству удовлетворения растущих потребностей. Насущно учиться согласовывать производственную деятельность с возможностями природы и разработать опережающую стратегию, основанную в первую очередь на приоритетах природы как житницы, а не как месту для свалок. Мировое сообщество, каждое государство в отдельности, каждый человек должен осознать, что благополучие человечества, цивилизации базируется на тонкой канве равновесия природы и общества. Цивилизация при существенном демографическом росте и в стремлении к потреблению и обогащению (как основных ценностях цивилизации) сможет сохранить себя, если признает приоритетом комфорт. Но не потребительский комфорт, а комфорт для каждого индивида, где под индивидом следует понимать в широком смысле – живой организм. Только когда приоритетом станет жизнь, человечество приступит к решению глобальных проблем порочности разорения природы, уничтожения деревьев, рек, озёр, животных во всё возрастающем количестве. Не молодой задор покорения должен владеть тенденциями развития, а мудрый разум осмысленного понимания ценностей жизни, любой жизни. Целесообразно создание системы государственного страхования людей, но и ландшафтов, биоценозов, природных объектов, этносов. Каждый причинивший вред природе должен отвечать перед законом и не только убрать свалку, но и восстановить исходное равновесие природной среды и уплатить штраф, соответствующий величине страховой суммы. Уничтожать природу должно стать не выгодно.

«Экологическая этика», как правило, является составной частью традиционного мировоззрения народов Западной Сибири, исконно населяющих эту землю. Эти народы, строившие свою жизнь на балансе и паритете сил, в своих традициях жизни исповедуют бережное отношение к природе и могут стать регулятивом жизни, а их традиции согласия жизни с окружающим биогеоценозом – этикой солидарности общества и природы.

Яркими представителями экологических воззрений, экологической этики в нашей стране были Д.Н. Кайгородов, Г.А. Кожевников, А.П. Семенов-Тян-Шанский, В.И. Вернадский, А.Л. Чижевский. Важный вклад в понимание концепции экологической этики внесла Сеульская международная конференция (1977), на которой была принята Декларация по

экологической этике. В ней отмечалось, что без признания экологической этики никакого устойчивого развития биосферы быть не может. И основная деятельность людей должна быть направлена не на экстенсивное развитие цивилизации, а на сохранение естественной биоты. Эта Декларация связала этические принципы взаимодействия человека с природой, с социальными принципами жизни людей. В Декларации говорится, что сохранить нашу планету сможет лишь сообщество истинно равноправных стран, строящих свое взаимодействие с Землей и взаимоотношения между собой по законам природы и справедливости, сообщество, нацеленное на сохранение и совершенствование человечества. Идеи экологической этики должны стать идеями нового гуманизма, призванного обеспечить трансформацию человека, и способствовать его совершенствованию и воспитанию в нем новых качеств, основанных на возвышении и одухотворении внутреннего мира. На сегодняшний день экологическая этика на Западе имеет более десятка различных направлений – освобождение животных, экоцентризм, экофеминизм, глубинная экология и др. Экологическая этика при широком обсуждении экологических вопросов и развитии ценностно-нормативных установок должна стать основой ответственности людей за состояние окружающей среды и основой хозяйствования.

## **ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**

*И.В. Гравес, В.А. Низовцев*

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, г. Москва,  
[irina@graves.ru](mailto:irina@graves.ru), [nizov2118@mail.ru](mailto:nizov2118@mail.ru)*

Целью работы является выявление закономерностей формирования системы расселения Московского региона в средневековый период в зависимости от ландшафтных условий. Рассматриваемый период включает раннее средневековье (конец железного века V-VII вв., древнерусский период IX-XIII вв.) и позднее средневековье (XIV-XVII вв.). В работе использовались как традиционные ландшафтные методы, так и методы сопряженных ландшафтно-археологических исследований, методы реконструкции ландшафтной структуры и природопользования.

На основе ландшафтного анализа серии разновременных карт размещения средневековых систем поселений выявлены основные этапы заселения территории Московского региона. К настоящему времени только в бассейне Москвы-реки выявлено 239 памятников железного века, в том числе 82 городища и 154 селища (Кренке, 2004). В этот период наряду со скотоводством большое место в хозяйствовании начинает играть и земледелие, как подсечно-огневое, так и пашенное. Стали возводиться искусственные укрепления вокруг поселений (городищ): насыпные валы с частоколом и

глубокие рвы с незащищенных сторон. Большинство поселений позднего железного века приурочены к местностям моренно-водноледниковых равнин, долинных зандров и долинным местностям, обладающих очень сложной ландшафтной структурой, состоящих из большого количества разнообразных, а порой и контрастных, по природным свойствам ПТК. Поселения и хозяйственные угодья железного века расположены чаще всего в «приграничных» ПТК коренных склонов долин и присетевых склонов надпойменных террас и останцах долинных зандров. Это позволяло поселенцам вести «гибкое» комплексное хозяйство (Низовцев, 1997). Ведущим фактором является защищенность территории и, ранние сроки готовности к посеву и легкость обработки почв.

Ландшафтный анализ локализации древнерусских поселений показал, что большая их часть приурочена как в долинах рек, так и на хорошо дренированных приречных участках моренных и зандровых междуречных равнин с суглинистыми почвами повышенной трофности. И это не случайно, так как основой хозяйства славян являлось пашенное земледелие с возделыванием как злаковых, так и зернобобовых и волокнистых культур (Кириянова, 1992). А эти земли были наиболее удобны для земледельцев, т.к. имеют выровненные наклонные, хорошо дренированные поверхности и «теплые» суглинисто-супесчаные почвы относительно высокой трофности с благоприятным для земледелия водно-воздушным режимом. В этот период резко возросли производительные возможности: широкое распространение получил топор (основное орудие труда земледельца в лесной зоне), на смену мотыге и бороне суковатке пришла соха, а в качестве тягловой силы, наряду с быками, стали использовать лошадь. Господствовала переложная система, земледелия, а на старопахотных землях и при крупных поселениях возникала и система севооборота – двухполье (яровые-пар) или трехполье (яровые-озимые-пар). Занятие пашенным земледелием освободило древнерусских поселенцев от «привязанности» к долинам рек и позволило осваивать и междуречные ландшафты с более разнообразной ресурсной базой (Низовцев, 1990).

Большинство городов того времени образовывались в густо заселенных землях, как центры сельскохозяйственных районов (Розенфельдт, 1976). В ландшафтном плане практически все древнерусские города занимают экотонное положение по границам (или рядом с ними) как минимум двух, а чаще трех и более ландшафтов с большой пестротой ландшафтных комплексов и, соответственно, разнообразием почвенно-растительного покрова и обилием животного населения. Разнообразие, а нередко и контрастность, ландшафтных условий обусловлено, главным образом, особенностями литогенной основы и различиями местного климата самих ландшафтов.

В позднем средневековье активно начинают осваиваться междуречные равнины в ходе внутренней колонизации. Данный период является переломным в хозяйственном освоении ландшафтов Подмосковья: природо-

пользование приобретает ярко выраженный экстенсивный характер. Это объясняется как интенсивным ростом населения, так и распространением в земледелии трехпольного севооборота с сошной обработкой почвы. Резко возрастает количество поселений (отмечается пик роста мелких селений – деревень, починков и т.д.) и закладывается основа современной поселенческой структуры и структуры землепользования в большинстве районов Центральной России. Достигается предел аграрной освоенности в сложившейся поселенческой структуре.

Из сказанного следует, что ландшафтный фактор на региональном уровне повлиял в первую очередь на становление и развитие системы расселения, а также на конфигурацию торговых путей. В результате крупнейшие города Московского региона того времени расположены по границам (или буквально вблизи) двух и более ландшафтов. В первую очередь города возникали как центры сельскохозяйственных районов. Но и в условиях Подмосковья при напряженном вегетационном периоде далеко не во все годы можно было получить гарантированные урожаи. Поэтому первопоселенцы выбирали и активно осваивали районы с наиболее разнообразными природными условиями, и, соответственно, богатством природных ресурсов. Ими как раз являлись пограничные ландшафты.

Таким образом, наибольшая плотность населения складывалась в местах, благоприятных для развития сельского хозяйства или ремесла. Условия расположения поселений требовали снабжения водой, благоприятных условий для хозяйственной деятельности и минимума санитарно-гигиенических норм. В позднесредневековый период поселенцы расширили возможности размещения селений (благодаря, например, строительству прудов). Изменяя природу, делая ее более приспособленной для жизни и производства, население расширяло тем самым ареал своего расселения, этому же способствовал рост производительности труда.

В различные периоды сложились разные системы расселения. Так, в позднем железном веке система расселения носила ярко выраженный линейный характер. В древнерусский период, система расселения усложняется, включая как крупные скопления поселений в долинах крупных рек (Москвы-реки, Оки, Клязьмы, Волги) с укрепленными пунктами, так и сеть неукрепленных поселений по берегам малых рек. В позднесредневековый период, сложность системы расселения продолжает возрастать, захватываются междуречные равнины и в зависимости от конкретной территории система приобретает свои специфические черты.

*Работа выполнена по проекту РФФИ № 11-05-01068-а.*

#### *Литература*

1. Кирьянова Н.А. *Сельскохозяйственные культуры и системы земледелия в лесной зоне Руси XI-XV вв.* М., 1992.
2. Кренке Н.А. *Среднее течение Москвы-реки в железном веке и раннем средневековье // Культура средневековой Москвы. Исторические ландшафты. Т.1.*

- Расселение, освоение земель и природная среда в округе Москвы XII–XIII вв. М.: Наука, 2004.*
3. Низовцев В.А. *История хозяйственного освоения ландшафтов юго-западного Подмосковья (домонгольский период) // Ландшафты Московской области и Подмосковья, их использование и охрана. М., 1990.*
  4. Низовцев В.А. *История становления первых природно-хозяйственных систем Подмосковья // История изучения, использования и охраны природных ресурсов Москвы и Московского региона. М.: Янус-К, 1997.*
  5. Розенфельдт Р.Л. *Древнейшие города Подмосковья и процесс их возникновения. // Русский город. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976.*

## **CAUSES OF CHANGES IN SIZE STRUCTURE OF CITIES IN ŚWIĘTOKRZYSKIE VOIVODESHIP AGAINST A BACKGROUND OF CHANGES IN POLAND IN 2002-2012**

*Mirosław Mularczyk*

*Institute of Geography, The Jan Kochanowski University in Kielce, Poland*

### **Introduction**

The latest reform of administrative system in Poland took place in 1999. A number of Voivodeships was reduced from 49 to 16. Two-stage administrative division (*gminy*, voivodeships) was replaced by a three-stage one (*gminy*, *powiaty*, voivodeships). City system of Świętokrzyskie Voivodeship, which accounted for a tangible skeleton of the region, has been undergoing transformation from that moment, leading to separation of spatial and functional complete body.

The objective of this article is to answer questions:

- How was size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship changing between 2002 and 2011 against a background of Poland?
- What are the causes of these changes?

Statistical methods have been applied in order to answer the above questions. Analysis of population transformations in cities of Świętokrzyskie Voivodeship between 2002 and 2011, as well as analysis of particular factors influencing them have been conducted. Both factors which occur in the cities in the analysed period and conditions located outside them have been considered when explaining causes of changes in size structure of cities. Parysek (2005) grouped internal (endogenic) factors in two types: over-local factors (systemic transformation, political situation, state of national economy, regional policy) and local factors (demographic situation, social transformation, local development resources, urbanisation). Whereas, the external conditions included postindustrial transformation, globalisation, metropolisation and European Integration. Theoretically it is possible to create many indexes illustrating them, however low accessibility of data limits these possibilities. A typical factor, namely a value of natural increase, which determines changes in population of each settlement unit and a migration balance, considered a condition,

which also directly influences changes in number of a city's inhabitants have been taken into consideration, when analysing causes of changes in size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship between 2002 and 2011.

Natural increase and migration balance account for a basis for demographic typology of cities according to Webb (1964). Thanks to it one can determine a dominating cause of change in number of inhabitants. Eight demographic types have been distinguished and marked by letters from A to H. The first four are thought to be developing ones, where population grows. Type A is characterised by positive natural increase rate which surpasses negative migration balance, type B by positive natural increase rate surpassing positive migration balance, type C by positive natural increase rate lower than positive migration balance and finally type D by positive migration balance surpassing negative natural increase rate. Another four types are considered a regressive type, where a decrease of population is observed. Type E is characterised by negative natural increase rate which is not compensated by positive migration balance, type F by negative natural increase surpassing negative migration balance, type G by negative natural increase rate which does not surpass negative migration balance and type H by negative migration balance which is not compensated by positive natural increase.

30 cities from Świętokrzyskie Voivodeship were a subject to deliberation about size structure in 2002. In 2011, Daleszyce regained city rights, thanks to which there were 31 cities undergoing analysis. That is why dynamics of changes in functional and size hierarchy in the analysed period has been presented for 30 cities.

### **Changes in size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship between 2002 and 2011**

Percentage of urban population in Poland in the analysed period decreased from 61.7% to 60.4% (Tab. 1). It is a tendency observed since 1997 (Parysek 2005). A decrease has been observed in almost all the voivodeships, except Opole, Podkarpackie and Podlaskie Voivodeships. Świętokrzyskie Voivodeship has one of the lowest percentages of urban population in Poland. In 2002 it amounted to 45.8% whereas in 2011 – 44.6%. Low level of urbanisation and domination of agricultural functions in rural areas of the voivodeship (Kopacz, Mularczyk 2012) determine specificity of cities development, especially of the small ones, related to their agricultural infrastructure. Dynamics of changes corresponds with national tendencies. Between 2002 and 2011 indicator of changes dynamics in urban population amounted to 97.5%, while the country's average was 97.9% (2002 – 100%) (Tab. 1). Average number of cities' inhabitants in Świętokrzyskie Voivodeship, both in 2002 and in 2011 was one of the lowest in Poland. At the beginning of the analysed period it amounted to 19,766, whereas at the end to 18,396, while country's average amounted respectively to 26,694 and 25,635. One can observe that there was a decrease in the average number of cities' inhabitants, both in Poland and in Świętokrzyskie Voivodeship. Rate of these changes was significantly higher in cities of the voivodeship (decrease by 6.9%) in relation to the

country's average (decrease by 4%). Growth of the average number of cities' inhabitants was noted in this period only in Masovian Voivodeship (Tab. 1).

*Tab. 1. Changes in percentage of urban population in Poland between 2002 and 2011 by voivodeships*

Voivodeship	General number of cities in		Average number of city's inhabitants in		Percentage of urban population in		Dynamics of change in the average number of city's inhabitants 2002 – 100%	Dynamics of change in percentage of urban population 2002 – 100%
	2002	2011	2002	2011	2002	2011		
Poland	883	908	26694	25635	61.7	60.4	96.0	97.9
Lower Silesian	90	91	23011	22162	71.3	69.1	96.3	97.0
Kuyavian-Pomeranian	52	52	24719	24094	62.1	59.7	97.5	96.1
Lubelskie	41	42	24990	23871	46.6	46.2	95.5	99.0
Lubuskie	42	42	15481	15278	64.5	62.7	98.7	97.2
Łódzkie	42	44	40295	36915	64.9	64.1	91.6	98.8
Lesser Poland	55	61	29543	26713	50.2	48.7	90.4	97.0
Masovian	84	85	39447	39832	64.6	64.1	101.0	99.1
Opolskie	34	35	16391	15357	52.5	53.0	93.7	100.9
Subcarpathian	45	50	18926	17474	40.5	41.0	92.3	101.4
Podlaskie	36	40	19758	18012	58.9	60.0	91.2	101.9
Pomeranian	42	42	35354	35183	68.0	64.7	99.5	95.2
Silesian	71	71	52659	50897	79.0	78.1	96.7	98.9
Świętokrzyskie	30	31	19766	18396	45.8	44.6	93.1	97.5
Warmian-Masurian	49	49	17542	17402	60.2	58.7	99.2	97.5
Greater Poland	109	109	17744	17529	57.6	55.3	98.8	95.9
West Pomeranian	61	64	19318	18234	69.4	67.7	94.4	97.6

*Source: own calculations on the basis of: Rocznik Statystyczny Województw 2003, 2012, GUS (Statistical Yearbook of Voivodeships 2003, 2012, Central Statistical Office)*

Number of cities' inhabitants in Świętokrzyskie Voivodeship decreased in the analysed period by 3.28% (Tab. 2). A lower decline was observed in Poland between 2002 and 2011, it amounted to 1.28%. Taking size structure into account, in Świętokrzyskie Voivodeship population was shrinking fastest in a large city. Kielce's population decreased by 4.72% (Tab. 2). A smaller decline was observed in medium-sized cities. In cities inhabited by 50,000 – 99,999 people it amounted to 3.53%, while in those inhabited by 20,000 – 49,999 people – 2.44%. Changes are diversified in small towns of Świętokrzyskie Voivodeship. Decline of population by 2.88% was observed among towns inhabited by 10,000 – 19,999 people, whereas population of cities inhabited by 5,000 – 9,999 people decreased by 2.27%. Population grew by 0.66% in towns inhabited by up to 4,999 people (Daleszyce, which regained city rights in the analysed period was not taken into account) (Tab. 2).

Along with the decrease of cities' population, changes their size structure (Tab. 3). In 2002 small towns (up to 20 thousand inhabitants) accounted for 74.97% of all

the units in Poland, while in 2011 this share grew to 75.44%. It was bigger in Świętokrzyskie Voivodeship – in 2002 it amounted to 80% while in 2011 to 80.5%.

Tab. 2. Changes in number of cities' inhabitants in Świętokrzyskie Voivodeship between 2002 and 2011

City	Population 2002	Population 2011	Difference in population	
			Absolute	%
Kielce	211810	201815	-9995	-4.72
Ostrowiec Świętokrzyski	75262	73300	-1962	-2.61
Starachowice	54464	52088	-2376	-4.36
Skarżysko-Kamienna	50314	48304	-2010	-3.99
Sandomierz	25457	24801	-656	-2.58
Końskie	21233	20748	-485	-2.28
Busko-Zdrój	17495	17004	-491	-2.81
Jędrzejów	17027	16076	-951	-5.59
Staszów	15844	15645	-199	-1.26
Pińczów	12065	11567	-498	-4.13
Włoszczowa	10728	10763	35	0.33
Suchedniów	9095	8814	-281	-3.09
Połaniec	8525	8406	-119	-1.40
Opatów	6914	6831	-83	-1.20
Sędziszów	6905	6703	-202	-2.93
Stąporków	6184	6110	-74	-1.20
Kazimierza Wielka	5975	5882	-93	-1.56
Ożarów	5049	4798	-251	-4.97
Chęciny	4267	4458	191	4.48
Chmielnik	4075	3982	-93	-2.28
Małogoszcz	3976	3979	3	0.08
Ćmielów	3184	3238	54	1.70
Kunów	3127	3165	38	1.22
Daleszyce	0	2957	0	0.00
Wąchock	2855	2912	57	2.00
Koprzywnica	2575	2604	29	1.13
Bodzentyń	2304	2320	16	0.69
Osiek	1943	1991	48	2.47
Zawichost	1918	1867	-51	-2.66
Skalbmierz	1334	1355	21	1.57
Działoszyce	1122	1024	-98	-8.73
<b>Total</b>	<b>595028</b>	<b>575507</b>	<b>-19521</b>	<b>-3.28</b>

Source: Own calculation on the basis of GUS's data (Central Statistical Office) ([www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl))

The smallest towns (up to 5,000 inhabitants) dominated in the group of cities inhabited by up to 20,000 people, both in Poland and in Świętokrzyskie Voivodeship (Tab. 3). It was also among them that the highest growth rate was observed; in Poland it was by 7.8% while in Świętokrzyskie Voivodeship by 16.72%. Significant changes in share of the remaining towns (from 5,000 to 9,999 and from 10,000 to 19,999 inhabitants) in the total number of cities were not observed in Poland. Whereas in Świętokrzyskie Voivodeship a decline was observed among the towns of such size, both of their number (85.71% in relation to 2011) and of share in total number of cities (in 2002 – 23.33%, in 2011 – 19.35%).

Tab. 3. Changes in size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship vs Poland in 2002-2011

	Year	Cities with population of						
		below 5,000	5,000-9,999	10,000-19,999	20,000-49,999	50,000-99,999	100,000-199,999	200,000 and more
Poland – share in the total number of cities (%)	2002	33.30	20.95	20.72	14.95	5.55	2.49	2.04
	2011	34.91	20.15	20.37	14.98	5.29	2.42	1.87
Dynamics of changes in the number of cities (2002 – 100%)		107.82	98.92	101.09	103.03	97.96	100.00	94.44
Świętokrzyskie Voivodeship (share in the total number of cities - %)	2002	40	23.33	16.67	6.67	10	0	3.33
	2011	45.16	19.35	16.13	9.68	6.45	0	3.23
Dynamics of changes in the number of cities (2002 – 100%)		116.67	85.71	100	150	66.67	0	100
Poland (share in the number of inhabitants - %)	2002	3.82	5.59	11.39	17.36	14.08	12.71	35.05
	2011	4.15	5.58	11.55	18.23	13.90	12.85	33.74
Dynamics of change in cities' population (2002 – 100%)		107.77	98.89	100.61	104.21	97.94	100.34	95.51
Świętokrzyskie Voivodeship – (share in the number of inhabitants - %)	2002	5.51	8.20	12.34	7.88	30.35	0.00	35.72
	2011	7.05	7.42	12.35	16.32	21.79	0.00	35.07
Dynamics of change in cities' population (2002 – 100%)		124.16	87.86	97.13	201.07	69.67	0.00	95.28

Source: Own calculations on the basis of Statistical Yearbook of Voivodeships 2003, 2012

Significant changes were not observed in Poland in the group of cities with population of 20,000 – 199,999 inhabitants. Number of the smallest towns (from 20,000 to 49,999 inhabitants) increased by 3.03%, number of cities with population of 50,000 – 99,999 inhabitants decreased by 2.04%, whereas number of cities with 100,000 – 199,999 inhabitants did not change. There are only three cities of this size in Świętokrzyskie Voivodeship (Ostrowiec Świętokrzyski, Starachowice and Skarżysko Kamienna). None of them exceeded 100,000 inhabitants. Skarżysko Kamienna's population dropped below 50,000 inhabitants in the analysed period. It resulted in growth of share of towns with population of 20,000 – 49,999 inhabitants from 6.67% in 2002 to 9.68% in 2011 as well as decline of share of cities with population of 50,000 – 99,000 inhabitants from 10% in 2002 to 6.45% in 2011 (Tab. 3). Share of cities with population over 200,000 thousand in total number of cities decreased in Poland in the analysed period from 2.04% to 1.87%. Their

number declined by 5.56%. There is only one city of this size in Świętokrzyskie Voivodeship – the capital of the voivodeship, i.e. Kielce.

A growth of share of small towns' population in total cities' population was observed in Poland between 2002 and 2011. Share of the smallest towns' (up to 5,000 inhabitants) population increased from 3.82% in 2002 to 4.15% in 2011. Number of inhabitants of these towns increased by 7.77% in the analysed period. Share of population of towns inhabited by 5,000 – 9,999 people and 10,000 – 20,000 people changed insignificantly, respectively from 5.59% and 11.39% in 2002 to 5.58% and 11.55% in 2011. One can observe an increase in share of population of towns inhabited by 20,000 – 49,999 people in the group of medium-sized towns (from 17.36% in 2002 to 18.23% in 2011), a slight drop in the group of cities with population of 50,000 – 99,999 (from 14.08% to 13.90%) and a mild increase in the cities with population of 100,000 – 199,999 people (from 12.71% to 12.85%). A decline was observed in share of the biggest cities' population in the whole urban population from 35.05% in 2002 to 33.74% in 2011. Number of inhabitants of these settlement units dropped by approximately 4.5% in the analysed period (Tab. 3). Similar changes are observed in Świętokrzyskie Voivodeship. In the group of small towns an increase was observed in share of population of settlement units with population of up to 5,000 inhabitants, from 5.51% to 7.05%. Population in these towns grew by 24%. Share of inhabitants of settlements with population of 5,000 to 9,999 people dropped from 8.2% to 7.42%, while in case of the ones with population of 10,000 to 19,999 people it grew insignificantly from 12.34% in 2002 to 12.35% in 2011. In group of medium-sized cities, due to a decline in Skarżysko Kamienna's population below 50,000 people, an increase in share of population of towns inhabited by 20,000 – 49,999 people from 7.88% in 2002 to 16.32% in 2011 was observed, along with a drop of this share in case of settlement units inhabited by 50,000 – 99,999 people from 30.35% to 35.07% (Tab. 3.).

Analysis of cities development in terms of size in particular classes during the analysed period allows to conclude that share of the smallest settlement units with population of up to 5,000 people is growing both in the national and Świętokrzyskie Voivodeship's regional urban system. This trend originates from the 90's of the 20<sup>th</sup> c. (Parysek 2005). Earlier, especially between 1970 and 1975, a decline in share of population inhabiting settlements of such size in total urban population was observed. Forecasts presume that in the future majority of these nodes will be characterised by a slight decline, especially in share of population (Heffner 2008). These forecasts are confirmed by analysis of demographic types of cities in Świętokrzyskie Voivodeship for 2011, presented in the next subsection.

A low growth rate, which remained steady until the turn of centuries, was observed in the towns with population of 5,000 to 9,999 in the 90s of the 20<sup>th</sup> c. (Parysek 2005). Yet, a slight downward tendency, both of share in number of cities and in population of the cities of this size has been observed since the beginning of the 21<sup>st</sup> c. This tendency is more evident in the regional Świętokrzyskie

Voivodeship's city system than in the national city system. Forecasts presume stabilisation of cities of this size in the long run (Heffner 2008).

According to the former research (Parysek 2005) growth rate of population in cities inhabited by 10,000 – 19,000 people is cyclical. An insignificant increase was noticed in the last years of the 20<sup>th</sup> c. A small increase of their share in total population and a slight decline in total number of cities has been taking place at the beginning of the 21<sup>st</sup> c., both in the national and regional Świętokrzyskie Voivodeship's city system. Alike the former group of cities, stabilisation of these nodes is forecasted (Heffner 2008).

Cyclicity characterises also development of medium-sized towns with population of 20,000 – 49,999 inhabitants. Their growth rate almost died down at the end of the 20<sup>th</sup> c. (Parysek 2005). Whereas, at the beginning of the 21<sup>st</sup> c. they have grown again, both in terms of share in total number of cities and in population, in the national as well as regional Świętokrzyskie Voivodeship's city systems.

Downward tendencies in population growth rate were observed in the cities with population of 50,000 – 99,999 people in the last decade of the 20<sup>th</sup> c. Taking into consideration their share in total number of cities and population one can suggest that downward tendencies have continued till the beginning of the 21<sup>st</sup> c. Cities of this size are losing in importance both in the national and regional Świętokrzyskie Voivodeship's city systems.

A mild growth of cities with population of 100,000 – 199,999 inhabitants was recorded in the 90s of the 20<sup>th</sup> c. after a period of demographic stagnation caused by the economic crisis (Parysek 2005). Share of cities of this size in total number of cities decreased a little at the beginning of the 21<sup>st</sup> c., yet their share in total population increased slightly. Cities of this size do not occur in Świętokrzyskie Voivodeship.

Large cities with population over 200,000 inhabitants keep on losing in importance. Their share both in total number of cities and in population is decreasing. Only one city from this size class – Kielce is found in Świętokrzyskie Voivodeship. Its share in urban population of the voivodeship decreased insignificantly, despite a decline in number of its inhabitants by 4.7%.

#### **Causes of changes in size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship**

Cities of Świętokrzyskie Voivodeship represented seven demographic types in 2002 (Tab. 4). Six from among thirty analysed settlement units were included in development group. These were small towns, with population below 20,000 and one medium-sized town inhabited by 20,000 – 49,999 people. Type A (positive natural increase rate surpasses negative migration balance) includes Sandomierz, Suchedniów and Sędziszów, type C (positive natural increase rate is lower than positive migration balance) includes Włoszczowa and Kunów, type D (positive migration balance compensates negative natural increase rate) includes Ćmielów. None of the urban units has been qualified to type B, characterised by positive natural increase rate surpassing positive migration balance (Tab. 4). Majority, namely 24 cities, represented the regressive type. Eleven of them, therein the

biggest city of the voivodeship – Kielce and medium-sized towns inhabited by 50,000 to 99,999 people (Ostrowiec Świętokrzyski, Starachowice, Skarżysko Kamienna) were included in type G, where negative migration balance surpasses negative natural increase rate. Seven towns inhabited by less than 5,000 people were classified into type F characterised by negative natural increase rate surpassing negative migration balance. Type H, where negative migration balance is not compensated by positive natural increase rate was represented by five cities. One town – Wąchock was included in demographic type E, where positive migration balance does not compensate negative natural increase rate. All the medium and big cities of Świętokrzyskie Voivodeship, except Sandomierz, were included in depopulating type G. Negative migration balance surpassed there negative natural increase rate. Depopulating types from group F (seven towns) where negative natural increase rate is higher than negative migration balance, from group G (six towns) where negative migration balance surpasses negative natural increase rate, from group H (five towns) where positive natural increase rate does not compensate negative migration balance, dominated among the small towns. It was migration, most of all, that determined depopulation in the analysed cities of Świętokrzyskie Voivodeship (Tab. 4). Average value of migration balance for all the cities in Świętokrzyskie Voivodeship in 2002 amounted to 4.6‰. Positive natural increase did not compensate negative migration balance (type H) or negative migration balance surpassed negative natural increase (type G) in 16 cases (53%). The biggest loss in population as a result of negative migration balance was observed in small towns, where big industrial mills, which underwent restructuring in the era of systemic transformation, used to function, e.g.: Pińczów (-9.61‰), Połaniec (-21.11‰), Ożarów (-16.64 ‰), Małogoszcz (-11.82‰) as well as in the units located peripherally, far from the main routes, e.g. Działoszyce (-16.04‰). Positive migration balance characterised majority of towns located in neighbourhood of bigger ones, e.g.: Suchedniów (2.53‰) near Skarżysko Kamienna, Ćmielów (9.74‰), Kunów (5.44‰) near Ostrowiec Świętokrzyski, Wąchock (0.35‰) near Starachowice.

Demographic situation of cities in Świętokrzyskie Voivodeship changed in 2011. Five demographic types had their representation (Tab. 4). Only one city was found developing – Wąchock, which was included in type D. Positive migration balance surpassing negative natural increase determined growth of population in this case. The remaining cities were included in regressive types. Type G, characterised by negative migration balance surpassing negative natural increase rate, included the most numerous group of cities. Fifteen (49%) out of thirty analysed settlement units, all medium-sized inhabited by 20,000 to 99,999 people were classified into this type. Eight cities – therein the biggest one – Kielce represented type H, where negative migration balance was not compensated by positive natural increase. Four cities represented demographic type F, in which negative natural increase rate surpasses negative migration balance. Three units were included in type E. Positive migration balance did not

compensate negative natural increase there (Tab. 4). All the large and medium-sized cities in Świętokrzyskie Voivodeship belonged to depopulating types. Cities where negative migration balance surpassed negative natural increase (type G) dominated. Kielce, where negative migration balance was not compensated by positive natural increase (type H) was an exception. Depopulation types dominated also among small towns, with exception of Wąchock. Negative migration balance surpassed negative natural increase (type G) in ten out of twenty five units, negative migration balance was not compensated by positive natural increase (type H) in seven units, negative natural increase surpassed negative migration balance (type F) in four of them, whereas in three units positive migration balance did not compensate negative natural increase (Tab. 4). Alike the former period, it was mostly negative migration balance that determined depopulation processes in 2011. Its average for all the units amounted to -4,2‰. Negative migration balance surpassed negative natural increase (type G – 15 cities) or positive natural increase did not compensate negative migration balance (type H – 8 units) in as many as twenty three urban units (74%) out of thirty one analysed ones. The most severe loss of population as a result of negative migration balance was observed in those cities where restructuring of industrial activity had taken place during the era of systemic transformation, e.g. Połaniec (-13.3‰) and Ożarów (-13.1‰). Moreover, the biggest of small towns inhabited by 10,000 – 19,999 people and the smallest medium-sized towns inhabited by 20,000 – 49,999 people became less attractive which was expressed in migration balance. Migration balance in Sandomierz decreased from -0.63‰ in 2002 to -5.9‰ in 2011, in Końskie from -6.45‰ to -9.4‰, in Busko – Zdrój from 3.77‰ to -8.9‰. Ćmielów and Wąchock, from among small towns located near to larger cities, kept a positive migration balance. The remaining units had a negative migration balance.

Majority of cities in Świętokrzyskie Voivodeship were included in regressive group, both in 2002 and 2011. Depopulation processes were getting more intense in the analysed cities. Six cities belonged to developing group in 2002 (tab. 4), but only one in 2011 (Tab. 4). Similar processes have been observed within the former researches into city systems of Podlaskie, Lubuskie and Greater Poland Voivodeships (comp. Maćkowiak, Kulczyńska 2006; Konecka-Szydłowska, Weltrowska 2006; Konecka-Szydłowska, Motykowski 2007). These similarities consist in the fact that depopulating cities dominate in the analysed voivodeships. However, their share in total number of cities was lower. They accounted for 61% in Podlaskie Voivodeship in 2006, while in Świętokrzyskie Voivodeship for 80% in 2002 and for 97% of all the urban units in 2011. Majority of depopulating cities in the above mentioned research results represented type H with a negative migration balance surpassing positive natural increase, whereas in case of Świętokrzyskie Voivodeship majority represented type G, in which negative migration balance surpasses negative natural increase.

Tab. 4. Demographic types of cities in Świętokrzyskie Voivodeship between 2002 and 2011

City/town	Population 2002	Natural increase rate in 2002	Migration balance 2002	Demographic types 2002	Population 2011	Natural increase rate 2011	Migration balance 2011	Demographic types 2011
Kielce	211810	-0.17	-4.65	<b>G</b>	201815	0.3	-3.5	<b>H</b>
Ostrowiec Świętokrzyski	75262	-1.66	-5.04	<b>G</b>	73300	-3.3	-4.1	<b>G</b>
Starachowice	54464	-2.31	-3.56	<b>G</b>	52088	-2.7	-5.3	<b>G</b>
Skarżysko-Kamienna	50314	-2.33	-2.86	<b>G</b>	48304	-3.6	-4.7	<b>G</b>
Sandomierz	25457	1.30	-0.63	<b>A</b>	24801	-0.2	-5.9	<b>G</b>
Końskie	21233	-1.46	-6.45	<b>G</b>	20748	-1.4	-9.4	<b>G</b>
Busko-Zdrój	17495	0.51	-3.77	<b>H</b>	17004	-0.4	-8.9	<b>G</b>
Jędrzejów	17027	-0.29	-4.99	<b>G</b>	16076	-1.2	-6.5	<b>G</b>
Staszów	15844	3.16	-7.70	<b>H</b>	15645	-0.1	-9.1	<b>G</b>
Pińczów	12065	-0.08	-9.61	<b>G</b>	11567	0.3	-8.0	<b>H</b>
Włoszczowa	10728	0.28	2.80	<b>C</b>	10763	-1.2	-4.5	<b>G</b>
Suchedniów	9095	-2.53	2.53	<b>A</b>	8814	-2.2	-2.5	<b>G</b>
Połaniec	8525	3.05	-21.11	<b>H</b>	8406	5.6	-13.3	<b>H</b>
Opatów	6914	-1.74	-0.87	<b>F</b>	6831	-4.0	-2.2	<b>F</b>
Sędziszów	6905	2.75	-2.03	<b>A</b>	6703	2.4	-7.3	<b>H</b>
Stąporków	6184	-2.26	-8.25	<b>G</b>	6110	-0.5	-8.8	<b>G</b>
Kazimierza Wielka	5975	-8.70	-5.19	<b>F</b>	5882	-5.3	-6.0	<b>G</b>
Ożarów	5049	-2.57	-16.64	<b>G</b>	4798	-1.9	-13.1	<b>G</b>
Chęciny	4267	-1.64	-6.56	<b>G</b>	4458	-0.4	-5.8	<b>G</b>
Chmielnik	4075	-3.44	-2.94	<b>F</b>	3982	0.8	-2.0	<b>H</b>
Małogoszcz	3976	4.28	-11.82	<b>H</b>	3979	1.3	-5.3	<b>H</b>
Ćmielów	3184	-5.97	9.74	<b>D</b>	3238	-6.8	5.6	<b>E</b>
Kunów	3127	2.88	5.44	<b>C</b>	3165	0.3	-1.3	<b>H</b>
Daleszyce	0	0.00	0.00		2957	-0.7	-2.0	<b>G</b>
Wąchock	2855	-7.71	0.35	<b>E</b>	2912	-2.7	9.3	<b>D</b>
Koprzywnica	2575	-1.94	-1.55	<b>F</b>	2604	-3.8	-0.8	<b>F</b>
Bodzentyn	2304	-5.64	-5.21	<b>F</b>	2320	-5.2	1.3	<b>E</b>
Osiek	1943	-3.60	-5.66	<b>G</b>	1991	-6.5	-4.0	<b>F</b>
Zawichost	1918	-6.78	-6.26	<b>F</b>	1867	-5.4	-4.3	<b>F</b>
Skalbmierz	1334	-7.50	-3.00	<b>F</b>	1355	0.7	-1.5	<b>H</b>
Działoszyce	1122	2.67	-16.04	<b>H</b>	1024	-14.6	2.9	<b>E</b>

Source: Own elaboration on the basis of GUS's data ([www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl))

Depopulation of cities in Świętokrzyskie Voivodeship took place most of all as a result of negative migration balance. It proves a decreasing attractiveness of particular settlement units, but not only this. One can suppose that conditions resulting from systemic transformation process, especially changes in economic system were highly important. They influenced particularly strongly small and medium-sized towns like Pińczów, Połaniec, Małogoszcz, Ożarów, Ostrowiec Świętokrzyski, Starachowice, Skarżysko Kamienna, where development often

depended on a large industrial mill. Their restructuring, in the best case scenario, lead to redundancies. Urbanisation processes also seem to be an important condition. Nowadays they exceed city borders. Suburban areas have been developing, especially around large and medium-sized cities of Świętokrzyskie Voivodeship (Kamińska 2010). People have been moving from city centres to outskirts. Having a car is becoming more and more common which has contributed to that. Suburbanisation processes in Świętokrzyskie Voivodeship, especially at the beginning of the analysed period, resulted in positive migration balance observed in small cities located in neighbourhood of the larger ones (Kunów, Ćmielów, Wąchock, Suchedniów).

### Summary

On the basis of the conducted analysis one can observe that changes in number of cities' inhabitants in Świętokrzyskie Voivodeship between 2002 and 2011 correspond to the national tendencies. Decline in population was observed in almost all the urban units in the analysed period. The smallest towns, with population of 5,000 inhabitants were exceptions.

Changes in number of inhabitants contributed to change in size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship, both in terms of share of each size class in the total number of inhabitants and in the general number of cities. Similarities in relation to processes described in whole Poland can be found also in this case. Significance of the smallest towns, inhabited by up to 5,000 people and medium-sized towns with population of 20,000 – 50,000 inhabitants for the size structure is visibly growing, whereas share of nodes inhabited by 50,000 – 100,000 people as well as a large node, which is the capital of the voivodeship – Kielce is markedly decreasing.

Many local and over-local factors and conditions have contributed to the above described transformations. Depopulating nodes dominated in Świętokrzyskie Voivodeship's city system, both in 2002 and in 2011. Their share in the total number of cities was higher than in other regional city systems in Poland. Depopulation took place in the analysed system most of all due to negative migration balance. Also changes in economic system caused by systemic transformation process as well as processes related to suburbanisation seem to be an important condition for the above described transformations.

### References

1. Heffner K., 2008, *Funkcjonowanie miast małych w systemie osadniczym Polski w perspektywie 2033 r.* (in:) K. Saganowski, M. Zagrzejewska-Fiedorowicz, P. Zuber (edit.) *Ekspertyzy do Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2008-2033, Vol. I., Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, pp. 281-333*
2. Kamińska W., 2010, *Urbanizacja obszarów wiejskich województwa świętokrzyskiego*, Instytut Geografii, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego w Kielcach
3. Konecka-Szydłowska B., Matykowski R., 2008, *Společno-demograficzna charakterystyka sieci miast województwa podlaskiego*, (in:) P. Churski (edit.), *Biuletyn Instytutu Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej*

- UAM, Seria Rozwoj Regionalny i Polityka Regionalna No 4, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, pp. 125-132*
4. *Konecka-Szydłowska B., Weltrowska J., 2006, Population changes in the towns of Wielkopolskie Voivodeship, Bulletin of Geography (socio-economic series), Nicolaus Copernicus University Press, Toruń, 5, pp. 21–32*
  5. *Maćkowiak H., Kulczyńska K., 2006, Changes in population processes, in Lubuskie Voivodeship, Bulletin of Geography (socio-economic series), Nicolaus Copernicus University Press, Toruń, 5, pp. 141–154*
  6. *Kopacz I., Mularczyk M., 2011, Zróżnicowanie funkcjonalne gmin strefy podmiejskiej Kielc a poziom życia mieszkańców, (in:) W. Kamińska, K. Heffner, (edit.), Dychotomiczny rozwój obszarów wiejskich? Czynniki progresji, czynniki peryferyzacji, Studia KPZK PAN, Vol. CXXXVIII, Warszawa, pp.251-271*
  7. *Parysek J., 2005, Miasta polskie na przełomie XX i XXI wieku, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań*
  8. *Webb J. W., 1964. Ruch naturalny i migracyjny jako składnik przemian ludnościowych, PZLG, 1, pp.134-138*

## **КОМПЛЕКСНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИЧЕСКИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ: К ДЕСЯТИЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ**

*В.А. Снытко\*, В.А. Широкова\*, В.А. Низовцев\*\*, Е.М. Нестеров\*\*\*,  
В.М. Чеснов\*, Н.А. Озерова\*, А.В. Собисевич\**

*\*Институт истории науки и техники им. С.И. Вавилова РАН*

*\*\* Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

*\*\*\* Российский государственный университет им. А.И. Герцена*

С 2003 г. участники Комплексной экспедиции по изучению исторических водных путей проводят свои исследования на территории европейской части страны. В экспедиционных исследованиях принимают участие специалисты по истории науки и техники, гидрологии, гидрохимии и ландшафтоведению.

Основу экспедиции составляют сотрудники Института истории науки и техники им. С.И.Вавилова РАН, которые проводят свои исследования в тесном сотрудничестве с ведущими специалистами из других научно-исследовательских организаций (географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Новгородский педагогический университет имени Ярослава Мудрого, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, Институт криосферы Земли СО РАН, Смоленский гуманитарный университет). Техническое обеспечение экспедиции осуществляется туристическим агентством «Лаче».

Основными направлениями исследований экспедиции являются проведение историко-научного и гидролого-гидрохимического исследования водных путей и прилегающих территорий; выявление изменений в природной среде в результате постройки гидротехнических сооружений и их ландшафтной обу-

словленности; изучение влияния старинных и новейших каналов и водных объектов на природную среду и прилегающих к этим сооружениям территорий; выявление, научное описание и изучение гидротехнических памятников: каналов, шлюзов, плотин, дамб, мельниц, мостов и т.д.

С 2003 по 2013 г. в течение интенсивных исследований участниками комплексной экспедиции удалось исследовать ряд водных путей:

- Мариинская и Северо-Двинская водные системы, Ладожский и Онежский каналы (экспедиция «Российские водные коммуникации XVIII-XX вв.», июнь 2003 г.);
- Озерно-канальная система Большого Соловецкого острова (экспедиция «Памятники истории и техники Соловецкого архипелага», июнь 2005 г.);
- Заволочный Белозерско-Онежский водный путь (экспедиция «Естественные и искусственные водные пути Севера России XVII-XIX вв.», июнь 2006 г.);
- Северо-Двинская шлюзованная система и Северо-Двинский водный путь на участке Вологда-Сухона (экспедиции «Северо-Двинский водный путь и его роль в изменении экологической обстановки в регионе», июнь, 2007 г.; август 2008 г.);
- Вышневолоцкая водная система (экспедиция «Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе Вышневолоцкой водной системы, июнь 2009 г.);
- Тихвинская водная система (экспедиция «Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе Вышневолоцкой водной системы, Тихвин-Лодейное поле, август 2010 г., Тихвин-Рыбинск, август 2011 г.);
- Волжско-Днепровский участок Великого торгового пути «из варяг в греки» (август 2012 г.).

Результатами научных изысканий исследовательского коллектива стало издание двух монографий: «Исторические водные пути Севера России (XVII-XX вв.) и их роль в изменении экологической обстановки. Экспедиционные исследования: состояние, итоги, перспективы» (2009 г.), «Вышневолоцкая водная система: история и современность» (2011 г.), кроме того было издано более 300 научных публикаций.

В 2012 г. были начаты исследования Великого торгового пути «из варяг в греки», который стал складываться почти одновременно с расселением славян в Восточной Европе во второй половине VIII в. Торговый путь состоял из двух основных направлений – «Пути из варяг в греки» и «Великого Волжского пути», связавших Север Европы с Югом и с Востоком, соответственно. Волжский, или волго-балтийский торговый путь – самый ранний из трех великих речных путей, соединявших Скандинавию с Халифатом в раннем средневековье. Он сложился ранее днепровского и двинского путей, но и свое международное значение стал утрачивать раньше остальных – еще до начала крестовых походов (начиная с X в.).

Торговый путь «из варяг в греки» сыграл важнейшую роль в формировании Древнерусского государства. Прежде всего, он обеспечил связь между различными племенами: тиверцами, уличами, полянами, северянами, древлянами, дреговичами, радимичами, кривичами и ильменчанами. По торговому пути до середины XIII в. осуществлялись связи Киева с Византией, начиная с XIII в. по нему шла основная торговля с Ганзой. На этом пути возникли древнейшие русские города: Ладога, Новгород Великий, Старая Русса, Великие Луки, Полоцк, Витебск, Смоленск, Орша, Любеч, Вышгород, Киев, Канев и др. Не случайно Черное море в восточных и русских источниках того времени называли Русским морем.

Торговый Путь «из варяг в греки» проходил от Балтийского моря по реке Неве («устье озера великого Нево»), Ладожскому озеру (Нево), по реке Волхов, впадающей в Ладожское озеро и по вытекающей из Ильменя, озеру Ильмень, по реке Ловать, впадающей в Ильмень с юга. Верховья Ловати (и ее равноценного притока Куньи) системой коротких волоков связаны с Усвятскими озерами; река Усвяча соединяет озера с Западной Двиной выше Витебска и Полоцка, а напротив Усвячи в Двину впадает река Каспля. Верховья Каспли двумя волоками связаны с мелкими притоками Днепра, впадающими в него в районе Гнездова в 12 км ниже Смоленска. От Смоленска начинается непрерывный речной путь по Днепру, мимо Киева к Черному морю.

Путь «из варяг в греки» имел огромное политическое и экономическое значение для древнерусского государства. Вдоль него возникали крупные и мелкие города - опорные пункты. Скандинавы, отправляясь из Ладоги по Волхову вглубь страны, встречали на своем пути целую цепочку укрепленных поселений, называемых славянами «городами». Отсюда и стали называть страну *Gardariki*, т.е. «страной гардов» — «городов». Основным средством передвижения были большие (на 40-60 чел.) долбленые ладьи-однодеревки, сделанные из целого ствола огромного дерева с нашитыми на борта рядами досок.

В 2009 г. экспедиция изучила Балтийский скат пути «из варяг в греки», пройдя по реке Мста до озера Ильмень, а затем по реке Волхов и Неве до Балтийского моря.

Ключевым участком Пути является междуречье Западной Двины и Днепра, переход из Балтийского в Черноморский речной бассейн, где сходятся верховья Двины, Днепра и Ловати. Вместе с Волховом они составляли основные речные магистрали пути из варяг в греки. Там, где Днепр ближе всего подходит к Двине, в нее впадает речка Каспля, а напротив нее устье реки Усвячи, соприкасающейся с верховьями Ловати.

В 2012 г. экспедиция работала на Волжско-Днепровском скате Великого торгового пути «из варяг в греки» на участках рек Западная Двина от Велижа до Витебска и Днепр от Смоленска до Могилева. Водный (на рафтах) и сухопутный (автотранспортом повышенной проходимости) путь (более

650 км) пролегал от Смоленска до города Велиж, далее по реке Западная Двина (120 км) до Витебска, потом - переезд в Полоцк, наконец, возвращение в Смоленск и по Днепру (250 км) до Могилева.

Из Велижа начался первый водный маршрут экспедиции – по реке Западной Двине до Витебска. Сплав осуществлялся на двух рафтах. На одном разместились гидролого-метеорологическая лаборатория, с помощью которой проводились гидрологические (глубина, ширина, скорость течения реки), гидрохимические (температура воды, рН, электропроводность, содержание растворенного в воде кислорода), метеорологические (температура воздуха, давление, влажность, облачность, скорость ветра) измерения и наблюдения. Участники экспедиции, размещавшиеся на втором рафте, занимались ландшафтным описанием местности долины Западной Двины.

Во второй водный маршрут (по Днепру) экспедиция вышла из Смоленска. Этот город образовался на пересечении важных торговых путей – из варяг в греки (из Балтийского моря в Средиземное море) и на пути из Европы в Поволжье и далее в Азию. Существовал смоленский волок – между реками Каспля (левый приток Западной Двины, бассейн Балтийского моря) и Днепром (бассейн Черного моря), на «пути из варяг в греки» в районе Гнездово в 14 км к западу от Смоленска. Пройдя несколько часов по Днепру, экспедиция достигла археологического памятника «Гнездово».

В X столетии Гнездово стало большим многолюдным не только торговым, но и ремесленным городом на пути «из варяг в греки». Древнее поселение находилось на волоке из Каспли в Днепр, в землях кривичей. Процветание было связано с торговлей в южном направлении, по Днепру, с Константинополем, и в северном – по Двине и Ловати с Балтийским морем. Археологический комплекс в Гнездове состоит из трех тысяч древнерусских курганов, двух городищ (укрепленных поселений) и нескольких селищ.

Места расположения городища и могильных курганов были подробно описаны ландшафтной группой как место классической древней пристани и важного перевалочного пункта для древней торговли. Ниже по течению Днепра, уже в Белоруссии, была сделана остановка у древнего укрепления в городе Копысь, выше которого на левом берегу реки находилось несколько крупных курганов. В Орше, еще одном древнем торговом центре на пути «из варяг в греки», была осмотрена водяная мельница с арочным мостом 1902 г. постройки. Она стала еще одним примером музеефикации неработающих гидротехнических объектов, встреченным экспедицией: облик мельницы и ее механизмы воспроизведены с исторической достоверностью. Конечный пункт днепровского маршрута – Могилев.

В результате работы гидрохимической команды экспедиции было оценено экогидрологическое состояние на реках Западная Двина и Днепр. Качество воды реки Западная Двина на участке от Велижа до Витебска было следующим: минерализация составила 130-170 мг/л, рН – 7,4-7,7. По уровню загрязненности вода реки Западная Двина выше Велижа относится

к чистым (II класс), ниже города – к умеренно загрязненным (III класс). Было исследовано антропогенное воздействие на воды Западной Двины доломитового карьера «Гралево», осуществляющего шахтный сброс большого объема вод (порядка 10 м<sup>3</sup>/с) в Западную Двину, характеризующихся высокой минерализацией и запахом сероводорода. Карьер находится в поселке Руба и образован в результате выработки доломитовой породы, он постоянно заполняется грунтовыми водами, которые откачивают в Западную Двину мощными насосами.

Исходя из наблюдений, можно констатировать, что Днепр на участке Смоленск-Орша-Могилев имеет минерализацию – 360 мг/л, рН – 7,8-8,4. Уровень загрязненности – в Смоленске и ниже города воды относятся к умеренно загрязненным (III класс), у Могилева – к чистым (II класс).

Гидрологические и метеорологические измерения выполнены в 200-х пунктах наблюдения, на всем протяжении пути проводились описания встреченных ландшафтов. Были исследованы реки Днепр, Западная Двина, Торопа, Ловать и Кунья как часть исторического водного пути IX-XI веков «из варяг в греки». Оценена экологическая ситуация на Западной Двине (участок Велиж-Витебск) и Днепре (участок Смоленск-Могилев). Получены практические результаты по изучению и выявлению гидролого-гидрохимического режима и пространственно-временной изменчивости качества воды рек Западная Двина и Днепр. Составлены карты-схемы пространственно-временного распределения гидролого-гидрохимических величин (рН, минерализация, температура воды, содержание кислорода). Выявлены ретроспективные изменения природной ситуации на пути «из варяг в греки». Изучены литературные, архивные источники, с помощью ГИС-технологий – картографические материалы, дающие возможность воспроизвести историческую канву событий для дальнейших историко-научных изысканий. Выявлен континуитет культурно-исторического процесса на осваиваемых человеком территориях исторических водных путей.

В целом проведенные исследования имеют научную ценность как методологическая основа формирования нового историко-научного направления. Однако не менее важны и его прикладные аспекты. Данные создаваемой геоинформационной системы могут быть использованы для рациональной организации территории, оценки ее туристическо-рекреационного потенциала. Аналитическое рассмотрение повлиявших на выбор и развитие соответствующего водного пути политических, социокультурных и экономических факторов позволяет определить изучаемые гидротехнические и культурные памятники не как одиночные объекты, а как элементы единого историко-природного комплекса. Все еще сохранившиеся памятники культуры и гидротехники нуждаются в немедленном обследовании и описании для их сохранения или реставрации. При этом они могут выступить в роли образующего начала при возрождении промышленного и туристического потенциала соответствующего региона.

## **ПО СЛЕДАМ ДРЕВНИХ КУЛЬТУР ЮЖНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ: МОЛОДЕЖНАЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ**

*Т.М. Гусенцова, СЗ НИИ культурного и природного наследия, [ddut@mail.ru](mailto:ddut@mail.ru)*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета по печати и связи с общественностью Ленинградской области и проектов №12-05-01121-а и № 06-13-06-00548 РФФИ.*

Более 20 лет автор организует и проводит молодежные археологические экспедиции на территории России. География работ экспедиции охватывает Кировскую и Ленинградскую области, Карелию и Краснодарский край (Таманский полуостров).

Цель экспедиций – формирование у молодежи и подростков интереса к истории страны, активной гражданской позиции, направленной на сохранение и изучение памятников культурного и природного наследия через участие в археологических раскопках объектов своего региона. Опыт коллективной полевой исследовательской работы, организованный интересный досуг, способствует получению новых знаний, умений и навыков, поднимает уровень коммуникативной культуры, помогает социальной адаптации молодых людей в обществе. По результатам раскопок наиболее заинтересованные школьники и студенты создают исследовательские работы, которые представляют на различных конкурсах, олимпиадах, семинарах.

Особенно важными являются результаты исследований экспедиции на слабо изученных территориях северо-востока Ленинградской области. В районе Междозерья (между Ладожским и Онежским озером) силами её участников открыто и исследовано более 40 стоянок эпохи камня и раннего металла. Полученные материалы использованы для создания экспозиции и пополнения фондов историко-краеведческого музея г. Подпорожья. Исследования позволили проследить этапы заселения региона, начиная с эпохи мезолита до ранней бронзы (7-3 тыс. до н.э.).

В 2011 г. экспедицией было начато изучение новой стоянки древнего человека (Подолье 1) вблизи современного южного берега Ладожского озера, бассейн левобережья р. Лава [2]. В юго-восточном Приладожье, изучение которого началось еще в конце 19 в., исследовано не более 10 памятников первобытной культуры. Это обусловлено изменениями окружающего ландшафта под влиянием трансгрессивных и регрессивных процессов Ладожского озера. Стоянка Подолье 1 находится на берегу палеоводоёма, перекрытого песчано-торфяными отложениями мощностью до 1.20-1.70 м. Высота над уровнем моря 11.8-12.1 м. Исследованиями 2012 г. (48 кв. м) обнаружены следы древней жилой зоны, представленной скоплениями камней, вокруг которых находились развалы сосудов, разнообразный каменный инвентарь, украшения из янтаря. Выявлено место обработки кварцевого сырья – наковаленка, ядрище и сколы с него. Культурный слой насыщен мелкими сырими костями животных, обломками резцов бобров и множеством позвонков рыб, комками природной минеральной краски – охры. Большинство находок составляют обломки гли-

няной посуды (более 500 фр.) – более 40 сосудов. 5 из них украшены гребенчато-ямочным орнаментом и относятся к эпохе среднего неолита. Остальная посуда оставлена населением культуры пористой и асбестовой керамики эпохи раннего металла. Керамика орнаментирована рядами гребенчатого штампа, треугольными насечками, неглубокими ямочными вдавлениями, встречается геометрический орнамент в виде треугольников. Интересен венчик от сосуда украшенный неглубокими круглыми ямками, с круглым отверстием, в которое была вставлена полоска из органики (коры дерева?) шириной 3 мм, очевидно, следы починки сосуда (рис. 1:13).

Основу коллекции из камня составляет отщепы и чешуйки из кремня и кварца, сланца – более 700 экз. Орудий около 90 экз. Преобладают орудий из кремня серого с оттенками, реже коричневого и фиолетового цвета. Найдены скребки, изготовленные на мелких отщепах, с концевой формой лезвия (26 экз.) (рис. 1:1-2). Получена серия наконечников стрел и копий (18 экз.). Форма наконечников листовидная с обоюдострыми концами или подтреугольная с выделенным черешком (рис. 1:3). Два крупных наконечника копий имеют ромбическую форму (рис. 1:4). Наконечники обработаны сплошной двухсторонней ретушью. Среди орудий из кремня резец на отщепе, сверло с массивным лезвием, около 20 отщепов и сколов имеют следы обработки краевой ретушью. Орудия из сланца представлена тёслами русско-карельского типа – 5 экз. Все тесла имеют асимметричные лезвия, трапециевидное поперечное сечение и тщательно отшлифованы (рис.1:5-6). Из сланца изготовлено 2 наконечника стрел, без следов шлифования; грузило с выемками для крепления, размером 4.8 x 1.8 см, толщина 3 мм (рис. 1:7).

Выразительная коллекция янтарных украшений (около 30 экз.). Целых украшений – 14 экз. Они представлены круглыми пуговицами с V-отверстием и линзовидным сечением, диаметр от 1.2 до 2.2 см; толщина 0.3-0.4 см – 5 экз. (рис.1 :8-9); подвесками овальной формы, сечение овальное, размеры 3.0-3.8 x 1.3-1.5 см, толщина 0.5-0.8 см – 7 экз. (рис. 1:11-12); подвесками трапециевидной формы, размеры 2.2-2.5 x 1.4-1.7 см; сечение прямоугольное, толщина 0.4-0.5 см – 2 экз. Отверстия для подвешивания подвесок просверлены преимущественно с одной стороны, диаметр 3-4 мм.

Материальные остатки имеют широкий круг аналогий, прежде всего, среди памятников неолита и раннего металла Приневского региона – Охта 1 [2], юго-восточного Приладожья – Усть-Рыбежна 1 [3, 4-5], Карелии (памятники типа Войнаволоок XVII и Оровнаволоок XVI) [6].

В отложениях, заполняющих дно палеоводоёма, открыты крайне редко встречающиеся остатки деревянных промысловых конструкций. Деревянные сооружения находятся *in situ* и были перекрыты слоями торфа и суглинка. Наиболее отчетливо прослеживалась конструкция из 7 вбитых колов и вертикальных реек (лучин). 5 колов забиты по диагонали на расстоянии 0.20-0.25 м друг от друга. Параллельно им, на расстоянии 1.0 м, было вбито еще 2 кола.

Диаметр колов составляет 5.0-6.0 см. Рядом с 3 колами находились вбитые рейки шириной 1.4-1.5 м и толщиной 1.0 см. Высоту вбитых колов и реек установить, пока не удалось. Найденные обломки реек достигали длины 0.6-0.9 м, а колы от 2.0 до 0.80 м. Очевидно, конструкция осталась от загородки для ловли рыбы.

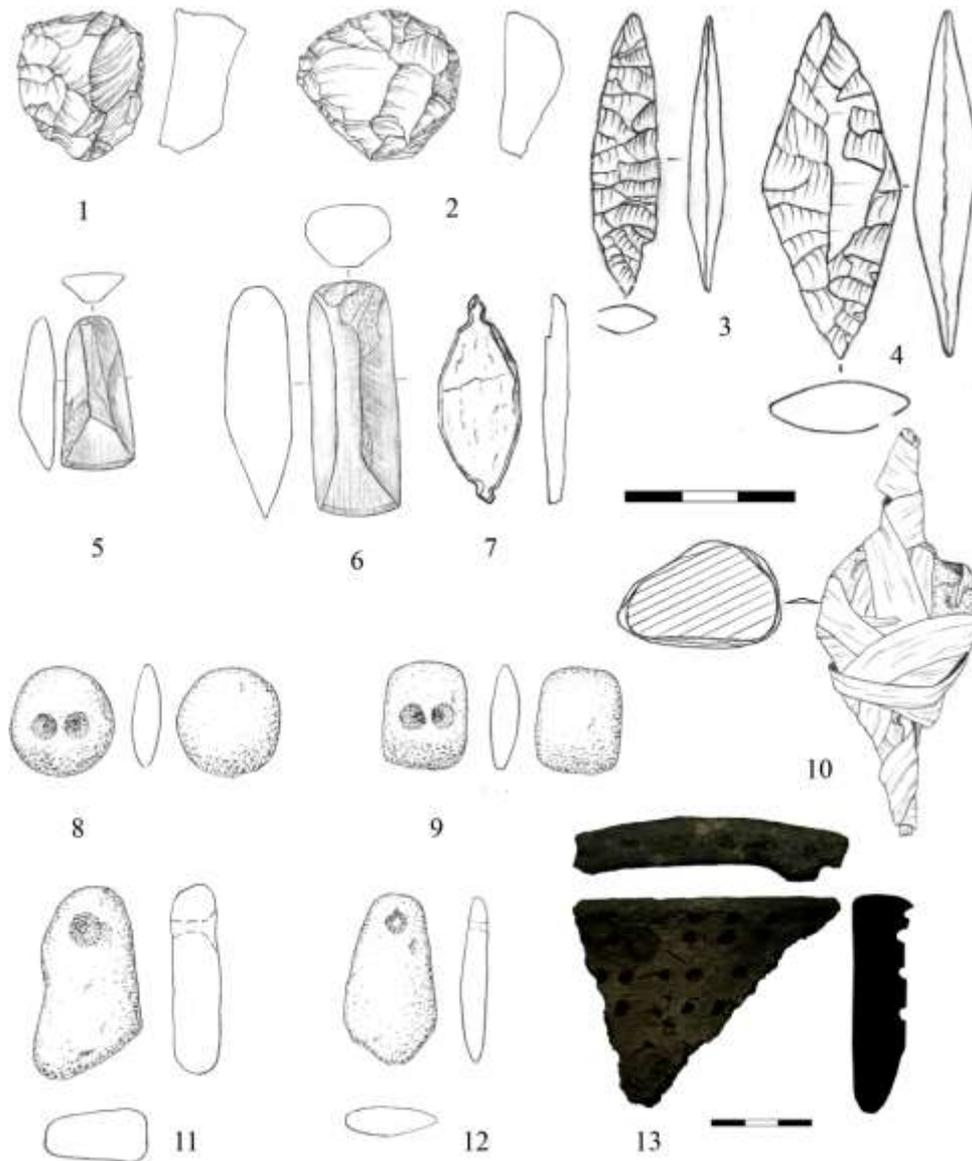


Рис. 1. Стоянка Подолье 1: орудия из кремня 1-4; орудия из сланца – 5-7; янтарные украшения – 8-9, 11-12; грузило, оплётенное берестой -10; фрагмент сосуда – 13

Обнаружены остатки и другого устройства, от которого сохранились несколько вбитых по кругу колышков, диаметром до 3.5-4.0 см. Колышки были вбиты под разными углами на расстоянии 0.20-0.30 м друг от друга. Рядом с ними находились многочисленные фрагменты дерева – обломки колышков с заостренными концами, обструганных узких (шириной 1.5-1.8 см) и крупных планок (шириной 4.0-9.0 см). Конструкция из колышков, напоминает, рыболовные верши. Для изготовления колов и реек использовалась ива, черемуха, сосна и ель (определение М.И.Колосовой Государст-

венный Эрмитаж). Из находок, указывающих на рыболовство, найдено 10 грузил, расположенных на небольшом расстоянии по 2-3 штуки между двумя описанными конструкциями. Они изготовлены из камешков оплетенных лентами из бересты. Длина грузил 6-8 см, ширина 3.0-4.0 см. Ширина лент бересты 8-10 мм, на концах грузил береста завернута в форме «рожка» (рис. 1). Там же были 2 поплавок из плотно скрученных полос бересты длиной 6.0. В слое торфа, рядом с конструкциями и грузилами, обнаружены крайне редко встречающиеся фрагменты узелковой сетки из растительного волокна длиной 3.8 и 6.0 см.

Устройство конструкций с вбитыми колами сходны с сооружениями изученными на памятнике Охта 1 в Санкт-Петербурге. Сходны и предметы рыболовства – сланцевое грузило и грузила, оплетенные берестой и [3, рис. 17; 20].

Из разреза раскопа 2011 г. по образцам органики и дерева получены даты: 4621-4240 cal BC (Spb\_162: 5580±100 BP); 4262-3643 cal BC (Spb\_162b:5125±150 BP). В раскопе 2012 г. образец угля из слоя органики датирован 3010-2580 cal BC (SPb\_818:4229±70 BP) и фрагмент кола 3350-2750 cal BC (Spb\_706: 4338±70BP). Серия аналогичных дат 3300-2900 cal BC получена для памятника Охта 1 [3, табл. 1-3]. На Карельском перешейке (Комсомольское 3) найдено грузило оплетенное берестой, по которой получена AMS дата 3340-3000 (Hela 1554:4450±35) [1, с.17].

Открытие памятников Охта 1, Подолье 1 с остатками деревянных промысловых конструкций и сходной материальной культурой позволяет значительно изменить представление об освоении территории и занятиях древнего населения Приневской низменности и Южного Приладожья в конце 5-3 тыс. до н.э.

#### *Литература*

1. Герасимов Д.В. Динамика развития каменных индустрий мезолита-неолита Карельского прешейка: Автореф. канд. дис. – СПб., 2012. –1-28 с.
2. Гусенцова Т.М. Подолье 1 – новый памятник первобытной культуры в Южном Приладожье // Геология, геоэкология и эволюционная география. – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена. Т.ХI, 2011.–283-286 с.
3. Гусенцова Т.М., Сорокин П.Е. Охта 1 – первый памятник эпох неолита – раннего металла в центральной части Петербурга // Российский археологический ежегодник. – СПб: Университетский издательский консорциум «Юридическая книга». Вып. 1. 2011.– 421-451 с.
4. Гурина Н.Н.1961. Древняя история Северо-Запада Европейской части СССР. – МИА, №87, М-Л., 1961.
5. Кулькова М.А.Козин Н.А., Мурашкин А.И., Герасимов Д.В. Юшкова М.А.2008. Геоэкологические особенности неолитической стоянки Усть-Рыбежна I// Хронология, периодизация и кросскультурные связи в каменном веке. – СПб., 2008. – 201-220 с.
6. Жульников А.М. Энеолит Карелии (памятники с пористой и асбестовой керамикой). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999.

## ЛОВАТЬ – РЕКА НА ВЕЛИКОМ ТОРГОВОМ ПУТИ

*Н.Г. Дмитрук, В.А. Низовцев*

*Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,  
г. Великий Новгород, [n\\_g\\_dmitruk@mail.ru](mailto:n_g_dmitruk@mail.ru)*

*МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, [nizov2118@yandex.ru](mailto:nizov2118@yandex.ru)*

Частью древнего водного пути («из варяг в греки»), соединявшего Византию со странами Балтийского побережья, играющей важную роль в торговых отношениях Киева и Великого Новгорода, являлась река Ловать, протекающая по территории современной Витебской области Белоруссии, Псковской и Новгородской областей России. В Повести временных лет сказано «...был путь из варяг в греки и из грек по Днепру, а вверху Днепра волок до Ловати, а по Ловати входят в Ильмень-озеро великое...». Верховья Ловати и ее притока Куньи системой коротких волоков связаны с системой Усвятских озер и далее по р. Усвяча с рекой Западной Двиной. Напротив Усвячи в Двину впадает речка Каспля, которая двумя волоками связаны с мелкими притоками Днепра, впадающими в него в районе Гнездова в 12 км ниже Смоленска. От Смоленска начинается непрерывный речной путь по Днепру, мимо Киева к Черному морю.

Ловать берёт начало из оз. Ловатец близ д. Плеханы на Городокской возвышенности (Витебская область Белоруссии), течёт по Приильменской низменности до впадения в Ильмень. Длина реки – 536 км, площадь водосбора – 21 900 км<sup>2</sup>. Бассейн Ловати вытянут и зажат между Невельско-Витебской и Валдайской возвышенностями, имеет общий уклон к озеру Ильмень в северо-восточном направлении и чёткое разделение между возвышенной и равнинной частью – совпадающей с границей древнего понижения озера. Долина Ловати имеет вложенный характер, протекая по древней ложбине стока ледниковых вод. В верхнем течении река имеет чёткообразные расширения русла, протекая через систему озёр. Всего в бассейне Ловати насчитывается 505 озёр. Река имеет значительное количество притоков – 56; самый крупный приток - Кунья (также часть пути «из варяг в греки») впадает в Ловать у города Холм. Длина Куньи составляет 234 км.

В верхнем и среднем течении у Ловати берега крутые, высокие (участками склоны имеют высоту до 20 м), местами встречаются обрывистые стенки. В нижнем течении берега пологие, низкие, часто заболочены. В среднем течении нередки перекаты и пороги, ширина русла достигает уже 50-60 метров. На участке протяжённостью 80 км до п. Парфино река активно меандрирует – от Холма до Парфино по прямой 100 км, по реке 160. В нижнем течении (от п. Парфино) Ловать течёт медленно в низких заболоченных берегах по территории древней котловины Ильменя. В 35 километрах от устья начинается дельта реки, занимающая обширное пространство на юго-восточном берегу озера Ильмень и формирующая здесь особый ландшафт [1].

Ловать активно работает – подмывая правый берег и образовывая луки у левого, затем вновь промывает луку, возвращаясь в старое русло. Для защиты от размыва угодий крестьяне ещё в XI веке ограждали их валами (Черенчицы, Старая Переса – построены каменные валы-дамбы через всю реку под водой). Что вызывало искусственные перепады воды [2].

Становление и функционирование водных путей происходило благодаря формированию на них сети опорных пунктов, жизнедеятельность которых была связано с натуральным хозяйством и целиком зависела от местной ресурсной базы и, соответственно, от ландшафтной структуры территории. Опорные пункты, осуществляли управленческо-хозяйственные функции, внешние и внутренние торговые связи, т.е. обеспечивали надежную охрану и бесперебойное функционирование, поддерживающее в надлежащем состоянии волоки, портовое хозяйство и т.д. [3]. Естественно, что и на Ловати возникло множество таких опорных пунктов: сторожевые крепости — «градки», сельские поселения с функцией контроля на водном пути, рядовые сельские поселения участвовавшие в жизнеобеспечении коммуникации. С торговым путем в районе Ловати связана и наибольшая концентрация населения того времени южнее Ильменя. Ловать, как и Поозерье, была одним из небольших «демографических очагов», откуда постоянно поступали импульсы дальнейшего словено-новгородского расселения, прежде всего на территории со сходным набором условий, т.е. Ловать, видимо, была плацдармом для освоения, прежде всего, пространства Приильменской низменности. Довольно крупными градками того времени на Ловати могли быть: Коровичино в низовьях, Курске и Залучье – в среднем течении, Пруд и Борисоглеб – в верхнем. А классический город представляет летописный Вьсвячь (Усвяты) с укрепленными земляным валом «кремлем» и «посадам» на Юрьевых горах, над протокою Усвятского озера [4]. В дальнейшем эти опорные пункты стали каркасом формирования поселенческой структуры, просуществовавшей вплоть до настоящего времени. Сейчас на берегах реки расположено множество деревень, некоторые насчитывают не одну сотню лет, однако городов здесь немного – Великие Луки и Холм. Следует отметить, что возникновение Великих Лук, впервые упоминавшийся в Новгородской летописи под 1167 г., во многом было обусловлено функционированием этого водного пути и особенностями строения речной долины. Как мы видим, название происходит от слова «лука» или «излучина», образуемая в городе Ловатью.

Земледельческое освоение Ловати, как считают Еремеев И.И. и Дзюба О.Ф. ограничено речными «луками» (разделенными речными «плесами», берега которых оставались практически недоступными для ранних земледельцев) [4]. «Луки» создавали специфический, весьма благоприятный комплекс условий для развития хозяйства: легкие плодородные почвы нижних речных террас, заливные луга, оптимальная близость водных и лесных угодий. Эти исследователи считают, что в те периоды наиболее плодородными землями «для распашки примитивными деревянными ра-

лами пригодны были только поймы да узкие полосы земель на стыках озерно-ледниковых и моренных ландшафтов».

Анализ ландшафтной приуроченности поселений и древнерусского периода показал, что большинство селений было привязано, кроме вышеуказанных, к прибрежным участкам речных долин, отдельным фрагментам надпойменных террас и прилегающим участкам долинных зандров, т.е. ложбинам стока ледниковых вод [5]. В геоэкологическом плане эти участки обладают наиболее оптимальными в данных районах свойствами для земледелия. Сами ложбины стока были довольно сложно устроены и состояли из различных (порой контрастных) по природным условиям частей (днища и их тальвеги, склоны, борта). Различия по увлажнению, трофности и почвам достигали несколько градаций. Сами волокни в большинстве случаев прокладывались также по ложбинам стока «межбассейновым переливам», соединявшим крупные ложбины стока. В ландшафтном плане они имеют сходную структуру и геоэкологические условия, поэтому здесь также возникали первые поселения.

*Работа выполнена по проектам РФФИ № 11-05-01068-а и №12-05-00316-а.*

#### *Литература*

1. *Развитие и преобразование географической среды.* – Л., 1975.
2. *Истомина Э.Г., Яковлев З.М. Голубое диво.* – Л.: Лениздат, 1989.
3. *Лебедев Г.С., Жвиташвили Ю.Б. Дракон Нево: на Пути из Варяг в Греки. Археолого-навигационные исследования древних водных коммуникаций между Балтикой и Средиземноморьем.* – СПб.: Изд-во «Нордмед-издат», 2000.
4. *Еремеев И.И., Дзюба О.Ф. Очерки исторической географии лесной части Пути из варяг в греки. Археологические и палеогеографические исследования между Западной Двиной и озером Ильмень.* – СПб.: Нестор-История, 2010.
5. *Низовцев В.А., Дмитрук Н.Г., Снытко В.А., Широкова В.А., Эрман Н.М. Путь «Из варяг в греки» глазами географов // География и геоэкология. Проблемы развития Балтийского региона.* – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2012.

## **МЕЗОЗОЙСКИЕ МОЛЛЮСКИ ПОВОЛЖЬЯ – НАУЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ ИЛИ ПРЕДМЕТЫ «ПАЛЕОАРТА»?**

*Г.Н. Киселев, СПбГУ, г. Санкт-Петербург*

Экономические и социальные реформы в России конца XX века изменили традиционное отношение к палеонтологическим объектам. В эти годы в сложных ситуациях оказались многие геологи и работники естественноисторических музеев, которым многие месяцы не выплачивалась заработная плата, значительное число геологических организаций и краеведческих музеев прекратили свою деятельность. В этих условиях выяснилось, что окаменевшие остатки древних организмов пользуются за пределами России необычайным спросом как необычные сувениры, очень редкая и древняя экзотика. Если окаменелости придать привлекательный вид дополнительной обработкой или создать из нескольких экземпляров

композицию или оригинальное панно, то в результате такой художественной обработки могут получиться неординарные, красивые и порой очень дорогие вещи, созданные природой, но обработанные рукой специалиста, специализирующегося по сувенирной продукции. Такой необычный палеонтологический объект, который несет в себе как научную информацию так и привнесенный сувенирный аспект может быть отнесен к предметам «палеоарта».

В соответствии с утвержденным «Положением о проведении экспертизы» культурных ценностей (Постановление Правительства РФ от 27.04.2001 г. № 322, п.9) к категории палеонтологических предметов как культурных ценностей отнесены «Редкие образцы и коллекции флоры и фауны, представляющие интерес для таких областей науки как анатомия, палеонтология и минералогия».

Подобным «фигурным камням», созданным из окаменелостей, которые обработаны руками древнего человека, приписывалась магическая сила, в языческие времена им поклонялись как идолам, а в более поздние времена считали, что они могут приносить счастье или избавление от болезней и других несчастий. В средние века подобные камни пользовались более широким спросом в ряде стран Европы и Азии. Есть спрос – всегда были люди, которые этот спрос могли удовлетворить. Наряду с успешным применением камней в коммерческих целях некоторые небольшие города использовали изображения окаменелостей как символику в изображениях гербов, называя их «когтями дьявола» (форма изогнутых макушек двустворчатых моллюсков), «каменными змеями» (свернутые раковины аммонитов) и «дадлейскими насекомыми» (трилобиты ордовика).

В России особое внимание в древним окаменелостям отмечено в указах Петра Первого, в соответствии с которыми предлагалось все необычные камни сдавать в Кунсткамеру и показывать их бесплатно всем желающим. Первыми коммерческими окаменелостями, предлагавшимися как товар к вывозу из России, являлись скелетные остатки мамонтов в виде бивней и костей, которые высоко ценились в Китае, Средней Азии и в Европе. В Советской России существовала государственная монополия на сбор и торговлю окаменелостями. Либерализация и перестройка практически ликвидировали возможности государственного контроля за сбором и вывозом окаменелостей за пределы страны. Ранее недоступные для мировых коммерческих организаций русские коллекции фоссилий стали благодаря инициативным «черным палеонтологам» доступны для всех желающих, появившись в большом количестве на выставках-продажах в США, Германии, Польше, Японии и Китае.

В условиях рынка появились «охотники за фоссилиями» и «музейные старатели», которые варварски расхищали местонахождения окаменелостей в объявленных охраняемыми, но оказавшимися бесхозными природных территориях и памятниках природы. Фоссилии стали элементом бизнеса,

появилась их реклама в сети Интернет. Участились случаи хищений из музейных коллекций и геологических организаций, не пресекались незаконные сборы фоссилий из геологических памятников и памятников природы. С появлением «Закона о недрах» РФ (1992 г) и «Закона о вывозе и ввозе культурных ценностей» Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Министерство культуры РФ предприняли ряд конкретных шагов по наведению порядка в вопросах коммерциализации фоссилий и ограничению их вывоза за пределы страны. В 2001 г была создана Федеральная служба по надзору за соблюдением законодательства в области культурного наследия (Росохранкультура), утверждены приказами Министра Культуры РФ государственные эксперты по экспертизе культурных ценностей (в том числе по палеонтологии, геологии и биологии), разработано и утверждено Правительством РФ «Положение о порядке проведения экспертизы культурных ценностей». Эти меры принесли некоторые положительные результаты, так как сократился незаконный вывоз палеонтологического материала как результат проведенных нескольких показательных судебных процессов за контрабанду этими объектами, прошла серия публикаций в СМИ и выступлений экспертов на радио и телевидении.

В последние годы группой экспертов по палеонтологии в Санкт-Петербурге накоплен значительный опыт проведения экспертиз, разработаны предложения владельцам коллекций, желающим вывезти законно приобретенные естественноисторические предметы за пределы страны или передать их на возмездной основе в музей. Ниже изложены особенности экспертизы некоторых из наиболее часто вывозимых палеонтологических объектов. Предложения по особенностям экспертизы окаменелостей разработаны экспертами Г.Н.Киселевым (доцентом кафедры палеонтологии СПбГУ), И.М. Колобовой (ст. н. сотр СПбГУ) А.Н. Тихоновым (директором Зоологического музея ЗИН РАН, ученым секретарем Мамонтового комитета РФ) и Ю.С.Репиным (д. г.-м. н., гл. н. с. ВНИГРИ) и основаны на многолетнем опыте работы экспертами в системе Министерства культуры РФ.

В группе палеонтологических объектов беспозвоночных наибольшим спросом на зарубежных рынках пользуются остатки раковин мезозойских аммонитов, белемнитов, гастропод Поволжья и панцири ордовикских трилобитов. Каждая из указанных групп в процессе экспертизы требует индивидуального подхода в соответствии с особенностями строения сохраняющихся элементов. Детализация этих объектов дана в пп. 11, 12 приказа министра культуры РФ от 01.06.2001 г., где отмечено, что «остатки ископаемых организмов и (или) их части независимо от форм сохранности и (или) технологи их искусственной обработки « включены в состав палеонтологических предметов, требующих обязательной экспертизы».

При подготовке данных предметов к экспертизе владелец совместно с экспертом формирует группы предметов, включаемых в экспертные

позиции. При этом, исходя из многолетней практики проведения экспертиз, предлагается руководствоваться следующими критериями для получения свидетельства на право вывоза культурных ценностей.

Все новые, редкие, недостаточно изученные на территории России таксоны или образцы, имеющие тафономическую, палеоэкологическую или паталогическую информацию к вывозу из страны не рекомендуются. В процессе экспертизы образцы в коллекциях распределяются экспертом по экспертным позициям для более детальной диагностики представленной коллекции. В большинстве экспертиз важными критериями для принятия решения принимаются метрические, весовые, композиционные характеристики и характер вторичных изменений образцов.

1. При экспертизе мезозойских аммонитов и белемнитов:

1.1. Раковина крупных размеров одного таксона составляет отдельную позицию;

1.2. Раковины средних размеров представителей родов *Speetoniceras*, *Ancyloceratidae* фиксируются на позиции в количестве не более 2-х экз;

1.3. Раковины одного таксона небольших размеров изображаются на одной позиции в количестве не более 4-х экз.;

1.4. Раковины малых размеров одного таксона при нахождении в органогенном цефалоподовом известняке фиксируются на одной плитке (или стандартной площадке) с условием возможности их идентификации на фотографии.

2. Органогенный геологический образец (блок горной породы) с разрозненными остатками раковин головоногих составляют отдельную позицию. При отсутствии редких и ценных в музейном отношении фрагментов окаменелостей эти блоки могут быть отнесены к предметам культурного и сувенирного назначения и разрешено вывозить по справке Минкультуры РФ без оформления свидетельства на право вывоза.

Предложенные методические рекомендации для проведения экспертизы палеонтологических предметов или объектов «палеоарта» позволяют более объективно осуществлять атрибуцию данных предметов и достаточно аргументировано давать экспертные оценки в случае их вывоза за пределы России и отделять научные палеонтологические объекты от сувенирных изделий.

## **БИОМОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ**

*Т.Т. Абрамова\**, *Ю.А. Петушкова\**, *Г.К. Щуцкая\*\**

*МГУ им. М.В.Ломоносова; Музей «Палаты бояр Романовых», г.Москва*

В последнее время большое внимание уделяется мониторингу памятников архитектуры и истории. Однако поиск путей обеспечения надежной эксплуатации и сохранения памятников, находящихся ниже уровня земли,

не получил широкого освещения в литературе. Специфические условия функционирования подземных объектов: отсутствие ультрафиолетовых лучей, хорошей вентиляции, температурно-влажностный режим подполья – создают благоприятную среду для грибковых и солевых новообразований на поверхности стен и выставленных экспонатах. Отсутствие мониторинга на таких памятниках может привести к невосполнимым потерям в культурном и историческом наследии человечества.

Данная статья посвящена эксплуатации и обслуживанию первого в Москве подземного археологического музея, расположенного на территории музея «Палаты бояр Романовых», филиала Государственного Исторического музея (г. Москва, ул. Варварка, д.10), построенного на месте археологического раскопа. Его экспозиция включает собственный археологический материал (раскопки 1983-1985 гг. и 2005 г.) и дает представление о Москве и Зарядье XII-XVI в.в.

О торгово-ремесленном посаде рассказывают изделия кузнецов, гончаров, косторезов, ювелиров. Самые ранние из них – фрагменты стеклянных ложновитых браслетов конца XII в. – свидетельствуют о заселении этой части Москвы еще в домонгольский период. О превращении посада в аристократический район и появлении здесь богатых городских усадеб напоминают памятники XV в.: белокаменная капитель, украшавшая фасад дома, и фрагменты белокаменного саркофага.

Главная часть экспозиции – руинированная дворовая печь-поварня бояр Романовых XVI в., законсервированная на месте находки в 1984 г. Печь сохранилась не полностью и судить о её конструктивных и функциональных особенностях сложно. Поэтому рядом с 2005 года представлена научная реконструкция этой же печи.

Еще один уникальный объект – «окно в прошлое», в котором можно увидеть химически закрепленный в 1988 г. *in situ* культурный слой XVI-XVII вв. В этом археологическом объекте в толще грунта встречаются керамика, кости, а также остатки строительного материала (кирпич и «белый камень»).

Сохранение перечисленных объектов в условиях подполья осуществлялось творческим коллективом специалистов: археологов, историков, реставраторов, геологов и микробиологов. Для обеспечения сохранности археологических древностей проводились регулярные наблюдения за эксплуатацией и обслуживанием данного музея. Состояние наблюдаемых объектов до 2005 г. оценивалось как хорошее. За интересные новации в музейном деле, в частности за сохранение археологических находок, музей «Палаты бояр Романовых» включен в список 30 лучших музеев Европы.

В 2005 г. внутри подземного сооружения были проведены новые археологические исследования, которые позволили определить, что ранее экспонируемая печь, классифицированная как гончарная, является дворовой печью-поварней усадьбы бояр Романовых. Вследствие этого в музее (в 2006 г.) была подготовлена новая экспозиция.

Анализ состояния перечисленных выше объектов за период времени до 2005 г. показал, что данный вариант сохранения экспонируемых в музее экспонатов оптимален (среднегодовая температура составляла +10°C, а влажность – около 60%). После проведения новых раскопок в помещении музея значительно возросла относительная влажность, которая резко снизилась в следующем году, когда проводились реставрационные работы. Это обусловлено тем, что во время реставрационных работ были включены отопительные системы, что привело к подъему температуры внутри музея летом 2006 г. до +27°C.

Такие резкие колебания температуры и влажности в течение двух лет привели к потере устойчивости руинированной кирпичной домовой печи-поварни XVI в. с обнаженным грунтовым основанием, экспонируемой в музее с 1991 г. Произошло частичное обрушение грунтов культурного слоя и кирпичной кладки печи. В связи с этим потребовалась срочная химическая консервация *in situ* этого археологического объекта, которая была успешно проведена в ноябре 2006 г. с учетом всех требований «Хартии Венеции».

Условия эксплуатации подземного музея, создавшиеся после археологических раскопок 2005 г., перекапывания антропогенной сильногумусированной грунтовой толщи, находящейся на глубине более трех метров от дневной поверхности при отсутствии ультрафиолетовых лучей, способствовали постоянному увеличению относительной влажности и росту микроорганизмов на выставленных экспонатах.

Пробы, взятые с различных объектов (органических и неорганических материалов), находящихся в витринах музея, в 2007 г. отличались по степени и составу микробной зараженности. Общая численность микроорганизмов составила 10-100 КОЕ (колониеобразующих единиц) на 1 см<sup>2</sup> поверхности, что свидетельствует о высокой степени контаминации музейных объектов. Обнаружены плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Paecilomyces*, а также другие неидентифицированные представители микромицетов и хемоорганотрофных бактерий, однако во всех образцах преобладают представители рода *Penicillium*.

Очистка поверхности экспонатов, находящихся в витринах музея (керамика, металл, дерево, кость, кожа) в декабре 2007 года составом ВЭПОС (вода, бензин, воск, олеиновая кислота) и обработка грунтов культурного слоя вокруг печи-поварни, грунтового основания этой печи, стратиграфического разреза грунтов водными растворами фторидных соединений подавили рост и жизнеспособность плесневых грибов.

Новый всплеск микробной зараженности объектов наблюдался в 2008 году, что было обусловлено повышением влажности в помещении, достигшим рекордных 100%. Попытка снижения влажности ниже 80% осуществлялась на протяжении ряда лет. Однако этого не удалось достичь и с помощью передвижного осушителя воздуха REMKO ETF 300-550, который работал в музее с 2009 по 2012 год.

Специфические условия исследуемого помещения (высокая влажность при низких температурах), большая поверхность грунтов культурного слоя в экспозиции не позволяли продуктивно бороться и с микробиотой воздуха.

Неудовлетворительные показатели температурно-влажностного режима (ТВР) сводили эффективность применяемых антисептических препаратов («ОЛИМП. Стоп-плесень», «Тефлекс Антиплесень», «Тефлекс. Реставратор», «Мипор», «Асептик», «Пороцид») для грунтов культурного слоя к минимуму.

Использование бактерицидного рециркулятора воздуха «UVR-Mi» в течение одного года (2012) не обеспечило обеззараживания помещения. Аэромикробиологическое исследование подземного музея, проведенное в ноябре 2012 г. позволило определить высокий уровень микробной контаминации помещения по сравнению с июнем этого же года. Количество бактерий возросло на 25%, численность микромицетов увеличилась на 25-60%. Микробиологический анализ проб с разреза музейного культурного слоя показал чрезвычайно высокую степень микробной зараженности, достигающую значений  $7,5 \cdot 10^4$  КОЕ на 1 г пробы. В пробах обнаружены бактерии: *Bacillus sp.*, *Rhodococcus sp.* и грибы: *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*

Резкое повышение микробиоты, нестабильность ТВР в помещении являются основными причинами разрушительного действия на экспонируемую археологическую коллекцию в музее. Такое катастрофическое положение в музее потребовало срочного эффективного обеззараживания всего помещения. Это удалось осуществить с помощью облучателя ультрафиолетового бактерицидного безозонового с таймером «УФБОТ-40-01» (модификация 030 (034)). Ультрафиолетовое излучение установленного диапазона (максимум излучения 255-260 нм) облучателя уничтожает органические примеси в воздухе и оказывает выраженный дезодорирующий эффект на все известные возбудители, включая особоустойчивые: грибы, споры и др. Микробиологическое обследование, проведенное в марте 2013 г., показало, что степень микробной контаминации воздуха помещения значительно снизилась (микромицеты в 57-140 раз; бактерии в 4-56 раз) до показателей, соответствующих допустимому уровню (280 КОЕ/м<sup>3</sup> на среде ПДГ и 140 КОЕ/м<sup>3</sup> на среде Чапека).

Проведенные работы по обеззараживанию подземного помещения позволили создать безопасные условия для сохранения археологических памятников и проведения экскурсий.

16 мая 2013 г. археологический музей вновь открыт после реставрации для посетителей. Эта дата приурочена ко дню празднования 400-летия воцарения Михаила Федоровича Романова на престол.

## СМОЛЕНСКАЯ ГУБЕРНИЯ – ПОЛИГОН ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В XVIII – НАЧАЛЕ XX ВЕКА

*Н.М. Эрман, В.А. Низовцев*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*  
[nathalie-smolensk@rambler.ru](mailto:nathalie-smolensk@rambler.ru), [nizov2118@yandex.ru](mailto:nizov2118@yandex.ru)

Смоленская земля во все времена занимала исключительное значение в истории формирования и развития Российского государства. Ее положение на водоразделе Волги, Днепра и Западной Двины, важнейшем перекрестке транспортных путей способствовало активному заселению и хозяйственному освоению этого региона, возникновению и развитию многих городов. Близость к Москве с одной стороны, порубежное положение с другой определило и ее стратегическое положение. Поэтому не случайно Смоленская губерния постоянно привлекала внимание, как властей, так и исследователей разных сторон жизни и природы края.

Давняя привлекательность Смоленской земли для исследователей разного толка объясняется во многом тем, что ее территория, пограничная в климатическом и ландшафтном плане, имеет сложную историю развития с неоднократной сменой природных и исторических условий и длительное время являлась экотонной областью взаимопроникновения различных материальных культур и этносов. Смоленская земля при общей равнинности территории отличается необычайным разнообразием природных условий и, соответственно, богатством природных ресурсов. Анализ ландшафтных карт и карт физико-географического районирования показывает необычайное разнообразие природных условий и практически полный набор ландшафтных комплексов разных иерархических уровней, характерных для подзоны смешанных хвойно-широколиственных лесов лесной зоны центра Русской равнины. Здесь проходят границы 5 физико-географических округов 3-х физико-географических провинций [1], 13 типов ландшафтов, 25 физико-географических районов. Здесь также проходят границы: восточного сектора переноса воздушных масс, Московского и Валдайского оледенений; материальных культур балтийских и славянских племен; Смоленского, Ростово-Суздальского, Московского, Черниговского, Полоцкого, Пинско-Туровского и Тверского княжеств и Великого Новгорода, а затем и Великого княжества Литовского и Речи Посполитой с Московским государством в разные хроносрезы средневекового периода [2].

На основе анализа архивных материалов, с применением сравнительного историко-географического метода давалась оценка «интенсивности» исследовательской событийности в разные хроносрезы. Применение диахронического метода позволило составить детальную схему периодизации процесса географического изучения Смоленской губернии, а историко-типологический метод позволил упорядочить исследовательские географические события, происходившие на территории исследуемого региона в вы-

деленные периоды. Анализ исследовательских событий по различным временным периодам и этапам основывался на методе историко-географических срезов, введенным в историко-географические работы В.С. Жекулиным (1982) [3].

Особое внимание в работе уделялось разномасштабному историко-географическому картографированию на нескольких иерархических уровнях (от регионального до локального), что дало возможность проследить историю формирования границ Смоленской губернии и выявить степень изученности и особенности «покрытия» географическими исследованиями территории Смоленской земли. Картографический метод дал наглядное представление о динамике пространственных изменений географических исследований по основным историко-географическим периодам и этапам изучения губернии.

Были выделены три основных периода формирования территории и динамики границ губернии. «Древнерусский» период – время становления Смоленского княжества с IX по XIII века. Второй период, начиная с конца XIV века и по 1654 г., назван «Переходным», т.к. в это время отдельные части, а затем и вся территория Смоленщины входила в состав Великого княжества Литовского (с 1404 г.), Московского княжества (1514 г.) и Речи Посполитой (с 1618 г.). При этом ее границы и административное устройство менялись неоднократно. Особенно эти изменения касались ее западных порубежных границ. В состав Российского государства Смоленская земля окончательно вошла в 1654 г. в результате русско-польской войны. С этого времени начинается «Губернский» период формирования территории региона [4].

В результате была выполнена периодизация географических исследований, проводившихся на территории Смоленской губернии в XVIII – начале XX веков и выделено 3 периода.

Первый период – начальное географическое изучение территории Смоленской губернии (XII – конец XVIII в.) включает 4 этапа: первый этап – появление первых сведений о г. Смоленске (от первых летописных упоминаний до начала XVIII в.). Второй – описательно-геодезический (начало XVIII в. – 1745 г.). Третий этап – академических исследований (1745–1765 гг.). Четвертый этап связан с проведением генерального межевания созданием крупных картографических работ.

Второй период – географического изучения территории Смоленской губернии в XIX в. разделен на 2 этапа: первый этап (начало XIX в. – 1860-е г.) – дореформенные исследования. Второй этап (1861 г. – конец XIX в.) послереформенные исследования связанные с проведением масштабных экспедиционных исследований. Исследования Смоленской губернии в совокупности с комплексным экспедиционным изучением территории Европейской России позволило В.В. Докучаеву обосновать закон географической зональности [5]. В конце XIX в. экспедицией А.А.Тилло

научно определены истоки Днепра, Западной Двины, определен их водораздел и предложены меры по «сохранению вод, земли и леса путем установления водного закона [6].

Третий период – комплексных географических исследований территории Смоленской губернии (начало XX в.). Выполненные под руководством П.П. Семенова в начале XX в. работы дали материал для создания общегеографического обобщающего труда «Россия. Полное географическое описание нашего отечества».

Ни одно более или менее значимое политическое и экономическое событие в России и научной жизни России не обошло стороной Смоленскую губернию. Ее территория стала своего рода полигоном для многочисленных картографических и научно-исследовательских географических работ. Географические и картографические работы, проводившиеся на территории Смоленской губернии, составляют выдающееся научное и культурное наследие России и являются крупными научными исследованиями мирового значения.

*Работа выполнена по проекту РФФИ № 11-05-01068-а.*

#### *Литература*

- 1. Ландшафтная карта СССР. Масштаб 1:4000000 / Ред. А.Г. Исаченко. М.: ГУГК, 1988.*
- 2. Атлас Смоленской области. – М.: Центр «Вентана-Граф», 1997. – 37с.*
- 3. Жекулин В.С. Историческая география. Предмет и методы. – Л.: Наука ЛО, 1982. – 224 с.*
- 4. Большой Атлас России. М.: АСТ, 2005. – 400 с.*
- 5. Докучаев В.В. Русский чернозем. Отчет Императорскому Вольному экономическому обществу. СПб., 1883. – 376 с.*
- 6. Никитин С.Н. Бассейн Днепра. Исследование гидрогеологического отдела. Труды экспедиции для исследования источников главнейших рек Европейской России. СПб.: Т-Литограф. К. Биркенфельда, 1896. – 161 с.*

# ТЕХНОГЕНЕЗ И АНТРОПОГЕНЕЗ

## ТЕОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В ГУМАНИТАРНОМ ИЗМЕРЕНИИ

В.Д. Сухоруков, Д.П. Финаров, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург  
[suhor@herzen.spb.ru](mailto:suhor@herzen.spb.ru), [metod@herzen.spb.ru](mailto:metod@herzen.spb.ru)

*Экологическое равновесие* означает непрерывно меняющееся соотношение геопространственных объектов, обеспечивающих устойчивое взаимодействие природы и человеческого общества. Смысловое содержание экологического равновесия базируется на принципах динамичности и цикличности развития природных, антропогенных и природно-антропогенных систем. Тем временем экологическое равновесие имеет особое измерение, связанное с состоянием гуманитарной сферы, человеческим разумом и интеллектом, субъективной волей и нравственностью.

Движение к экологическому равновесию обеспечивается всем комплексом вещественных и невещественных субстанций, которые сосуществуют в географическом пространстве. Однако слияние природного и общественного в единую связную экосистему осуществляется посредством человеческих замыслов и практики. Следовательно, стержнем экологического равновесия необходимо считать *экологические знания* и опыт деятельности. Рассматривая в качестве объекта феномен жизни, экологические знания, воплощаясь в действия, неизбежно соотносятся с фундаментальной проблемой человеческой морали. Это особенно актуально в связи с тем, что геопространственные границы общества в настоящее время уже многократно расширены техническими возможностями цивилизации и человеческим воображением. Таким образом, приоритетом в области экологического равновесия должна рассматриваться *экологизация мышления и поведения людей*.

Жизнедеятельность человека, как известно, строится на конфликтах между потребностями социального, психического и физического существования, порождающих те или иные механизмы регуляции. Препятствием исторический мир, лучше или хуже, был предназначен для выживания биологического рода *Homo sapiens*. Теперь, когда ничтожно малое количество людей с помощью финансов, современной техники или оружия (в том числе биологического и геосферного) может почти мгновенно вызвать природную или социальную катастрофу, старые смыслы утрачивают свою актуальность. У человечества появились общие и высшие цели, связанные с самоценностью жизни и преодолением собственной гибели. Поэтому возникла потребность постоянной адаптации массового и индивидуального человеческого сознания к быстро растущим возможностям общества. Следствием такой трансформации становится формирование *экокультурного пространства*. В качестве явления данного пространства выступает *экологическая культура*,

которая в свою очередь становится основой развития *экологического общества* как цивилизации, сумевшей устранить угрозу экологической катастрофы и гармонично развивающейся в эколого-равновесной форме. Условием решения этих стратегических задач, обеспечивающим механизм действий, становится *экологизация науки и образования*, призванная найти разумный ответ на вызов, сделанный современной цивилизацией.

Следовательно, экологический научно-образовательный комплекс детерминирован *культурологическим кодексом*, отражающим характер и динамику общественного развития.

*Культурологическим кодексом* науки и образования, на наш взгляд, является набор концептуальных знаний естественного и гуманитарного характера, с помощью которых фиксируется общее представление о содержании и задачах дисциплин, изучающих функциональные механизмы взаимодействия человеческого общества с окружающей средой. Конструктивные задачи здесь заключаются в заботе не столько о среде обитания, но, преимущественно о самом человеке. Поэтому практическим воплощением усилий по экологизации науки и образования следует считать *экологические интересы* общества как выраженные предпочтения в отношении целей и средств устойчивого и равновесного развития.

Экологические интересы имеют направленность на сохранение и умножение *естественных богатств*, обеспечивающих поступательное развитие общества. В свою очередь естественными богатствами выступают ресурсы природы и способности общества обеспечивать жизненными средствами поколения людей. Естественные богатства, таким образом, воплощают потенциальную энергию пространства, определяют его состояние, характер и продолжительность жизни.

Итак, естественные богатства могут быть разложены на две связанные, но во многом независимые друг от друга части: 1) природное содержание и свойства пространства, которое находится в распоряжении общества, и 2) живые силы народа, который это пространство занимает.

Природное содержание и свойства пространства становятся естественным богатством по мере их превращения в полезные силы природы, то есть в её ресурсы. Известно, например, что они в нашей стране разнообразны и огромны. Вместе с тем следует иметь в виду, что всё богатство, созданное природой за миллиарды лет, реализуется только в итоге кропотливого труда человека. Превращение природы в богатство достигается огромными интеллектуальными и волевыми человеческими усилиями, поэтому знание природных характеристик пространства должно быть понято и усвоено всеми мыслящими людьми. «Мы должны, прежде всего, – говорил В.И. Вернадский, – обладать знанием наших богатств, понимать их ценность, знать, как их надо и как их можно перевести в формы, доступные для человеческой жизни» [1].

Живые силы народа определяются его способностью к работе, умственными и моральными качествами, накопленным опытом и талантливостью. Народ, находящийся в этих областях очень высоко, может достигнуть весьма многого даже в том случае, если природные богатства его страны ничтожны.

Природные богатства, соединяясь с мыслительным, волевым и нравственным характером людей, образуют *естественные производительные силы* общества. Они, в свою очередь, выступают главным рычагом государственной политики по овладению силами природы для обустройства жизненного пространства.

*Примечательно, что в 1915 г. в ходе первой мировой войны в России была основана Комиссия по изучению естественных производительных сил страны (КЕПС). Это был выдающийся национальный проект, душой которого с самого начала стал академик В.И. Вернадский. В России к тому времени еще не было полных и достоверных сведений о собственных богатствах. Поэтому комиссия была призвана объединить усилия ученых, политиков, хозяйственников в деле экономического и культурного строительства. Только в 1916 г. КЕПС организовала 14 специальных экспедиций в различные районы России. К 1930 г. в составе КЕПС уже работали Институт физико-химического анализа, Институт по изучению платины и других благородных металлов, отделы: нерудных ископаемых, каменных строительных материалов, географический (с Лесным музеем), энергетики, газовый, библиографии, распространения научных изданий, а также Сапропелевый комитет, Бюро генетики, Спектроскопическое бюро и научная библиотека. В конечном счете, многоплановая деятельность Комиссии заложила устойчивый фундамент развития науки и экономики страны на много лет вперед [2; 3, с. 38].*

Таким образом, естественные производительные силы непосредственно генерируют национальное богатство. Национальное богатство измеряется материальными благами, созданными трудом всех поколений людей, но также невещественными ценностями, определяющими научный, образовательный, культурный, моральный, нравственный и физический потенциал народа. Поэтому единственным достоверным национальным богатством, которым на самом деле обладает та или иная страна, считается её население и духовно-нравственное состояние народа. Необходимо осознавать, что кроме вещественных, прагматических ценностей в окружающем мире есть иные – нравственные. По сравнению с первыми они выше и более значимы. Это важно понимать, потому что современная действительность заражена насаждаемым повсюду прагматизмом, поражающим людей моральной слепотой и подавляющим в человеке «рефлексы идеала».

Человек живет по-человечески, когда его жизнь – не вещественное потребление, но деятельное нравственное бытие, когда он руководствуется стремлением к идеалу. Только в этом случае рождается собственно человек, существо, настроенное на созидание.

Ярким примером здесь является гуманитарная сфера в современной России. Она в стране одна из самых тревожных. Её характеризует естественная убыль населения, стабильно низкая продолжительность жизни, резкие социальные контрасты, быстро распространяющаяся алкоголизация населения, криминализация общества. Это сопровождается снижением ав-

торитета государственной власти, высокой коррупцией, декларативностью мер политических элит, их бесконтрольностью. К указанным прискорбным фактам добавляется девальвация российской образовательной системы и другие проблемы.

Сложившаяся картина обусловлена не столько экономическими, но, главным образом, нравственными причинами, связанными с отходом от идеи самоценности человеческой жизни. Следовательно, благополучие общества, его богатство и процветание состоит, прежде всего, в нравственном, культурном и интеллектуальном росте.

Другими словами, богатство любой страны в истинном смысле – это не только накопленный материальный результат, но способность общества сохранять имеющееся и воспроизводить новое. Об этой невещественной составляющей богатства необходимо заботиться в первую очередь. В противном случае материальные ценности станут утрачивать свою общественную полезность, а их частные успехи будут лишь усугублять проблемы общества.

Итак, естественные богатства, превращаемые в национальное достояние, обладают очень ёмким содержанием и заключают в себе определённый положительный смысл, отвечающий целям и стремлениям человека. Богатство воспринимается как в материальной форме, так и в духовном выражении. Множественная сущность богатства подчеркивает характер человеческих потребностей. Они носят не одну естественную обусловленность, но также определяются общественной нравственностью и культурными традициями. Поэтому богатство страны обязано соотноситься с показателями геосферно- и гуманитарно-допустимого развития. Бездумная потребительская ориентация на непредсказуемые физические и чувственные наслаждения без меры перемалывает человеческие и природные ресурсы и ведет к необратимым последствиям в среде обитания человека.

Иначе говоря, недостаточно обладать мощным экономическим потенциалом, грозным вооружением, многочисленной армией и спецслужбами. Необходимо иметь собственную концепцию использования этих возможностей во благо общества, ибо при сохранении духовного негатива в сочетании с унижительной социальной практикой скорая деградация естественных богатств страны неизбежна. Накопление ценностей любыми способами с проведением в жизнь законов, оправдывающих эти способы, является противоестественным. «В искусстве наживать состояние, – учил ещё Аристотель, – никогда не бывает предела в достижении цели, так как целью здесь оказывается беспредельное богатство и обладание деньгами. Все занимающиеся денежными оборотами стремятся увеличить свои капиталы до бесконечности» [4, с. 25]. Как показала вся дальнейшая человеческая история, в мире не существует преступлений, на которые не отважится жаждущий прибыли.

Следовательно, главным содержанием общественного богатства необходимо считать духовно-нравственные основания человека, выражаю-

щиеся в его смысложизненных установках и деяниях. Они формируют *гуманитарную стратегию общества*, нацеленную на сохранение и развитие позитивной созидательной силы народа. В случае принижения нравственных идеалов неизбежное самодавяющее значение приобретает бесконтрольная тоталитарная власть.

Таким образом, вопросы экологизации человеческого общества становятся наиболее актуальными для современной науки и практики образования. Тем самым обретает смысл *экологическая философия*, отражающая положительные знания о развитии природы, человеческого общества и мышления, с целью создания принципиально новой человеческой культуры. Другими словами, экологическая философия нацелена на разработку идеологии распределительных функций в сложном механизме общественного развития.

С функциональной точки зрения человеческое общество в отношении природы должно играть роль своеобразной «страховой компании», которой биосфера отдает часть своего богатства, отложенного про запас – «на черный день». Взамен человек обязан подстраховывать биосферу, обеспечивая гармоничное состояние естественных структур. Биосфера обладает тончайшими внутренними системами, которые сформировались за миллиарды лет эволюции. В результате, биосфера обрела способности вмещать гигантское число живых объектов, включая человека. На «управление» этим комплексом, по мнению ряда ученых, требуется почти весь объём энергетических и трудовых затрат современной цивилизации. Поэтому биосферная функция человечества должна означать разумное использование внешних рычагов регулирования устойчивости биосферы («страховой компании») и строгий контроль антропогенного невмешательства во внутренние механизмы функционирования природы. Данная задача может быть реализована через управление человека самим собой [6, с. 140].

Человеческое измерение экологического равновесия переводит теоретические размышления о взаимодействии природы и общества также в контекст структурных построений экологической динамики цивилизационного развития. В этом смысле движение от адаптивного согласования человека и природы через антропоцентричные отношения должно завершиться их коэволюцией. В итоге главными станут не только функции защиты природы, но и самого человека в условиях естественной среды, а также человека от человека. Другими словами, прежний экстенсивный и неравновесный способ существования человечества обязан уступить место новой жизни, в которой, действительно, есть общие и высшие цели (например, улучшение здоровья и увеличение продолжительности жизни людей).

Итак, новый мир обретает не столько ответы на возникающие вопросы, сколько *разум*, который должен служить компасом человеческого бытия. Формы земной жизни и общественного мироустройства, в сущности, являются не чем иным, как воплощением *менталитета* – этой интеллектуальной субстанции социального мира, своеобразной «морализированной»

идеологии. Поэтому не события и факты определяют характер экологического обустройства пространства, но сам человек настойчиво навязывает ему свою логику существования. Поскольку люди обладают не только разумом, но также ярко выраженным духовным началом, человечество не может не учитывать эту реальность. Это означает, что решение многих экологических проблем лежит в плоскости использования интеллектуально-нравственных принципов. При этом главным условием по обеспечению развития человеческой цивилизации остается сохранение геосферы и формирование экокультурного пространства, генерирующего разум.

#### *Литература*

1. Вернадский В.И. *Вопрос о естественных производительных силах в России*: [http://sinsam.kirsoft.com.ru/KSNews\\_38.htm](http://sinsam.kirsoft.com.ru/KSNews_38.htm)
2. *Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС)*: <http://www.encspb.ru/article.php>
3. Субетто А.И. *Ноосферный прорыв в будущее России в XXI веке*. – СПб., 2010.
4. Аристотель. *Политика*. – СПб., 1911.
5. *Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы России*. – М., 2002.
6. Мамзин А.С. *Биология в системе культуры*. – СПб., 1998.

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОЧИСТКИ РЕК И КАНАЛОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

*А.М. Максимова, Д.А. Нестеров, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Малые водотоки служат коллекторами всех видов загрязнения. Их донные отложения имеют способность накапливать и хранить сведения о состоянии и изменениях химических и динамических параметров водной среды. Они являются важным источником информации о прошлых климатических, геохимических, экологических условиях, существующих на водосборе и в самом водоеме, позволяют оценить современное экологическое состояние воздушной и водной сред.

Среди комплекса проблем, связанных с загрязнением водотоков, одной из важнейших является проблема загрязнения донных отложений тяжелыми металлами, которые по оценке многих специалистов являются самыми опасными загрязнителями [1]. Тяжелые металлы сравнительно экспрессно и количественно определяются в объектах окружающей среды современными аналитическими методами. Изменения в особенностях их распределения сопровождают практически все виды воздействий, что позволяет использовать их как чуткие индикаторы потоков загрязняющих веществ. Кроме того, в последние годы было выяснено, что аквальные геосистемы, расположенные на территории Санкт-Петербурга и других городов, являются наилучшими индикаторами степени загрязненности окру-

жающей среды урбанизированных территорий, поскольку представляют собой аккумулирующие составляющие гидрографической сети [2].

**Особенности изучаемого объекта.** В качестве объекта исследований была выбрана река Пряжка. Располагаясь в дельте Невы и являясь левым рукавом р. Мойка, р. Пряжка может служить хорошим примером результата техногенного воздействия на естественный водоток. Стоит отметить, что в 2007 г. производилась чистка русла р. Пряжка. Данное исследование, основано на фактическом материале геохимического состояния донных отложений полученных до очистительных работ и после их проведения.

**Методика и методы исследования.** В ходе полевых работ в зимний период (февраль-март 2012 г.) со льда акватории осуществлялся отбор донных отложений, который сопровождался подробной документацией отобранного материала.

На р. Пряжка были заложены семь профилей от территории ФГУП «Адмиралтейские верфи», до Матисова моста. На каждом профиле по трем скважинам отбиралась полная колонка осадков до коренных отложений. Профиля были заложены в местах исследований проведенных в 2005 г., для получения более точных данных по динамике загрязнения донных отложений исследуемого водотока.

Отбор образцов проводился с помощью озерного бура. Для координатной привязки точек отбора проб использовался GPS-навигатор eTrex Legend. Послойный отбор по вертикальным разрезам вплоть до коренных (подстилающих) пород производился через каждые 5 см. Отобранные пробы высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре 105<sup>0</sup>С. Сухая проба была измельчена так, что максимальный размер частиц не превышал 1 мм. Измельченная масса пробы обычно избыточна для рентгеновского анализа, поэтому для его проведения отбирался рабочий образец массой 15-25 г. Затем рабочий образец дополнительно измельчали до пудры на оборудовании, не загрязняющем пробы. Для этого мелющие элементы оборудования не должны содержать определяемых элементов.

Отобранные образцы пород и почв анализировались в лаборатории Геохимии окружающей среды РГПУ им. А.И. Герцена рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Этот аппарат относится к приборам рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Это означает, что в его работе используется источник первичного рентгеновского излучения (рентгеновская трубка) для облучения анализируемого объекта, в результате чего сам объект начинает излучать (флуоресцировать) в рентгеновском диапазоне. Спектральный состав этого вторичного излучения адекватно отражает элементный состав анализируемого образца. Атомы того или иного химического элемента имеют свои, характерные только для данного элемента спектральные линии. Таким образом, наличие или отсутствие в спектре тех или иных линий говорит о присутствии

соответствующих химических элементов, а измерение «яркости» этих линий позволяет количественно оценить концентрацию данного элемента [3].

При изучении р. Пряжка, главным образом использовался метод геохимического анализа. В качестве методической основы была взята методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. Для построения градуировочных характеристик используются 9 градуировочных образцов – государственные стандартные образцы состава почв: чернозема типичного, дерново-подзолистой супесчаной почвы, красноземной почвы [4]. Эта методика позволяет измерять такие элементы, как Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, а также оксиды: TiO<sub>2</sub>, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Большинство этих элементов относятся к тяжелым металлам по решению Целевой группы по выбросам Европейской Экономической комиссии ООН и входят в группу высокотоксичных химических веществ [5].

Для сравнения геохимического состояния донных отложений реки Пряжка за 2005 год с геохимическим состоянием донных отложений 2012 года, были построены графики распределения концентраций тяжелых металлов в техногенных илах по профилям за эти годы (рис.1-7).

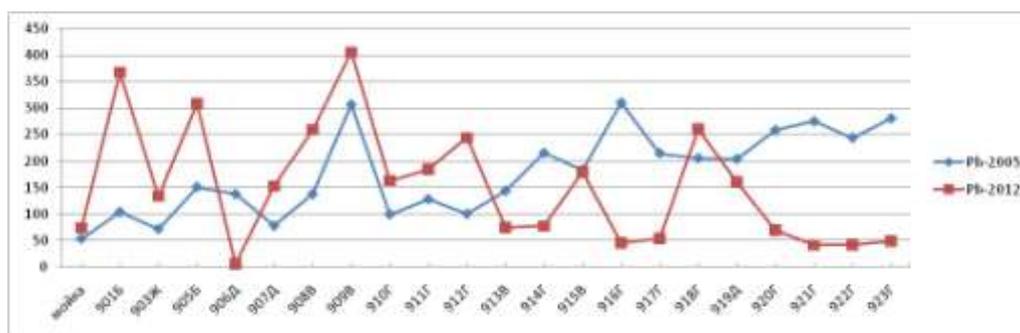


Рис. 1. Содержание свинца в техногенных илах р. Пряжка

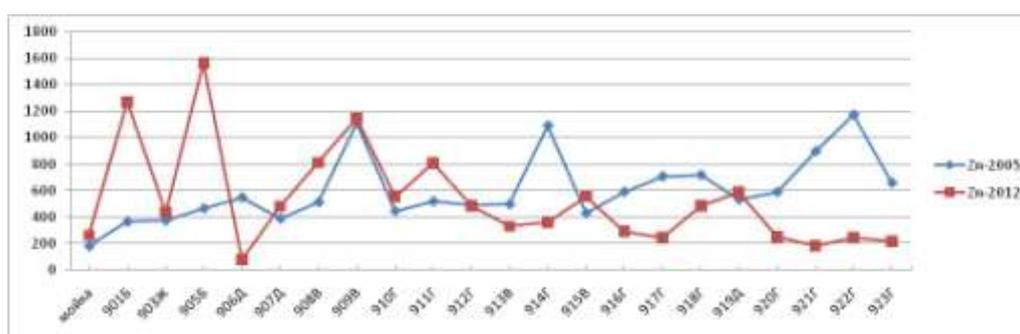


Рис. 2. Содержание цинка в техногенных илах р. Пряжка

При анализе полученных графиков распределения тяжелых металлов в донных отложениях р. Пряжка по профилям, можно отметить, что линии трендов за 2005 и 2012 гг. коррелируют между собой. Также стоит отметить наименьшие значения линий трендов за 2012 г. почти во всех исследуемых точках, что подтверждается сравнением среднего содержания тяжелых металлов в техногенных илах за 2005 и 2012 гг. (табл. 1).

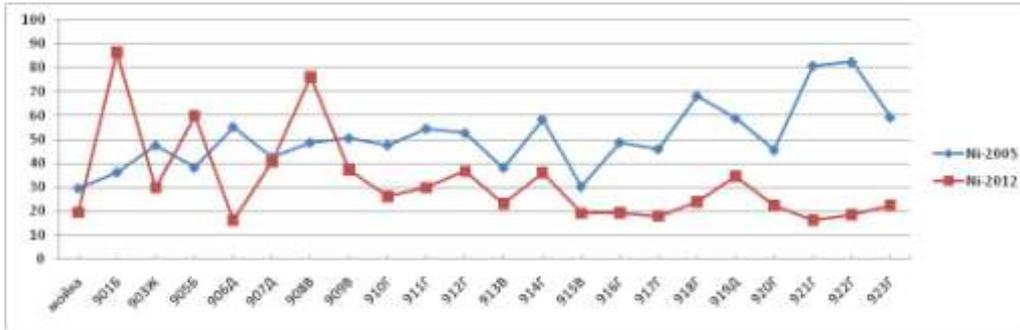


Рис. 3. Содержание никеля в техногенных илах р. Пряжка

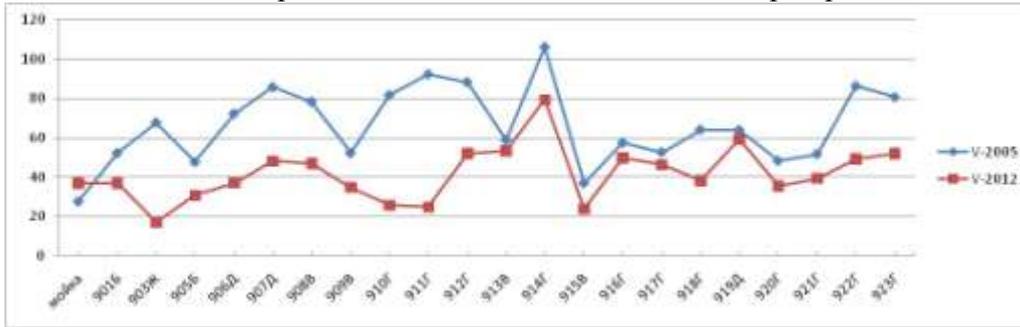


Рис. 4. Содержание ванадия в техногенных илах р. Пряжка

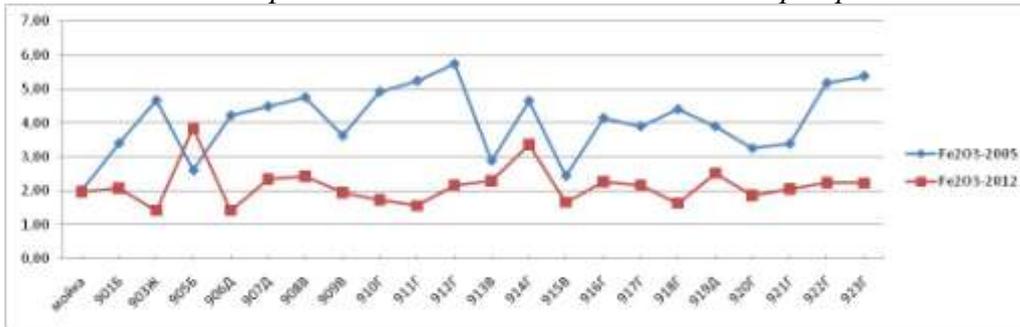


Рис. 5. Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в техногенных илах р. Пряжка

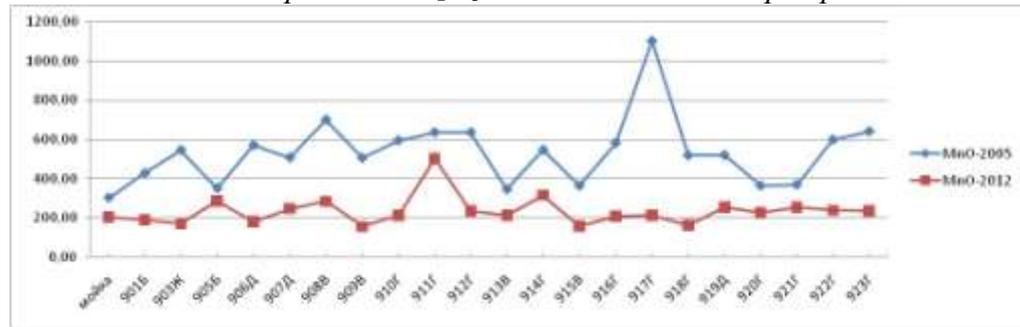


Рис. 6. Содержание марганца в техногенных илах р. Пряжка

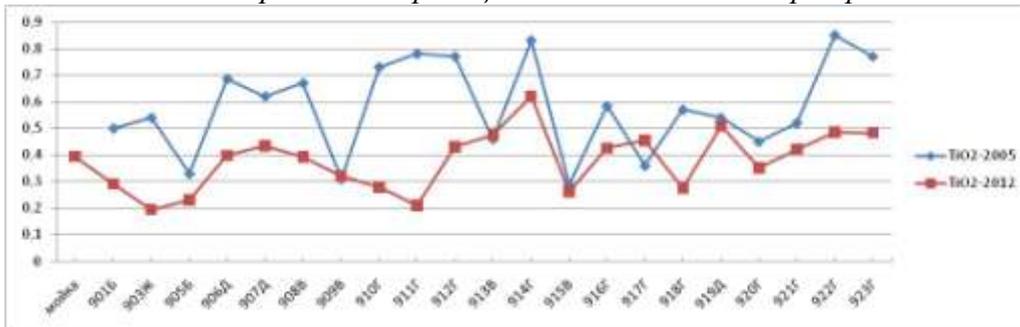


Рис. 7. Содержание TiO<sub>2</sub> в техногенных илах р. Пряжка

Табл. 1. Среднее содержание тяжелых металлов в техногенных илах р. Пряжка

Год	Содержание, ppm								Содержание, %	
	Pb	As	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Mn	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
2005	177,26	40,05	603,08	25,34	50,93	128,04	66,09	532,54	4,05	0,58
2012	152,45	6,17	529,17	29,74	32,35	79,11	41,69	233,86	2,14	0,38

Среднее содержание мышьяка в техногенных илах р. Пряжка за 2012 г., понизилось по отношению к 2005 г. в 6,49 раза, свинца 1,16, цинка 1,14, никеля, 1,57, хрома 1,62, ванадия 1,59, марганца 2,28, железа 1,89, титана 1,53. Средняя концентрация меди в техногенных илах за 2012 г. возросла по отношению к 2005 г. в 1,17 раза.

На графиках содержания Pb, Zn, Ni в донных отложениях реки пряжка наблюдаются общие новые аномалии этих элементов в точках «901Б» и «905Б», по сравнению с данными 2005 г. Новая аномалия никеля наблюдается в точке «908В». Также на графике распределения свинца и цинка прослеживаются повышенные значения трендов за 2012г. в точках от «мойка», до точки «912 Г», исключения составляют точка «906Д» и «912Г» для цинка. Значения трендов содержания ванадия, железа, марганца, титана в техногенных илах за 2012 год, значительно ниже трендов 2005 года, исключения составляют точки «мойка» для ванадия, «905Б» для железа, «909В, 913В, 917Г» для титана.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что проведенная чистка русла реки Пряжка в 2007 году, в целом снизила концентрации тяжелых металлов в техногенных илах. Поэтому следует проводить такие дноочистительные работы на реках и каналах Санкт-Петербурга. Но стоит заметить, что концентрации наиболее опасных элементов накапливающихся в донных отложениях, изменяются ежегодно. В связи с этим возникает необходимость многолетних наблюдений за состоянием донных отложений, поэтому мониторинговые исследования в этой области являются наиболее эффективными.

Также стоит отметить появление новых аномалий Pb, Zn, Ni в первых трех профилях от реки Мойка, что свидетельствует о сохранении высокой техногенной нагрузке на данной территории. Это вызвано исключительно техногенным происхождением, связано с большим количеством промышленных объектов, таких как ФГУП «Адмиралтейские верфи», ряда автотранспортных предприятий (включающих такие объекты как СТО и АЗС), а также с оживлённым транспортным потоком по набережной в часы пик. Вероятно, одним из источников загрязнений донных отложений поллютантами, может служить сточная вода, которая идет через трубы со стороны психиатрической больницы до реки Пряжка. Также стоит отметить, что концентрации тяжелых металлов в донных отложениях реки Пряжка, выше в крайних точках профилей, что свидетельствует о поступлении этих элементов с набережных от наземного транспорта.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 годы (проект 2.3.1).*

*Литература*

1. Янин Е.П. Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города. – М.: ИМГРЭ, 2003. – 89 с.
2. Водные объекты Санкт-Петербурга / Под ред. С.А. Кондратьева и Г.Т. Фрумина. – СПб., 2002. – 348 с.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Ревич Б.А., Саев Ю.Е., Смирнова Р.С. (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90) – М.: ИМГРЭ, 1990.
4. Методика выполнения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. ООО «НПО Спектрон». – СПб., 2004.
5. Исидоров В.А. Введение в курс химической экотоксикологии. – СПб.: СПбГУ., 1997.

## **ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА АКВАТОРИИ И ПОБЕРЕЖЬЯ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА: ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

*В.А. Щерба, Н.А. Захрятина, МГТУ им. М.А. Шолохова, г. Москва*

Качественная и количественная оценка техногенной нагрузки на акватории и побережья Арктики необходима для прогнозирования техногенного воздействия человека, в особенности в процессе проведения геологоразведочных работ и освоения месторождений нефти и природного газа, на экологическую систему региона. Проблема изменения состояния окружающей среды имеют решающее значение для определения масштабов и направлений разработки ресурсов углеводородного сырья в Арктике.

Необходимость освоения запасов нефти и газа арктического региона определяется сокращением запасов углеводородов в других регионах РФ. Доля арктических шельфов составляет 87,5% в общей структуре начальных суммарных запасов ресурсов углеводородов морей России. За последнее время в акватории российского сектора Арктики было выявлено более 450 локальных объектов, открыто 32 месторождения, в том числе уникальные газовые – Штокмановское, Русановское, Ленинградское. Прогнозные запасы газа в Баренцево-Карском нефтегазоносном бассейне составляют 21,8 трлн м<sup>3</sup>, в Восточно-Арктическом бассейне, соответственно, 7,6 трлн м<sup>3</sup> [1,3].

Изучение континентального шельфа в последние годы является одним из приоритетных направлений геологоразведочных работ. Уже сегодня порядка 10% его углеводородного потенциала переведено в категорию запасов. Практически все они находятся в распределенном фонде недр. Открытия последних 15 лет показали, что Арктический бассейн, где по оценкам геологов сосредоточено свыше 30% мировых ресурсов нефти и газа, в

долгосрочной перспективе может стать главным мировым центром добычи углеводородов. На это указывает и то, что уже сегодня арктические государства резко активизировали свою деятельность по ведению научных исследований в этой акватории, с целью закрепления через комиссию ООН внешних границ своего континентального шельфа. Выполненные Роснедрами в 2010-12-м годах три высокоширотные геологоразведочные экспедиции в Арктике дали нам шанс закрепить за Россией в Комиссии ООН по границам континентального шельфа 1,2 млн км<sup>2</sup> [6].

Антропогенная и техногенная нагрузка на окружающую среду припортовых морских акваторий в последние годы не ослабевает, что способствует увеличению экологического ущерба, накопленного в предыдущие десятилетия. Ухудшение состояния окружающей среды связано с ростом объемов перевозки грузов морским путем, сбросом в водные объекты бытового и технического мусора, отходов жилищно-коммунального хозяйства, разливами и утечками нефтепродуктов, засоренностью прибрежных полос.

В припортовых акваториях накопилось около 2000 брошенных затопленных морских транспортных средств, являющихся объектами повышенной экологической и навигационной опасности, постоянными загрязнителями окружающей среды. В районах свалок судов содержание загрязняющих веществ (тяжелых металлов, и нефтяных углеводородов) в илах и водах в десятки, а местами в сотни раз выше, чем на других участках акватории. Сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в акватории морских портов России оказывает значительное негативное воздействие на экосистемы прибрежных вод морей [5]. Немалую лепту в увеличение техногенной нагрузки на окружающую среду внесет освоение месторождений углеводородных ресурсов на шельфе арктических морей страны.

Акватории и побережья, арктических морей России, постоянно претерпевают техногенную нагрузку. Кольский залив является одновременно местом разгрузки наземной водной системы, районом интенсивного судоходства, местом расположения целого ряда крупных гражданских и военных портов и небольших стоянок. Угрожающим источником нефтяного загрязнения является морская транспортировка, возрастающая в связи с перераспределением объемов перевозок и увеличением добычи ее в арктических районах. В акватории Кольского залива, особенно в акватории портов, визуально можно постоянно обнаружить наличие нефтяной пленки. Поступление нефтепродуктов со сточными водами, по неполным отчетам предприятий, в период 2002-2007 гг. сократилось с 58 до 28 т/год, но помимо организованного сброса, идет постоянное загрязнение залива от большого количества судов и различных плавучих средств [7].

В Баренцевом море открыто 8 месторождений природного газа, среди них – гигантское Штокмановское месторождение. Активизация перевозок нефти и нефтепродуктов через акваторию Баренцева моря увеличивает техногенную нагрузку на морскую экосистему и увеличивает риск ее за-

грязнения. Наиболее значимыми субъектами такого риска являются рейдовые комплексы перегрузки нефти, организуемые, в частности, в Кольском заливе [2]. В целом, геоэкологическая обстановка сохранила свои черты по сравнению с 2006 г. Проведенные геолого-геофизические исследования позволили констатировать, что в Баренцевом море, несмотря на интенсивную техногенную нагрузку, верхние горизонты геологической среды (донные отложения и четвертичные образования голоценового возраста) практически не нарушены. Загрязнение на большей части акватории отсутствует и перед началом этапа эксплуатации нефтяных и газовых месторождений на баренцевоморском шельфе.

В Белом море высоких и экстремально высоких уровней загрязнения вод Двинского залива в период наблюдений не отмечалось. По результатам гидрохимических съемок Двинского залива кислородный режим был удовлетворительным. Содержание растворенного в воде кислорода в среднем составило 9,48 мг/л при диапазоне колебаний концентраций 6,58-11,20 мг/л. Насыщение водных масс залива кислородом изменялось в пределах 62-100%, минимальное значение (62%) было зарегистрировано в июне на станции № 12 на глубине 10 м. По сравнению с ранее проведенными исследованиями кислородный режим существенно не изменился. Загрязненность вод нефтепродуктами была незначительной. Средняя концентрация составила 0,03 мг/л. Максимальная концентрация 0,19 мг/л (3,8 ПДК) была определена в июне на станции № 16 в придонном слое воды. По сравнению с предшествующим годом уровень загрязнения вод Двинского залива нефтепродуктами несколько понизился. Среднее содержание нитритов составило 1,0 мкг/л, превышений ПДК по нитритам не отмечалось. Максимальная концентрация 3,5 мкг/л, зарегистрирована на станции № 19 в придонном слое воды. Результаты наблюдений в Белом море подтвердили сделанный ранее вывод о том, что геологическая среда этого морского бассейна является одной из наиболее благополучных на Северо-Западе России [7].

В Печорском море, в отличие от 2006 г., в придонном слое воды возросло содержание различных поллютантов, что отражает возрастание нагрузки на морскую среду процесса разработки сухопутного нефтяного месторождения Варандей. Так же в Печорском море разведано Приразломное месторождение нефти в отложениях пермско-триасового и девонского возраста.

В Карском море открыты гигантские месторождения газа – Русановское и Ленинградское. Негативно влияют на экологическое состояние моря суда. Места их частого передвижения загрязнены нефтепродуктами. В связи с предстоящим началом разработки нефтегазовых месторождений на шельфе Карского моря возможно увеличение техногенной нагрузки на эту территорию.

В море Лаптевых хорошо развито рыболовство, так как здесь большое количество северной рыбы, так же водится морж и нерпа, коренным обитателем считается и белый медведь. В 2007 г. наблюдения за степенью загрязнения морских вод на территории Республики Саха (Якутии) в системе

Росгидромета и Росводресурсов не проводились. На территории Республики Саха (Якутия) проводятся наблюдения вод залива Неелова (море Лаптевых), но не как морских вод, а как поверхностного водного объекта (водоёма).

На Чукотском море практически не развито рыболовство и охота на морского зверя. По просторам этого моря осуществляются транзитные транспортные перевозки.

Восточно-Сибирское море используется главным образом в транспортном отношении как часть Северного морского пути. Устьевое рыболовство и добыча морского зверя в прибрежных водах имеют значение только для местных жителей [8].

Техногенная нагрузка проявляется во многих видах деятельности и факторах воздействия на окружающую среду на разных этапах освоения морских нефтегазовых месторождений (при надежной работе всех элементов нефтегазового комплекса и отсутствии аварийных ситуаций) наибольшее негативное влияние по сравнению с другими этапами освоения происходит в процессе обустройства месторождений. В частности, во время установки платформ, подводно-технических работ, прокладки трубопроводов, строительстве береговых терминалов, в процессе бурения скважин, а также при использовании судов. Прогноз изменений окружающей среды в российской Арктике необходим для оценки возможного воздействия изменений климата на развитие нефтегазодобычи и техногенного влияния на экологическую систему региона. Исследования в этой области способствуют обеспечению эффективного и безопасного освоения перспективных месторождений шельфа арктических морей Российской Федерации [5].

Основными нарушениями, выявленными Росприроднадзором при осуществлении надзора за использованием и охраной внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации, являются:

1. Загрязнение акватории внутренних морских вод территориального моря нефтепродуктами, бытовым и техническим мусором с судов и береговых населенных пунктов и предприятий;
2. Захламление морского дна затонувшими судами и пр.;
3. Сброс неочищенных сточных вод береговыми предприятиями;
4. Невыполнение требований законодательства об обязательности экологической экспертизы хозяйственной деятельности;
5. Отсутствие разрешительных документов на пользование поверхностным водным объектом и пользованием им с нарушением условий водопользования [4].

В настоящее время экосистема Арктики испытывает серьезное техногенное воздействие, связанное с климатическими изменениями, глобальным переносом загрязняющих веществ, радиационным загрязнением и т.д. Активная нефтегазовая деятельность может стать губительной для окружающей природной среды региона.

Природа северных морей настолько чувствительна и уязвима, что даже незначительное нарушение ее структуры может привести к необратимым последствиям. Экологическая опасность усиливается за счет сложной ледовой обстановки (повышается риск аварий), трудностей с ликвидацией разливов и низкого температурного режима, что замедляет разложение загрязняющих веществ. Один из важнейших аспектов освоения недр континентального шельфа – экологический. Сохранение экологического равновесия морской и геологической сред в районах проведения работ и на путях транспортировки нефтепродуктов должно стать главной целью деятельности по освоению шельфа. Как подчеркивают многие специалисты, регионы континентального шельфа характеризуются низким уровнем интенсивности естественной биологической очистки, что в случае аварийных разливов нефти может привести к длительному загрязнению морской воды, донных отложений и атмосферы [7].

Таким образом, техногенную нагрузку на акватории и побережья арктических морей, обусловленную воздействием транспорта, сточных вод предприятий, расположенных на суше необходимо минимизировать. Особенно максимально безопасной должны быть организованы работы по освоению углеводородных ресурсов на шельфе арктических морей России. Разработка месторождений углеводородов должно опираться на мировой опыт освоения подобных месторождений. Необходимо использовать современные технологии, способствующие минимизации негативного воздействия на окружающую среду, строго соблюдать природоохранное законодательство. Освоение ресурсов должно производиться на основе комплексного исследования различных факторов, условий и природных особенностей арктического региона в связи с эксплуатацией объектов по добыче, транспортировке и хранении нефти и газа.

#### *Литература*

1. Ананьев В.В. Проблемы и перспективы освоения ресурсной базы углеводородов в арктических акваториях России // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*. 2010. № 3. – С. 42-47.
2. Бередников С.В., Ильин Г.В., Шавыкин А.А. Оценка возможных аварийных разливов нефти в Кольском заливе на окружающую среду / *Материалы международной конференции «Нефть и Газ Арктического шельфа, 2004»*. Мурманск: Мурманский морской биологический институт РАН, 2004 – С. 68-72.
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов в 2010 году». М.: Центр «Минерал» ФГУНПП «Аэрогеология», 2011. – 418 с.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году». М.: АНО «Центр международных проектов», 2012. – 504 с.
5. Кашин В. Арктическая кладовая // *Ведомости*. 25.07. 2008. № 137.
6. Попов А.П. Доклад на VII Всероссийском съезде геологов 24 октября 2012 года, г. Москва // *Отечественная геология*. 2013. №1. - С. 6-11.
7. <http://www.protown.ru/information/hide/2831.htm>
8. <http://www.vipstd.ru/gim/content/view/6/75>

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА

*В.А. Щерба<sup>1</sup>, А.В. Волгин<sup>2</sup>, А. Зелинский<sup>3</sup>  
МГГУ им. М.А. Шолохова, г. Москва<sup>1</sup>, МГОУ, г. Москва<sup>2</sup>,  
Институт географии, г. Кельце (Польша)<sup>3</sup>*

В последние годы усилилось внимание к запасам нетрадиционного природного газа в слабопроницаемых глинистых сланцах и в угольных пластах. Использование горизонтального бурения в сочетании с гидравлическим разрывом пластов значительно расширили возможности производителей выгодно добывать природный газ из геологических образований с низкой проницаемостью, особенно сланцевых пластов. Сланцевый газ – это разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований, коллекторах, в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли. Запасы отдельных газовых коллекторов невелики, но они огромны в совокупности и требуют специальных технологий добычи. Сланцевые залежи встречаются на всех континентах, таким образом, практически любая энергозависимая страна может себя обеспечить необходимым энергоресурсом.

Запасы сланцевых пород равномерно распределены по всему миру, они есть как на суше, так и на морском дне. Отличается только глубина залегания пласта, которая варьируется от 200 м до 7 км. По оценке Департамента Энергетики США, объем «технически извлекаемых» мировых запасов сланцевого газа составляет более 186 трлн м<sup>3</sup>. Наряду с США, Китаем, Аргентиной и другими странами крупными запасами сланцевого газа обладают также Польша [3].

Специалисты сильно расходятся в оценке ресурсов и запасов сланцевого газа, поскольку часто оперируют разными понятиями. Потенциально возможные ресурсы планеты оцениваются примерно в 200 трлн. Чтобы их разведать, потребуется 30-50 лет, полученная при этом цифра геологических запасов, вероятно, будет в 1,5-3 раза меньше. Однако труднее всего определить, какую часть из них можно отнести к доказанным запасам, пригодным для рентабельной промышленной разработки.

Наблюдаемый в последние годы рост добычи газа в США обусловлен в первую очередь технологическим прорывом, который сделал добычу газа из глинистых сланцев не просто технологически возможной, но и коммерчески выгодной. Если в 2007 г. Объем производства на трех действующих тогда промыслах составлял 33,5 млрд м<sup>3</sup>, то к концу 2008 года сланцевый газ добывался уже на семи месторождениях, а добыча его выросла до 57,2 млрд м<sup>3</sup>. В 2009 г. Сланцевый газ обеспечил 14% американской добычи, а в 2010 г. в США было извлечено 120 млрд м<sup>3</sup> сланцевого газа, около 16% суммарной добычи [1].

По прогнозам крупнейших мировых компаний, в том числе ОАО «Лукойл» и Shell, Северная Америка к 2017-2020 гг. будет полностью обеспечивать себя углеводородами, в том числе за счет сланцевого газа и сланцевой нефти. Страна к этому времени может не только полностью отказаться от импорта углеводородов, но и приступить к экспорту [12].

Рост добычи будет обусловлен освоением сланцевых залежей углеводородов в США, битуминозных песков Канады, а также запасов сырья в Мексиканском заливе. Добыча нефти и жидкого сырья увеличится на 40%. В компании ожидают, что США смогут стать чистым экспортером энергии к 2025 г. При этом в 2010 г. США импортировали 35% от всей потребляемой нефти внутри страны. Уже к 2040 г., полагают эксперты, Америка сможет экспортировать 15% добываемого газа и 5% нефти [13].

Поиски и разведка месторождений сланцевого газа на территории Польши продолжаются в настоящее время. Объектами поисков являются отложения нижнего силура и ордовика, представленные богатыми органикой сланцами, получившими распространение в нижнепалеозойском осадочном бассейне, который простирается в виде полосы, идущей с северо-востока на юго-запад через центр страны. Сланцы залегают в трех бассейнах – Балтийском на севере, Люблинском на юге, и Подляском воеводстве на востоке. Богатые органикой сланцы в этих трех бассейнах, по всей видимости, имеют благоприятные характеристики для поисков и разведки месторождений сланцевого газа. Вероятные запасы сланцевого газа Польши составляют 22,4 трлн м<sup>3</sup>, из них 15,5 трлн м<sup>3</sup> в Балтийском бассейне, 6,3 трлн м<sup>3</sup> в Люблинском бассейне и 1,6 трлн м<sup>3</sup> в Подляском бассейне. Технически извлекаемые ресурсы сланцевого газа в этих трех бассейнах составляют 5,3 трлн м<sup>3</sup> [3].

Площадь Балтийского бассейна составляет свыше около 260 тыс. км<sup>2</sup> и включает отдельные части территории Польши, Литвы, России, Латвии, Швеции и Балтийского моря. Здесь на долю палеозойских отложений приходится 75% от всего разреза осадочной толщи. Среди этих отложений преобладают породы силурийского возраста [2]. На территории Балтийского и Подляского бассейнов, наиболее перспективные толщи сланцевых отложений связаны с породами лландоверийского самого нижнего яруса силурийской системы. В Люблинском бассейне, богатые органикой сланцы большей мощности сформировались в отложениях, относящихся к венлокскому верхнему ярусу нижнего отдела силурийской системы. Площадь перспективных областей пород, содержащих сланцевый газ в Балтийском бассейне, составляет 14 240 км<sup>2</sup>. Здесь основными объектами на поиски сланцевого газа являются лландоверийско-венлокские граптолитовые черные сланцы нижнего силура. Богатые органикой лландоверийские слои имеют мощность от 100 до 250 м, в то время как суммарная мощность силурийских пород составляет 1000 м [2].

Люблинский бассейн охватывает площадь в 26 тыс. км<sup>2</sup>. Основными вмещающими сланцевый газ породами в Люблинском бассейне является венлокские образования нижнего силура. Глубина залегания силурийских отложений составляет в среднем 3000 м. Мощность продуктивного сланцевого горизонта достигает 130 м [3].

Подляский сланцевый бассейн ограничен на севере и юге Мазур-Белорусским поднятием и Польско-Белорусской границей на востоке. Площадь перспективных для Подляского бассейна на сланцевый газ территорий составляет 3,4 тыс. км<sup>2</sup>. Глубина залегания силурийских отложений составляет в среднем 2600 м. Богатый органикой интервал составляет в среднем 165 м. Последнее исследование американского Управления по энергетической информации оценивает прогнозные запасы сланцевого газа Польши в 5,3 трлн м<sup>3</sup>, чего вполне достаточно, чтобы удовлетворить потребности страны [5].

Геологоразведочные работы на территории Польши пока не дали желаемых результатов. В первую очередь в связи с тем, что разведанные запасы оказались значительно ниже прогнозных. Кроме того, получаемый из скважин газ является некондиционным, так как содержит в своем составе лишь 20% метана. Основными компонентами сланцевого газа являются азот и углекислый газ.

В результате анализа опыта, накопленного в процессе освоения месторождений сланцевого газа, выявлен целый ряд геоэкологических проблем [4]:

- Практически все отходы бурения (смесь метана; химикаты, и органические соединения) на данный момент просто сжигаются. Смог, возникающий при этом, является не только сильным парниковым газом, но и мощным канцерогеном. Экологи отмечают, что в населенных пунктах, находящихся недалеко от бурительных скважин, наблюдается значительное увеличение онкологических заболеваний у людей и животных.
- Если разрабатываемый пласт залегает неглубоко (200-500 м), возможно загрязнение грунтовых вод, вследствие проникновения в них химикатов, используемых при гидравлическом разрыве пласта.
- Отмечаются локальные землетрясения, вызываемые деформацией пород при закачке в них жидкости во время гидравлического разрыва пласта.

В процессе эксплуатации скважин по добыче сланцевого газа на месторождениях США в течение последних лет было установлено, что нерешенными оказываются многие проблемы, в частности: [5, 8, 11]:

- технология гидравлического разрыва пласта требует крупных запасов воды вблизи месторождений, для одного гидравлического разрыва пласта используется смесь воды (7500 тонн), песка и химикатов. В результате этого вблизи месторождений скапливаются значительные объемы отработанной загрязненной воды, которая не утилизируется добытчиками с соблюдением экологических норм;

- по данным экологов добыча сланцевого газа приводит к значительному загрязнению грунтовых вод толуолом, бензолом, диметилбензолом, этилбензолом, мышьяком и др. Некоторые компании используют соляно-кислотный раствор, загущенный с помощью полимера, для одной операции гидравлического разрыва пласта используется 80-300 т химикатов;
- в ряде случаев отходы сланцевых месторождений содержат увеличенное значение радиоактивности сланцевого шлама, в десятки раз превышающие допустимые нормы;
- при добыче сланцевого газа имеются значительные потери метана, что приводит к усилению парникового эффекта.

В Брюсселе опубликован отчет о результатах исследований Агентства по охране окружающей среды США. В отчете приведены неоспоримые факты, что выбросы парниковых газов при добыче сланцевого газа больше, чем у угля, нефти и обычного газа, общий объем потерь метана при добыче газа составляет 3,6-7,9%. Подчеркивается необходимость дальнейшего усовершенствования технологии добычи сланцевого газа с целью контроля выбросов метана, загрязнения почвы и грунтовых вод [7]. В последнее время в США разработан новый метод добычи сланцевого газа. Это так называемый метод безводного разрыва. В отличие от метода гидравлического разрыва пласта, где используется смесь песка, воды и химических реагентов, здесь используется гель из сжиженного пропана [9].

Таким образом, в процессе освоения месторождений сланцевого газа возникает значительное количество геоэкологических проблем, которые могут быть решены в процессе совершенствования технологии добычи сланцевого газа. На фоне истощения традиционных запасов сланцевый газ в большинстве стран, вероятнее всего, не сможет стать в ближайшее время достойной альтернативой природному газу, так как не соответствует современным экологическим требованиям к энергоресурсу. Перспективы добычи сланцевого газа в крупных объемах в настоящее время имеются только в слабозаселенных районах и в странах, которые выражают согласие на снижение уровня экологической безопасности.

#### *Литература*

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов в 2010 году. М.: Центр «Минерал» ФГУНПП Аэрогеология, 2011. – 418 с.
2. Hadro, Jerzy. "Shale-Gas Potential in Poland" presented at the EGU General Assembly, Vienna, Austria, April, 2009.
3. Schleicher M., Koster J., Kulke H., and Weil W. "Reservoir And Source-Rock Characterization Of The Early Palaeozoic Interval In The Peribaltic Syncline, Northern Poland." *Journal of Petroleum Geology* 21, no. 1 (1, 1998). – P. 33-56.
4. *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions outside the United States.* Washington: Independent Statistics & Analysis, 2011. – 365 p.
5. [http://www.pro-gas.org/p/blog-page\\_1346.html](http://www.pro-gas.org/p/blog-page_1346.html)
6. <http://www.inosmi.ru/europe/20110519/169583103.html>
7. <http://go.mail.ru/search?q>

8. <http://go.mail.ru/search?mailru=1&iewtf>
9. [http://www.pro-gas.org/2012/04/blog-post\\_17.html](http://www.pro-gas.org/2012/04/blog-post_17.html)
10. <http://opd-voshod.livejournal.com/585931.html>
11. <http://damadiluma.livejournal.com/303194.html>
12. <http://www.oilcapital.ru/industry/200636.html>
13. <http://www.vestifinance.ru/articles/24767>

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА В МИРЕ**

*Е.Р. Кишкань, Донецкий национальный университет, г. Донецк, Украина*

На сегодняшний день самым желаемым и перспективным видом ископаемого топлива в мире считается природный газ, запасы которого подходят к концу. Эксперты Международного энергетического агентства утверждают, что нынешних запасов газа хватит приблизительно на 130 лет. Ввиду отсутствия альтернативного источника энергии, который был бы способен заменить природный газ как топливо, мировое сообщество находится в большой зависимости от добычи природного газа, и эта зависимость увеличивается с каждым годом. Подписанный в 1997 году Киотский протокол также рекомендует использование природного газа в качестве основного источника энергии, так как он предполагает самый низкий выброс диоксида углерода в атмосферу. В связи со сложившейся ситуацией, очевидной является необходимость поиска альтернативного варианта добычи энергии, который бы обладал свойствами, схожими со свойствами природного газа.

В последние годы в качестве заменителя природного газа был предложен так называемый сланцевый газ, который добывается из горючих сланцев и состоит преимущественно из метана. Существуют две диаметрально противоположные точки зрения на добычу сланцевого газа в мире, поэтому важно, изучив обе версии, сформировать максимально верное отношение к данной технологии. Сторонники использования сланцевого газа говорят о его неоспоримых достоинствах по сравнению с природным газом, а противники обращают внимание на вред, наносимый окружающей среде и сомнительную рентабельность замены природного газа его аналогом.

Технологию получения сланцевого газа впервые начали использовать около ста лет назад, но по-настоящему актуальной она стала именно сейчас, когда цены на природный газ возросли ввиду его недостатка. В последние годы США, благодаря массовой разработке месторождений сланцевого газа, практически сравнялись с Россией по объемам добычи газа, а в 2009 году даже вышли на первое место по производству газа в мире, добыв 624 млрд куб. м против 582,3 млрд куб. м газа, добытого в России. По итогам 2011 года Россия вновь вернула себе первенство, добыв 677 млрд

куб. м природного газа, в то время как в США эта цифра составила 651 млрд куб. м., 150 млрд куб. м из которых составил сланцевый газ.

Себестоимость сланцевого газа в США в 2009 году стала гораздо ниже цены обычного импортного газа, и на тот момент составила 90 долларов на тысячу кубометров против 130-240 долларов (по данным разных компаний).

Безусловно, активная разработка сланцевого газа и рост его предложения негативно скажется на экспортёрах природного газа во всем мире. В то же время, вице-спикер Госдумы и глава Российского газового общества Валерий Язев сообщил, что если в долгосрочной перспективе сланцевый газ можно будет добывать с помощью новейших технологий и при этом его себестоимость будет приемлемой для рынка, то «Россия непременно станет мировым лидером добычи сланцевого газа». Также, по мнению экспертов, ситуация на газовом рынке никак не повлияет на ценообразование в нефтяном секторе.

Главным достоинством месторождений сланцевого газа является то, что они присутствуют в том или ином объеме в очень многих регионах, что в значительной мере может помочь многим странам решить проблему энергетической зависимости от экспортёров газа, так как они смогут разрабатывать собственные месторождения. Другим плюсом добычи сланцевого газа является то, что месторождения можно разрабатывать рядом с непосредственным потребителем, что сводит к минимуму затраты на транспортировку. Кроме того, объёмы производства сланцевого газа можно регулировать в зависимости от сезона года.

Один из минусов эксплуатации сланцевых месторождений заключается в том, газа в них немного – залежи быстро иссякают, и это вынуждает начинать разработки в другом месте, что, очевидно, негативно сказывается на себестоимости такого газа и на экологической ситуации. Однако сейчас, когда наблюдается иссякание месторождений обычного природного газа, разработка месторождений сланцевого газа уже не представляется нерентабельной. Также произошел значительный рост цен на энергоносители и увеличение прибыли от их продажи, что повлекло за собой скачок цен на нефтегазовое оборудование и резкое увеличение его производства. В таких условиях, а также учитывая недолговечность использования одной скважины, добычей сланцевого газа вполне свободно может заниматься даже небольшая компания.

Отдельно стоит остановиться на том, что так называемая «сланцевая революция» и ее сторонники в мире не всегда оперируют надёжными научно доказанными цифрами и данными. Так, по мнению экспертов, данные о залежах сланцевого газа, представленные Национальным советом нефти США, завышены и составляют не 456 трлн кубометров, а около 200-250. Также, существует мнение, что декларируемые цифры объемов добычи сланцевого газа в США не являются верными. Более того, существуют и различные оценки себестоимости сланцевого газа: например, Ирина Гайда,

партнер и управляющий директор The Boston Consulting Group упоминает, что «себестоимость добычи сланцевого газа существенно выше себестоимости добычи традиционных запасов – большинство проектов имеют точку безубыточности при цене газа от 4 до 8 долл. за млн БТЕ (около 150-300 долларов США за тысячу кубометров – прим. автора) Добыча требует постоянного бурения, продуктивный период скважины короток. При этом себестоимость может сильно варьироваться в рамках одного месторождения. Такими разработками занимаются там, где нет других альтернатив, кроме импорта. Основное преимущество сланцевого газа – это близость к регионам потребления, к регионам, в которых уже есть развитая газовая инфраструктура, что позволяет экономить на доставке».

Один из самых обсуждаемых в мировом сообществе аспектов разработки залежей сланцевого газа – её экологические последствия. Технология гидроразрыва пласта (фрекинг), используемая при разработке месторождений, по мнению многих экологов, влечет за собой серьезные отрицательные последствия. Жидкость, используемая для гидроразрыва пласта, имеет сложный химический состав, и после того, как она отработана, ее сложно очистить, она хранится в открытых котлованах, что является причиной загрязнения грунтовых вод. Следующая проблема связана как раз с недолговечностью разработки одного пласта: после произведенных добычных операций компания покидает место разработки и отправляется на новое место, оставляя после себя загрязненную землю и разорванные пласты. Большинство химических веществ, используемых при фрекинге, потенциально опасны и ядовиты: азотистая кислота, глутаральдегид, диметилформамид, соли борной кислоты, бензол, метанол и т. д. Также, некоторые эксперты считают технологию фрекинга причиной землетрясений в Великобритании в 2011 году.

Как говорят представители компании Shell, технология предполагает, что места гидроразрыва и грунтовые воды разделяют километры плотной породы, однако, вполне справедливым будет предположить, что это не всегда так, поэтому потенциальная опасность загрязнить воду, которую пьют люди, очень велика, особенно, если учесть человеческий фактор, который нередко становился причиной природных катастроф.

Безусловно, перспектива получения «газовой независимости» очень привлекательна для многих стран Европы и Америки, однако стоит задуматься, стоит ли эта призрачная независимость, которая пока что существует лишь в теории, экологической нестабильности и загрязнения окружающей среды. Многие страны в свое время отказались от использования атомной энергии, которая в теории также очень выгодна и экологически чиста, но о последствиях человеческой ошибки теперь знает весь мир, а след, оставленный ей на экологической ситуации нескольких государств, неизгладим.

## ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ РУДНОГО АЛТАЯ

*А.И. Гусев, Е.А. Мильгачева, АГАО им. В.М. Шукина, г. Бийск*

Рудный Алтай включает в себя Убинский, Колыванский, Калбинский хребты, а также отроги Тигирецкого, Ивановского, Ульбинского хребтов и Холзуна. Преобладающие высоты составляют 1200-2000 м. К западу, высоты постепенно уменьшаются, и Рудный Алтай приобретает характер низкогорья. Рудный Алтай относится к раннеордовикскому-раннекаменноугольному мегакомплексу. В нем развита субфлишевая терригенная карболихинская толща, сформированная на склонах континентального подножия. Интрузивные образования мегакомплекса представлены габбро-гранитными сериями и существенно гранитоидными комплексами. Наиболее широко они развиты там, где значительную часть площади занимают массивы алейского габбро-тоналит-плагиогранитного, змеиногорского габбро-гранит-лейкогранитного комплексов.

Для этого мегакомплекса в нижней терригенно-флишеидной части характерны незначительные превышения концентрации химических элементов (марганца – 1,8-1,9; ванадия – 2,5-2,6; хрома – 1,8-2,1; кобальта – 1,3-1,8; цинка до 1,7), за исключением мышьяка. Верхняя часть (существенно терригенно-вулканогенная) имеет несколько иной спектр аномальных элементов: хром до 2,75; никель – 1,7-2,1; скандий – 1,1-1,4; бериллий – 1,2-1,6; молибден – 1,8-2,8; олово – 1,5-1,7; свинец – 1,8-2,8; цинк – 1,2-1,3. Интрузивный магматизм мегакомплекса весьма разнообразен и имеет мантийное происхождение с различной степенью контаминации корового материала (змеиногорский, золотушинский, турочакский и другие). Значительная часть интрузивных комплексов характеризуется аномальными значениями параметров флюидного режима, что и сказалось на их повышенной рудогенерирующей способности. С интрузивными образованиями парагенетически и пространственно связаны месторождения и проявления меди, золота, вольфрама, молибдена, олова. В рудных узлах и полях проявлены контрастные комплексные аномалии меди, золота, свинца, молибдена, вольфрама, цинка, мышьяка, висмута, серебра, редко бора.

Сами интрузивные комплексы имеют повышенное содержание некоторых химических элементов: меди (1,2-3,4), бария (1,1-1,9), хрома (1,7-2,5), никеля (1,3-3,5), бериллия (2,2-3,7), олова (1,3-2,7), свинца (1,6-2,1), мышьяка (13,3-20,9), бора (1,7-2,4). Сам по себе факт повышенных концентраций указанных элементов в коренных горных породах еще не является признаком экологической опасности геологической среды, чему пример тысячелетняя практика разработки рудных полезных ископаемых. Опасными высокие концентрации элементов в породах становятся в сочетании с высокими значениями неоднородности их распределения, свидетельствующие о проявленности на конкретных территориях эпигенетических процессов пе-

перераспределения вещества путём перевода их в подвижное состояние, первоначально жёстко связанных в кристаллических решетках минералов горных пород, сульфидных и жильных минералах в рудах и околорудных метасоматитах, в интенсивных геохимических аномалиях.

Под воздействием гинергенных процессов, а также техногенных, связанных с добычей и переработкой руд, открывается путь продвижения по трофической цепи и накопления в экологически опасных концентрациях указанных элементов в почвах, донных отложениях, подземных и поверхностных водах, способствующих возникновению эндемических болезней у различных представителей биоса.

В пределах Рудного Алтая с известными колчеданно-полметаллическими месторождениями Рубцовским, Золотушинским, Змеиногорским и другими выделено несколько рудных районов, сопровождающихся комплексными аномалиями цинка, свинца, бария, кадмия, селена и других элементов. Так в Рубцовском рудном районе общей площадью более 1200 км<sup>2</sup> такие комплексные аномалии достигают площадей 20-50 км<sup>2</sup>, в которых концентрации токсичных элементов составляют: свинца – 0,01-1% (ПДК то 3 до 100), цинка – 0,001-0,5% (ПДК 10-1000), меди – 0,001-0,6% (ПДК 10-1600), кадмия – 0,005-0,05 (ПДК 2,5-25). Значительная часть месторождений и проявлений вольфрама, молибдена, бериллия, тантала и сопровождающих их опасных геохимических аномалий, генетически связаны с гранитоидными массивами (Талицким, Калгутинским и другими).

Последствия горнодобывающей деятельности различны. На Золотушинском руднике в Рудном Алтае выявилась опасность загрязнения тяжёлыми металлами, связанная с подтоплением почв инфильтрующими растворами крупных промышленных отстойников (площадь свыше 1 км<sup>2</sup>). Площадь подтопления с поверхностным обводнением почв составляют в районе г. Горняка 18 км<sup>2</sup>. Длина потоков с высоким содержанием ПДК по важнейшим рудным компонентам (свинец, цинк, медь, селен) достигают 70 км, поскольку характерные элементы – загрязнители были обнаружены и в области хозяйственно-питьевого водосбора у г. Рубцовска, расположенного в придолинной части р. Алей, куда впадают и воды р. Золотушки, протекающей у г. Горняка. Напряжённость ситуации связана с резким подъемом грунтовых вод вследствие ликвидации рудничных шахт. Можно констатировать, что здесь ликвидация горнодобывающих работ провоцирует усиление загрязнения тяжёлыми металлами значительной территории.

Происходит загрязнение биоты. В экосистеме г. Змеиногорска (почва, растительность и воздух) выявлены некоторые химические элементы, которые целиком определяются составом добываемых полиметаллических месторождений, расположенных вблизи города (Змеиногорское, Корбалихинское, Среднее, Петровское и другие).

Для г. Горняк (Золотушинское барит-полиметаллическое месторождение), где отмечено рождение «жёлтых детей» факторные нагрузки тяжё-

лых металлов представлены в следующем составе: ртуть, свинец, барий, серебро, цинк, молибден и другие.

Степное барит-полиметаллическое золото-колчеданное месторождение, расположенное в Рубцовском рудном районе, в настоящее время разведывается. В этом месторождении пройден карьер с отвалами, занимающими значительную площадь. Здесь факторные нагрузки представлены следующими тяжёлыми металлами: барий, серебро, цинк, медь, стронций, талий.

Приведенные данные не исчерпывают всего перечня и разнообразия месторождений и проявлений Рудного Алтая, сопровождаемых аномальными концентрациями многих элементов, значительная часть которых является вредным для здоровья людей. Геологический фактор природной среды при оценке экологического состояния территории и отдельных экосистем региона должен учитываться как один из наиболее важных. Экологическая обстановка в пределах природных геохимических аномалий в большинстве своем может быть оценена как напряженная.

#### *Литература*

1. Гусев А.И. Экология Алтая [Текст] / А.И. Гусев, О.И. Гусева.-Алтайская гос. академия образования им. В.М. Шукшина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2012. – 196с.

## **ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СИНЮХИНСКОМ ЗОЛОТО-МЕДНО-СКАРНОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

*М.А. Кукоева, Алтайская государственная академия образования  
им. В.М. Шукшина, г. Бийск, [Maika1@bk.ru](mailto:Maika1@bk.ru)*

Одной из острейших проблем на современном этапе развития горнодобывающего комплекса России являются рациональное природопользование и охрана окружающей среды (ОС). По уровню выбросов вредных веществ в атмосферу и водоёмы, образованию твёрдых отходов металлургия превосходит все сырьевые отрасли промышленности, создавая высокую экологическую опасность её производства и повышенную социальную напряжённость в районах действия горнодобывающих предприятий. В настоящее время снижение социальной напряжённости в районах действия металлургических предприятий может быть обеспечено, прежде всего, снижением экологической опасности, внедрением экологически чистых технологий и созданием безотходных производств. Переход к малоотходной и безотходной технологии, совершенствование способов утилизации вредных веществ, комплексное использование природных ресурсов – основные направления ликвидации вредного влияния металлургического производства на состояние окружающей среды. Огромнейшие резервы и возможности решения экологических проблем заключены в комплексности

переработки сырья, в полном использовании полезных компонентов в его составе и месторождениях. Экологические последствия добычи золота, степень влияния на окружающую среду во многом определяются технологическим уровнем, количеством приёмов и содержанием технологического регламента. Внешне добыча рассыпного золота чрезвычайно проста, на первый взгляд безвредна, однако, современная добыча отличается масштабностью горных работ, применением мощной техники, позволяющей разрабатывать месторождения с незначительным удельным содержанием золота на больших площадях, а до недавнего времени и с применением ртути для извлечения тонких фракций. Для горнодобывающих предприятий (ГДП) Республики Алтай характерны малоопасные твердые отходы и повышено опасные технологические воды и растворы (жидкие отходы). Преобладающие процессы пылеаэрозольного и водного механического переноса содержащихся в отходах экотоксикантов и менее проявленной их миграции в растворенном состоянии формируют зоны влияния предприятий на окружающую среду, которые уверенно фиксируются комплексными эколого - геохимическими исследованиями [1].

Синюхинское рудное поле, площадью 8,5 кв. км расположено в Чойском районе Республики Алтай. Работы в пределах рудного поля ведет Рудник «Веселый». Старательская добыча рассыпного золота в пределах Синюхинского рудного поля началась в 1923г, коренное месторождение эксплуатируется с 1953 г. Объем ежегодной добычи золота на Руднике «Веселый» составлял 400-450 кг. Сегодня рудник «Веселый», ведущий разработку Синюхинского месторождения, является единственным действующим предприятием с открытой и подземной добычей золота в республике Алтай. Установлено, что основным фактором влияния изученных ГДП Республики Алтай на экологическое состояние ОС служат отходы добычи и переработки полезных ископаемых, среди которых ведущая роль принадлежит твердым минерально-сырьевым отходам. Основная группа опасных для ОС веществ, содержащихся в твердых отходах ГДП, представлена токсичными рудными и сопутствующими элементами, уровни присутствия которых варьируются в больших пределах и зависят, главным образом, от их содержания в перерабатываемых рудах, а также от эффективности применяемых технологий обогащения и передела. В меньшей степени в них присутствуют химические реагенты, применяемые при обогащении и переделе руд. Другим значимым фактором негативного воздействия ГДП на ОС являются жидкие отходы производства – технологические воды (растворы) и наследующие их химизм сбросные воды. Для них характерно высокое содержание широкого спектра загрязняющих веществ 1-4 классов опасности, продуцирование токсичных газов, высокая миграционная способность, способствующая испарению, фильтрации, утечке и уносу отходов. Основной вклад в токсичность отходов ГДП вносят рудные ТМ и их элементы-спутники. В частности, в токсичность хво-

стов обогащения рудника «Веселый» вклад меди составляет более 40%, хвостов обогащения редкометалльных руд – молибден (64%), бериллий (12%), медь (8%), металлургических шлаков (огарков) АГМП – ртуть (67%), мышьяк (16%), свинец (6%), сурьма (4%). Воздействию отходов ГДП подвержены все компоненты окружающей среды (в порядке убывания воздействия): поверхностные воды и донные осадки, почвенный и растительный покров, приземная атмосфера, подземные (грунтовые) воды. Экологические последствия хранения отходов ГДП не ограничиваются поликомпонентным загрязнением депонирующих природных сред на участках их размещения. Другими значимыми ее последствиями являются: нарушения природных ландшафтов, развитие эрозионных процессов, угнетение и поражение растений, негативное воздействие на представителей животного мира. Основные нарушения растительного покрова, обусловленные размещением отходов ГДП, заключаются в имеющих место тератогенных признаках (засыхание, некротизация, дефолиация, явления гигантизма, уродливые формы и пр.), особенно вблизи емкостей токсичных технологических вод (растворов) и на участках сброса на рельеф местности. Участки нарушений природных ландшафтов, как и ореолы загрязнения и изменения свойств природных сред, имеют относительно небольшие размеры ( $n \sim 0.1-1$  км) и субизометричную морфологию, свидетельствующие о локальности проявления этих основных экологических последствий воздействия ГДП и их отходов на окружающую среду.

Значимым природно-техногенным фактором воздействия на ОС являются отходы геологоразведочных работ, представленные породными и рудными отвалами горных выработок. Другим нетрадиционным источником воздействия отходов, не связанных с разведкой и разработкой месторождений, но размещенных на их площади, являются участки отсыпки отходами технологических дорог, а также несанкционированного захоронения ртутьсодержащие отходы (PCO), общий объем которых составляет около 900 т, а содержащейся в них ртути – 17.1 т. Ртуть, присутствующая в захороненных PCO и огарках технологических дорог, в ближайшее 15-20 лет поступит в депонирующие загрязнение природные среды экосистемы рек Ярлыамры – Чибитка – Чуя – Катунь, т.е. эти объекты будут являться дополнительным долговременным фактором ухудшения негативной экологической ситуации. Загрязняющие вещества, поступающие из отходов изученных ГДП, в той или иной степени участвуют в трофических цепях питания человека и животных. Это касается загрязненного отходами растительного покрова и поверхностных вод в промзоне рудника «Веселый» и примыкающей к ней селитебной территории пос. Сейка. Известно, что основными критериями экологической безопасности населения в зонах влияния ГДП являются санитарно-гигиенические условия, отвечающие нормативным требованиям. В свете вышеизложенного, можно считать, что в

зоне влияния рудника «Веселый» имеют место малоблагоприятные эколого-гигиенические условия для проживания человека.

*Литература*

1. Гусев А.И. Экология Алтая / Бийский пед. гос. ун-т им. В.М. Шукшина – Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2007. – С. 23-45.

## **ПОДЪЕМ УРОВНЯ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА: ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЮ ПОДТОПЛЕНИЯ**

*Н.А. Иваньковская, А.С. Иваньковский*

*НГПУ им. К. Минина – Мининский университет, г. Нижний Новгород*

В процессе эволюции общества менялись характер и масштабы воздействия человека на природу. Особенно масштабные изменения коснулись территорий, где человек стал возводить крупные водохранилища, для обеспечения электроэнергией хозяйства и населения страны. В этом отношении особое место занимает каскад равнинных электростанций построенных на великой русской реке Волге.

История строительства Чебоксарской ГЭС начинается в 1931 году. Тогда впервые была выдвинута идея создания каскада гидроузлов на Волге и Каме. Строительство начато в 1968 году. К 1986 г. строительство ГЭС было в основном закончено. Состав сооружений ГЭС:

1. Здание ГЭС совмещенного типа длиной 548 м;
2. Бетонная водосливная плотина облегченного типа с длиной водосливного фронта 120 м;
3. Русловая и пойменная земляные плотины общей длиной 3355 м;
4. Однокамерный двухниточный шлюз с аванпортом площадью 1,1 км<sup>2</sup> в верхнем бьефе и низовым подходным каналом.

Проектная мощность – 1404 МВт, среднегодовая выработка электроэнергии – 3,31 млрд кВт·ч. В здании ГЭС размещено 18 поворотно-лопастных гидроагрегатов мощностью по 78 МВт, работающих при расчетном напоре 12,4 м. Длина фронта подпорных сооружений 4480 м. Гидроузел образует Чебоксарское водохранилище на территории республик Чувашии, Марий Эл и Нижегородской области площадью 2182 км<sup>2</sup>. Электроэнергия ГЭС по линиям электропередачи 220 кВ и 500 кВ передается в Единую энергетическую систему. По плотине ГЭС проходит автодорожный переход.

В связи с тотальным характером реконструкции Волги гидростроительство оказало серьезное воздействие на все сферы жизни регионов Волжского бассейна, в том числе на социально-экономическое развитие. Подъем уровня водохранилища до проектного уровня (68 м) сдерживался сначала

неготовностью комплекса инженерной защиты, затем – разногласиями между регионами по поводу уровня водохранилища.

Более 20 лет водохранилище и инженерная защита функционируют на непроектных отметках, мощность станции составляет около 800 МВт, среднегодовая выработка – порядка 2,1 млрд кВтч. Кроме того, из-за пониженной отметки водохранилища полноценно не функционирует международный транспортный коридор «Север-Юг», а в связи с большой фактической площадью мелководий (33 % вместо 19 % проектных) ухудшается качество воды в нем.

Вопрос об уровне Чебоксарского водохранилища поднимается уже не в первый раз. Нижегородская область выступает против «Чебоксарского потопа» уже десятки лет.

При поднятии уровня до 68 отметки произойдет подтопление огромных густонаселенных и хозяйственных территорий таких, как Нижний Новгород и прилегающих промышленных центров, а также земель Воротынского и Лысковского районов. Не учтены затраты на мероприятия против подтопления и развития карста в городах Дзержинск, Заволжье, Балахна.

Главной проблемой для г. Нижнего Новгорода при подъеме уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68,0 м является защита от подтопления заречной части города, так как значительно усилится подтопление низинных районов. Будут подтапливаться и разрушаться подвалы зданий, каналы теплотрасс, канализационные сети. Серьезные проблемы возникнут у метрополитена.

Уровень грунтовых вод на всей территории Заречья поднимется более чем на 2,2-2,4 м. В приречных зонах рек Ока и Волга максимальный подъем меженных уровней, по сравнению с современными уровнями, составит 3,1-3,8 м; ширина участков подъема уровней 1,0-1,5 км. В центральной части территории величина подъема подпорного уровня составит в среднем 2,6-2,8 м.

Если сейчас степень подтопления территории заречной части г. Н. Новгород является критической, то при НПУ 68,0 м она станет катастрофической.

Как показывают расчеты и анализ гидрогеологических условий, на площади 5157 га произойдет затопление территории города вследствие достижения уровней грунтовых вод поверхности земли и их высачивания на поверхность. В полосе затопления грунтовыми водами располагается территория застройки площадью 3368 га, что составляет 30% от общей площади застройки. Катастрофические условия подтопления сложатся для поселков: Комсомольский (частично), Орджоникидзе, Горьковский, Лесной городок, Сортировочный, Дачный, Гвоздильный, им. Парижской Коммуны, Северный (западная часть), Соцгород (западная и северо-западная часть), Новое Доскино, многочисленных дачных участков Московского, Ленинского, Автозаводского районов, заводов «Этна», «Электромаш», «Железобетон».

Районы с глубиной залегания уровней грунтовых вод 0-1,0 м располагаются параллельно зоне затопления грунтовыми водами; ширина полосы этих глубин составляет 0,3-2,4 км. Площадь подтопленной застройки равна здесь 1 066 га или 9% от площади общей застройки.

Таким образом, 39% от общей площади застройки при НПУ=68,0 м Чебоксарского водохранилища станет непригодной для жизни людей и производственной деятельности. При подъеме уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68,0 м подпор уровня грунтовых вод распространится в районе восточной промзоны г. Держинска на расстояние до 6 км. В районе шламонакопителя будет затоплен канал «Волосяниха», что приведет к увеличению загрязнения подземных вод и ухудшению экологической обстановки территории.

В пределах водоохранной зоны вдоль берегов и рек выделены запретные лесные полосы по берегам реки Волги, Оки, Суры, Ветлуги и обоим берегам Чебоксарского водохранилища шириной по 6 км. Запретные лесные полосы, защищающие нерестилища ценных и промысловых рыб, выделены вдоль выше перечисленных водных объектов шириной по 1 км по обоим берегам. Общая площадь водоохранных лесов, расположенных в водоохранной зоне при всех отметках наполнения составляет чуть более половины (53,7%-55%) всей территории водоохранной зоны.

Город Держинск, испытывающий при отметке уровня воды 63 м незначительное негативное влияние Чебоксарского водохранилища, при нормальном подпорном уровне 68 м попадает в зону существенного негативного влияния Чебоксарского водохранилища.

В гидролого-геологическом отношении территория городского округа характеризуется высоким уровнем грунтовых вод, исключительно высоким риском, карстовых и карстово-суффозионных процессов. Более половины территории города (в том числе практически все промзоны) уже сегодня находится в состоянии подтопления. Уровень подтопления имеет устойчивую тенденцию к увеличению.

Меженный уровень Чебоксарского водохранилища в зоне г. Держинска увеличится на 3-3,5 м. Согласно существующим официальным прогнозам это обязательно вызовет увеличение уровня грунтовых вод от 3 до 0,5 м практически на всей урбанизированной территории городского округа. В ряде мест прогнозируется высачивание грунтовых вод на поверхность.

Изменение режима грунтовых вод неминуемо приведет к активизации карстовых проявлений. В районе Держинска наиболее закарстованные территории расположены именно в зоне, потенциально подверженной будущему подтоплению. Здесь расположены наиболее экологически опасные и социально значимые объекты, в том числе селитебная часть городского округа, полигоны и свалки захоронения отходов, химические предприятия, теплоэлектростанция (электрическая мощность которой равна дополнительной мощности, которую планируется получить на Чебоксарской ГЭС

за счет повышения нормального подпорного уровня до 68 м), магистральная железная дорога, реконструированная в настоящее время для скоростного движения.

Обязательно будут затронуты многочисленные места размещения и захоронения бытовых и промышленных отходов, которые окажутся вне посредственного контакта с грунтовыми водами, имеющими единственную область разгрузки – Чебоксарское водохранилище. Это приведёт к тому, что водохранилище примет весь гигантский накопленный экологический ущерб г. Держинска.

Кроме того, химическое загрязнение грунтовых вод исключит использование естественных ресурсов подземных вод, ныне пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, и является дополнительным фактором активизации процессов карстообразования. Под угрозой уничтожения окажется основной источник водоснабжения Держинска - Тепловский водозабор, альтернативы которому не существует, с запасами подземных вод 100 куб. м/сут, на долю которого приходится более половины объёма потребляемой городом Держинском питьевой воды. В зону наивысшего повышения грунтовых вод попадет практически вся территория расположенного в пойме р. Оки памятника природы регионального значения «Территория «Пушкино – Желнино – Сейма», который будет уничтожен.

При поднятии уровня Чебоксарского водохранилища будет происходить резкая смена породного состава лесов: там, где ещё будет возможен рост леса, нынешние коренные леса сменятся на производные, и эта смена, очевидно, произойдёт на фоне массового усыхания существующих лесонасаждений. В дальнейшем процесс усыхания перейдёт в хроническую фазу и будет локализован по береговой черте, особенно в районах мелководий, где даже при небольшом изменении уровня воды в самом водохранилище будут подтапливаться либо осушаться значительные площади прибрежных территорий. Такое усыхание – постоянный источник дополнительной инфекционной нагрузки на сопредельные леса, поскольку усыхание лесонасаждений будет сопряжено со значительным их поражением дереворазрушающими грибами, атакующими живые деревья, и, как правило, с выраженным запаздыванием в своём развитии комплекса грибов, разлагающих отмершую древесину и противодействующих усыханию леса на корню.

Таким образом, подъем уровня воды приведет к существенному и необратимому, т.е. катастрофическому, ухудшению условий жизни миллионов нижегородцев. Водоохранилище уничтожит традиционные места отдыха. Нижегородская область потеряет туристическую и инвестиционную привлекательность.

Иницилируемый ОАО «РусГидро» проект увеличения выработки электроэнергии посредством повышения уровня воды в Чебоксарском водохранилище экологически вредный, экономически неэффективный, нецелесообразный. Идея повышения уровня Чебоксарского водохранилища должна

быть раз и навсегда отброшена как недопустимая и влекущая за собой необратимые, катастрофические для Нижегородской области последствия.

Пока не поздно (пока не успели накопиться токсичные донные отложения), необходимо принять решение о стабилизации уровня данного водохранилища. Оставлять решение этой проблемы «на потом» означает серьезные геоэкологические изменения для региона.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЛЕГКИМИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ – ФАКТОР ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

*Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, Е.Н. Шпак*

*Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев, Украина*

*[gwp\\_ign@gwp.org.ua](mailto:gwp_ign@gwp.org.ua), [shpak\\_lena@yahoo.com](mailto:shpak_lena@yahoo.com)*

Одна из важных экологических проблем в Украине на сегодняшний день – загрязнение геологической среды легкими нефтепродуктами (ЛНП), включая подземные воды, которые составляют около 30% в обеспечении населения питьевой водой. ЛНП – широко распространенные загрязнители, принятые для них предельно допустимые концентрации в питьевых водах (0.01-0.3 мг/л) на 1-2 порядка ниже их растворимости, и, попадая в водоносный горизонт, ЛНП способны сделать некондиционными значительные объемы воды. По всей территории Украины существует эколого-геологический риск от нефтехимических объектов (рис. 1). Загрязнение подземных вод ЛНП отмечается в ряде городов – Херсоне, Луганске, Кременчуге, Луцке, Ужине и других [1, 3, 5].



Рис. 1. Схема районирования территории Украины по уровню комплексного регионального эколого-геологического риска нефтехимических объектов [2]

В сложившейся ситуации необходимо не допускать образования новых участков загрязнения, ликвидировать или контролировать существующие. Первоочередной задачей является поиски и разведка загрязненных ЛНП участков для оценки размеров, объема и степени загрязнения, их распространения, а также влияния на расположенные поблизости водозаборные скважины, колодцы, реки и т.д. Комплексная оценка загрязнения геологической среды (ГС) ЛНП является начальной стадией эколого-восстановительных работ и должна иметь нормативно-правовую базу и организационно-экономическое и научно-методическое обеспечение.

В Швеции, Норвегии, США и других странах при принятии управленческих решений в отношении загрязнений используется подход, базирующийся на оценке риска негативных последствий от загрязнения. В Германии вместо риска используется степень опасности, т.е. уровень опасности от загрязнения. Во всех случаях учитывается возможность естественного ослабления загрязненности (ГС), т.е. ее самоочищения, что позволяет уменьшить стоимость санационных мероприятий или полностью отказаться от них. Разделение объектов по уровню опасности (УО) загрязнения создает основу для принятия решений в дальнейших исследованиях, работах по ликвидации (локализации) загрязнений и для определения приоритета тех или иных мер и решений.

Объект считается загрязненным, если концентрация вредных веществ превышает ПДК, что приводит к реализации вышеперечисленных угроз и связанных с ними убытков. Поэтому срок наступления момента превышения ПДК можно рассматривать как меру опасности для объекта.

Нами предложено выделить следующие уровни опасности для объектов, подвергающихся нефтепродуктовому загрязнению (НЗ) [4].

Если на участке выявлена реальная угроза биосфере и здоровью людей в связи с наличием в ГС НЗ в недопустимо высокой концентрации, то существующая ситуация объявляется *кризисной*, что влечет за собой безотлагательное проведение мероприятий по устранению данной ситуации.

*Критический уровень опасности (КУО)* означает, что загрязнение объекта произойдет в срок, меньший времени, которое необходимо для полноценной подготовки к началу проведения работ, связанных с ликвидацией или локализацией загрязнения. Судя по зарубежному опыту, этот «упреждающий» период должен быть не меньше 2–3 лет.

*Высокий уровень опасности (ВУО)* отличается тем, что угроза загрязнения реализуется за время, большее максимального срока подготовки и проведения санационных работ. Этот срок устанавливается так, чтобы расходы на мониторинг были меньше стоимости санационных работ, т.е. порядка 3–7 лет.

*Умеренный уровень опасности (УУО)* означает, что прогнозный срок загрязнения объекта намного превышает период санационных работ.

Низкий уровень опасности (НУО) присваивается объектам, если прогнозируемыми исследованиями установлено, что загрязнение не может превышать допустимого уровня. Но при неожиданных изменениях природных или техногенных условий уровень опасности может возрасти.

Из определений УО следует, что для его установления необходимы прогнозные расчеты времени загрязнения объекта. Предлагается использовать два набора параметров  $\Pi^{\max}$  и  $\Pi^{\min}$ , обеспечивающих определение минимального ( $t_{\min}$ ) и максимального ( $t_{\max}$ ) срока загрязнения объекта. Если  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$  определяют, что загрязнения нет, то опасность загрязнения отсутствует. Дальнейшие исследования и защитные мероприятия не нужны. Если  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$  указывают на возможность загрязнения, то по ним рассчитывается среднее арифметическое значение времени загрязнения ( $\bar{t}$ ) и его вероятную ошибку ( $\Delta t_p$ ).

Предварительная оценка УО загрязнения объекта определяется в зависимости от того, в какую зону попадает  $\bar{t}$

- если  $\bar{t} < 3$  лет, то имеет место КУО;
- если  $3 < \bar{t} < 7$  лет, то имеет место ВУО;
- если  $\bar{t} > 7$  лет, то имеет место УУО.

Предварительная оценка УО проверяется на достоверность согласно схемы (рис. 2):

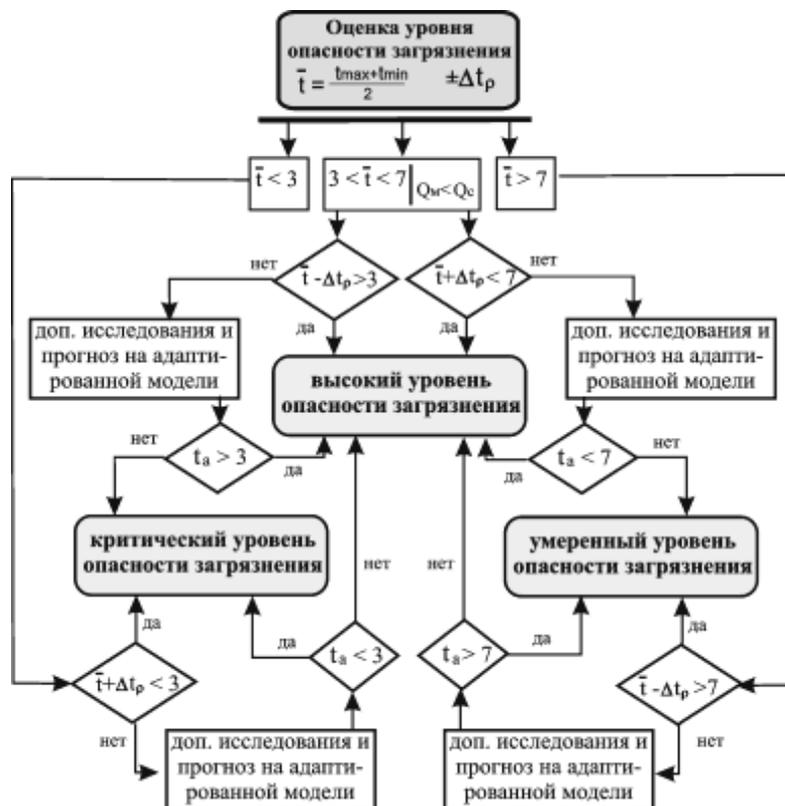


Рис. 2. Схема проверки достоверности уровня опасности загрязнения ОПЗ с учетом результатов прогноза на адаптированной модели [4]

Если интервал  $\bar{t} \pm \Delta t_p$  остается в зоне, в которой находится  $\bar{t}$ , то это подтверждает достоверность предварительной оценки. Если хотя бы один из концов интервала  $\bar{t} \pm \Delta t_p$  попадает в соседнюю зону, это становится основанием для проведения дополнительных исследований с целью уточнения расчетных параметров и выполнения прогноза на адаптированной модели, по которой окончательно устанавливается УО для объекта. Результаты оценки УО НЗ для объектов лежат в основе принятия решений о необходимых исследованиях и санационных мероприятиях.

Если объект-приемник загрязнения (ОПЗ) находится в кризисной ситуации, т.е. выявлена реальная угроза биосфере и здоровью людей в связи с наличием в ГС НЗ в недопустимо высокой концентрации, то необходимо выполнять срочные инженерно-санационные мероприятия (ИСМ) с сопровождающим их специальным мониторингом (СМ). Оценочные исследования (ОИ) проводятся в том случае, когда ОПЗ еще не загрязнен, но угроза загрязнения подтверждается объективными фактами и ориентировочными расчетами. В процессе ОИ кроме определения количественного изменения во времени концентрации и массы загрязнителя оценивается ассимилятивная способность (АС) ГС, обусловленная процессами сорбции, дисперсии, испарения, разбавления, химической и биологической деградации, которая обеспечивает естественное ослабление загрязнения (ЕОЗ). Имеет смысл проводить оценку УО как с учетом, так и без учета АС. Сравнение результатов позволяет сделать вывод относительно значимости процессов ЕОЗ. Если УО остается одинаковым в обоих случаях, то это указывает на незначительную роль ЕОЗ. Если результаты ОИ дают основание полагать, что учет ЕОЗ может существенно повлиять на планирование ИСМ, то на этапе специальных исследований (СИ) необходимо выполнить детальное изучение деградационных процессов с целью получения расчетных параметров.

Специальные исследования (мониторинг) проводятся для обоснования необходимых ИСМ при КУО и ВУО загрязнения. При УУО выполняется контролирующий мониторинг (КМ), чтобы отследить приближение фронта загрязнения к ОПЗ и своевременно отметить переход к более высокому УО, или подтвердить исчезновение загрязнения под влиянием ЕОЗ [4].

Оценка ЕОЗ позволяет определить степень рациональной очистки ГС, т.е. установить, какую часть загрязнителя необходимо удалить, чтобы обеспечить безопасность ОПЗ, в расчете на то, что оставшаяся часть загрязнителя будет деградировать под действием естественных факторов, или, например, может быть сделан вывод об снижении УО с УУО до НУО или об отсутствии угрозы для ОПЗ.

В отделе охраны подземных вод ИГН НАН Украины проводятся исследования загрязнения ГС ЛНП, результаты которых изложены в статьях, брошюрах, монографиях [2, 4]. Рассмотрены вопросы миграции и трансформации нефтепродуктов в ГС, постановка эколого-гидрогеологического

мониторинга территорий загрязнения ГС ЛНП. Необходимо учитывать, что миграция ЛНП в ГС имеет свои закономерности, отличные от движения подземных вод. Поэтому для подготовки специалистов гидрогеологов и экологов следует расширить преподавание основ изучения, оценки и реабилитации загрязнения ГС ЛНП.

#### *Литература*

1. Огняник Н.С., Шпак Е.Н., Голуб Г.И., Негода Ю.А., Наседкина О.И. Оценка эколого-геологического состояния территории авиабазы в связи с загрязнением грунтов и подземных вод нефтепродуктами // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності* – К.: Знання, 2002, № 5-6. – С. 71–76.
2. Основы загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс, И.С. Пашковский, Д.В. Коннов. – К.: [А.П.Н.], 2006. – 278 с.
3. Шпак О.М. Забруднення підземних вод нафтопродуктами в зоні водозаборів // *Збірник наукових праць ІГН НАНУ “Сучасні напрямки української геологічної науки”*. К., 2006. — С. 159-167.
4. Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс. – К.: LAT&K, 2013. — 254 с.
5. Briks A.L., Negoda Y.O., Shpak O.M. Using computer modelling for predictions of groundwater contamination with petroleum products in the area of Lutsk aerodrome and development of actions to localize contamination // *Тези доповідей 2-ї Міжнар. конф. “IAP 2002”, 27-30 травня 2002 р., Мішкольць, Угорщина*. – С. 99.

## **К ВОПРОСУ ДИАГНОСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ С ПОМОЩЬЮ РАСТЕНИЙ**

*И.А. Карлович, И.Е. Карлович, Владимирский государственный  
университет, г. Владимир*

Известно, что тяжелые металлы токсичны для живых организмов. Избыток их в окружающей среде пагубно сказывается на растениях и здоровье людей. В то же время недостаток тяжелых металлов не самым лучшим образом влияет на самочувствие людей. Но если недостаток тяжелых металлов как-то можно восполнить с помощью врачей посредством пищевых добавок, то избыток «ликвидируют» лишь на основе придания конкретной территории устойчивого экологического равновесия. Речь идет о достижениях биогеохимии, биотехнологии и биоремедиации [3, 5] т.е. возможности диагностировать места аномального проявления загрязнений с помощью растений и восстанавливать нарушенное равновесие в компонентах природы, и опять-таки, с помощью растений. Собственно с задачей выявления загрязненности территории тяжелыми металлами вполне справляется геохимия (Добровольский В.В., Касимов Н.С., Алексеенко В.А. и др.). Использование открытых (новых)

возможностей биогеохимии на элементном, белковом и геном уровне позволяет расширить способности диагностики микроэлементов загрязнений территории (в частности почв), а также предусматривает возврат ей первоначального экологического облика на основе применения биотехнологий и биоремедиации т.е. с помощью растений индикаторов и ремедиаторов [3], т.е. выбранные растения способны преобразовать загрязняющие вещества в менее биодоступные формы и возможно предотвращать их рассеивание ветром или выщелачиванием. Такое поведение растений исследователи (Просад М.Н.В. и др.) назвали явлением фитостабилизации. Другой путь устранения загрязнений с помощью конкретных растений носит название фитозэкстракции – способность растений аккумулировать загрязняющие вещества в своих тканях и, таким образом, уменьшая их концентрацию в почвах. Отсюда вполне актуально сочетание выше названных путей устранения или хотя бы уменьшения загрязнений в почвах с помощью «определенных» растений. Под понятием «определенных» растений, очевидно, следует предполагать растения – аккумуляторы загрязнений наиболее характерные для конкретной территории. Установлено, что экология тяжелых металлов, предусматривает детоксикацию их ионов в любом организме, подвергнутом воздействию загрязнений окружающей среды, высокими концентрациям этих металлов [5]. Следовательно, метаболизм тяжелых металлов на уровне семейства белков является указателем транспортировки тяжелых металлов и аккумуляции их в ризосфере [2]. Но на сегодняшний момент в регионах по-прежнему остаются актуальными задачи выявления загрязненных участков. Это одна из основных задач современной геоэкологии [4, 5].

В геоэкологии для определения содержания тяжелых металлов в почвах традиционно используют геохимический метод и геоботанический. Соединение данных определений этими методами приносит обнадеживающие результаты при поисках аномалий металлов в почве, а так же для выявления загрязнений поверхности ландшафтов тяжелыми металлами вследствие техногенеза.

В данной работе сделана попытка выявления аномалий содержания тяжелых металлов в почве по данным спектроскана, а так же с помощью индикаторов антропогенных токсикантов в высших растениях. В качестве примера взяты ландшафты Владимирского района. Среди высших растений отобраны на анализ были в основном древесные и некоторые травы. Сказанное позволило обратить внимание на минеральные источники поступления тяжелых металлов в почвы (*in siti*), а способность высших растений к массообмену вещества и энергии использовать в качестве идентификаторов элементов, супер-аккумулятивных поглотителей ряда тяжелых металлов токсикантов, поступавших в почву от промышленных предприятий (*ex siti*).

Из опубликованной литературы по биогеохимии в России и за рубежом известно о приоритетной роли растений в массообмене вещества и энергии. Во-первых, растений на Земле много т.к. они покрывают 45% её поверхности. Во-вторых, они очищают воздух, воду и почвы от загрязнений. Сошлюсь на известный пример, растения обычно поглощают до 3 кг/га молекулярного азота из воздуха, в то время как, на окультуренной территории их поглощение возрастает до 300 кг/га. И, в-третьих, выявилась высокая поглотительная способность отдельных высших растений «супер-аккумуляторы», которая стала применяться в биоремедиации для удаления токсикантов из почв и с поверхности антропогенных ландшафтов. Поэтому представляет практический интерес использование способности высших растений по массообмену для диагностики техногенных загрязнений в конкретных условиях. Несмотря на наличие многих факторов массопереноса и массообмена техногенных веществ ведущими считаются географические процессы циркуляции (миграция веществ в воздухе, в воде, в почве). Определяющим механизмом перераспределения элементов и энергии выступает абиотический и биотический перенос их между разными средами: почва, вода, воздух, растения.

Биогеохимики изучили способность растений поглощать и отдавать металлы в окружающую среду при помощи корней, стебля и листьев в процессе транспирации. Транспирация или испарение воды растениями диффузионный процесс, характерный для растений в системе почва-воздух, осуществляемый кинетической энергией воды и градиентом водного потенциала, характеризующего (по Э.Либберту, 1976) разность между химическим потенциалом воды в определенной точке и в чистой воде, деленная на парциальный молярный объем воды:

$$Y_w = \frac{M_w - M_{ow}}{V_w} [2].$$

Поскольку градиент водного потенциала всегда отрицательная величина, то благодаря кинетической энергии воды при значительной разности потенциалов воды, атмосферного воздуха и почвы она способна подниматься на высоту растений от земной поверхности и поступать в воздух в виде водяного пара. Растения ведут себя наподобие поршня, высасывающего из почвы воду и отдающего ее в атмосферный воздух. Это значительная работа. Так, по данным [2], ссылающихся на обобщения E.G. Jatliff (1999, с. 429-438), в среднем за день береза испаряет около 400 л воды, тополь от 190 до 1330 л, ива – 1900л, а с посева люцерны площадью около 0,24 га испаряется до 1900л воды. Вместе с водой из почв изымается и выделяется в воздух некоторое количество тяжелых металлов. Из древесных растений супераккумуляторным качеством усваивать и транспортировать тяжелые металлы обладает тополь, береза, ива и другие (В.А. Алексеенко). Процесс транспортировки, т.е. механизм усвоения и переноса тяжелых металлов в основном только

фиксируется по причине отсутствия опытных данных. Исследователи дают понять, что гены, ответственные за их внутриклеточное накопление еще толком не определены [3]. Отдельные авторы отмечают присутствие терпимости к тяжелым металлам у многих древесных растений с позиции детоксикации загрязнений. К примеру, по свинцу и кадмию (концентрация в среде 75-100 мМ) может подтверждать их супер аккумуляцию [2, с. 86]. Публикации свидетельствуют так же на примеры удвоения содержания меди в трансгенных растениях [3]. Значительное количество исследователей соглашаются с тем, что проблем диагностики, аккумуляции органических загрязнений древесными и другими растениями, сегодня нет, в том числе и детоксикации их, но как только вопрос стоит о взаимоотношении тяжелых металлов и растений возникают сложности, хотя положение о приоритетных растениях – индикаторов металлов в почвах было рассмотрено еще задолго до выявления их роли как детоксикантов органических загрязнений геохимией для поисков месторождений рудных полезных ископаемых. Т.е. геологи опередили биогеохимиков в использовании растений в качестве индикаторов концентраций (ореалов) металла. Значение сложного многоаспектного, с точки зрения биогеохимии, процесса детоксикации следует повернуть на службу диагностики загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Растения и почва образуют сложную систему, и любое техногенное загрязнение системы сказывается на почвах и растениях, что стало уже почти закономерностью. В данном случае речь идет о техногенных токсикантах среди высших растений. При этом нужно учитывать разницу между содержанием тяжелых металлов в почвах не загрязненных ландшафтах природного (*in siti*) и приобретенного (техногенного) характера (*ex siti*). Тяжелые металлы выступают носителями идентификации колебаний содержащих их, по данным геохимического анализа, почв по площади и по разрезу, т.е. в глубину. Содержание тяжелых металлов в почвах природного и техногенного генезиса за последние годы в некоторой степени изменилось по причине наделения растениям свойств фитомедиации, базирующихся на способности очищать почвы от загрязнений и в частности от тяжелых металлов. Таким образом, сравнение содержания тяжелых металлов в почвах незагрязненных с их содержанием в почвах промышленной зоны (на примере г. Владимира) позволяет сделать вывод об антропогенном источнике загрязнений и на способность тяжелых металлов образовывать техногенные аномалии в почвах. Обычно эти аномалии приурочены к городам (с промышленной начинкой) и как правило, они оконтуривают промышленный город по периферии (например г. Ковров) или повторяют в почвах розу ветров над городом (например г. Кольчугино, вдоль р. Беленькая).

В геологии принято значительные аномалий тяжелых металлов в почвах связывать с природными источниками (*in siti*). Так, пример, к источ-

никам металлов можно соотнести выход на дневную поверхность черных глин верхнеюрского возраста в районе Окско-Цнинского вала, а также подобные выходы их, по оврагам и берегам рек левобережья р. Клязьмы (табл.1).

Табл. 1. Максимальное содержание металлов в юрской и карбоновой коре выветривания по Владимирскому региону,  $г/г \cdot 10^{-3} \%$  [1]

Металлы						
Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Cr	Mn
Глины, аргиллиты, песчаники (юра)						
80	300	60	300	100	600	800-1200
Глины, аргиллиты, алевролиты (верхний карбон)						
60	40	30	80	20	200	150

Такие же аномалии тяжелых металлов могут формировать почвенные субстраты, имеющие связь с терригенными образованиями верхне-пермского возраста, близко подходящие к дневной поверхности на Коврово-Касимовском плато и в Нерль-Клязьминской низине. Не менее важные водные источники металлов, связанные с выходом на поверхность большого количества ключей, содержащих в воде тяжелые металлы (табл. 2).

Табл. 2. Максимальные содержания металлов в водоносных комплексах Владимирского региона,  $мкг/л$  [1]

Верхний карбон – нижняя пермь							
Fe	Mn	Cu	Zn	Cr	Ni	Co	Pb
14940	1260	60	758	9,5	30	5,9	316
Средняя юра – верхний карбон							
1750	827	40	398	3,9	22,6	17,2	257

От перечисленных источников природных аномалий тяжелых металлов в почвах следует отличать антропогенные источники и аномалии. Представляет практический интерес место взятия образца. Так, в пробах, отобранных с поверхности, содержание металла будет соответствовать современному состоянию загрязнений ландшафтов тяжелыми металлами от антропогенных источников и выпадению из воздуха при трансграничном ветровом массопереносе [1]. Сошлемся на опытные данные по определению Pb в почвах близ автомобильной трассы. По всей трассе преобладали высшие растения с гипераккумулятивными свойствами. В районе автостроды содержание Pb на  $25-30 \text{ кг/км}^2$  было больше чем в ландшафтах удаленных от автостроды. Абсолютные величины Pb в незагрязненных ландшафтах не превышали  $125 \text{ кг/км}^2$  [3, 4].

Биогеохимиками предложено свыше 400 разных растений, хорошо аккумулирующих тяжелые металлы из почв. Например, такие металлы: Cu, Mn, Zn, Ni, Co, Se, и др., при этом для некоторых растений свойственна избирательная аккумуляция металлов: для кобальта – 26, меди – 24, цинка

– 18, марганца – 8, свинца – 5, кадмия – 1 [7]. Известен целый ряд механизмов, способствующих при помощи корневой системы связывать и транспортировать металлы из почв в стебель и далее в воздух и воду (в водоемах). Поиски растений супер-аккумуляторов тяжелых металлов становится перспективным направлением исследований в геохимии ландшафтов. Наиболее известные растения индикаторы тяжелых металлов помещены в таблицу (табл.3) , построенную по данным 5 работ [2, с. 69].

Табл. 3. Некоторые растения с супераккумулятивными свойствами к тяжелым металлам

Растения	Тяжелые металлы	Растения	Тяжелые металлы
<i>Brassica jnncea</i>	Pb, Cd, Cr, (V <sub>1</sub> ), Zn, Ni, Ce, Sr.	<i>Japanese Lawngrass</i> <i>Eihhornia</i>	Pb
<i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Helianthus annuus</i>	Pb, Cd, Ni, Zn	<i>Crassipes</i> <i>Hydrocotyle Umbellata</i>	Pb
<i>Phaseolus coccineus</i>	Cr, V, Zn, Cd, Ni, Cu, U, Pb, Sr  U	<i>Lemna Minor</i> <i>Arolla Pinnata</i>	

Как следует из этой таблицы, больше растения аккумулируют Pb, Cd, Ni, Zn и некоторые другие элементы. Данные металлы широко представлены в виде аномалий в почвах и в растениях их аккумулирующих. Для Владимирского региона и всей Центральной России очень хорошей (супераккумулятор) поглощающей способностью загрязнений обладает полевой одуванчик (табл. 4).

Табл. 4. Аккумуляция тяжелых металлов одуванчиком

Тяжелый металл	Накопление кг/км <sup>2</sup>		
	Максимум с чистой территории (Мордовия [4])	Максимум с загрязненной территории (Мордовия [4])	Максимум с Владимирского ополья [1]
Pb	125,04	154,59	111,07
Zn	340,37	3016,2	301,42
Cu	50,44	217,17	46,11
Ni	1,99	245,7	2,03
Fe	4822,61	14249,07	4340
Mn	19,7	751,27	55,09
Cr (v1)	43,55	55,28	31,06

Изложенный в работе экспериментальный материал, а также анализ опубликованной литературы позволяет сделать следующие выводы:

1. Источники тяжелых металлов в почвах могут быть природные (выходы на поверхность коренных пород и водные источники – ключи) и антропогенные.
2. Высшие растения, применяемые для детоксикации загрязнений, можно использовать в качестве индикаторов аномалий тяжелых металлов в почве.

#### *Литература*

1. Карлович И.А., Федоров Г.А. *Металлы в окружающей среде: Владимирский регион – Владимир: ВГГУ, 2010. – 300 с.*
2. Квеситадзе Г.И., Хатисашвили Г.А., Садунишвили Г.А. и др. *Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. – М.: Наука, 2005. – 199 с.*
3. *Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация/под ред. М.Н. В. Просада, К.С. Саджвана. Пер. с англ. – М.: Физматлит, 2009. – 816 с.*
4. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С., Просад М.Н.В. *Рудеральные растения в умеренном поясе России: контроль за загрязнением следовыми элементами и возможное использование в фиторемедиации / Там же, с. 501-511.*
5. Ранадхир Чокраборти, Прадош Рой. *Микробная геномика как комплексный инструмент для создания биосенсоров на токсичные микроэлементы в окружающей среде / Там же, с.198-216.*
6. Nies D.H. *Microbiol heavy-metal resistanc // Appl. Microbiol. Biotechnol. 1999. V. 51-56. – P. 730.*
7. *EPA Introduction on Phytoremediation. EPA /600 / R-99 / 107 [www.epa.gov/swertiof/download/remed/introphytod.paf](http://www.epa.gov/swertiof/download/remed/introphytod.paf). 2010.*

## **ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

*И.А. Васильева, Л.М. Зарина, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Шум является одним из наиболее распространенных и агрессивных физических факторов загрязнения окружающей среды. Под термином «шум» подразумевается всякий нежелательный или неприятный звук, либо совокупность звуков, мешающих восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину, оказывающих раздражающее или вредное воздействие на человека. Как показывают исследования, акустическое загрязнение сокращает продолжительность жизни жителей крупных городов на 10-12 лет [1]. Основными источниками шума на улицах городов являются: транспорт, спецтехника, реклама, а также шум, производимый людьми.

Исследование уровней шумового загрязнения проводилось авторами на территории Центрального района г. Санкт-Петербурга. Центральный район является одним из составляющих культурно-исторического ядра города. Здесь расположено более 184 учреждений культуры и искусства, более 65 памятников и памятных знаков, высшие учебные заведения, здания администрации Санкт-Петербурга и Ленинградской области, дипломатические представительства, бизнес-центры и культурно-развлекательные центры.

Кроме того, это самый густонаселенный район города. Жилой фонд Центрального района в основном представляет собой плотную застройку домами старого фонда с небольшими вкраплениями «сталинок» и «хрущевок». Транспортная сеть района хорошо развита, здесь проложены многочисленные маршруты наземного общественного транспорта, расположено 9 станций метрополитена. Для Центрального района характерна высокая плотность движения транспорта, «пробки» в «часы пик», которые обусловлены не только узкими улицами, но и припаркованными вдоль дорог автомобилями, затрудняющими движение, неудовлетворительным состоянием дорожного полотна, низкой культурой вождения. Заторы на дорогах возникают также в связи с необходимостью переправ через реки и каналы при движении с севера на юг и с юга на север города, максимальные затруднения в движении транспорта характерны именно для улиц, ведущих к мостам.

На территории района было выбрано 19 объектов исследования, характеризующихся различной антропогенной нагрузкой (табл. 1):

- пять транспортных магистралей с различным количеством полос движения, высотой застройки, количеством зеленых насаждений и различной плотностью транспортного потока;
- три площади;
- три зоны отдыха;
- восемь дворов, из них пять «открытых», имеющих «П»-образное строение и открытый доступ к магистралям и три «закрытых», т.е. изолированных домами от улиц.

Измерения уровней шума проводились по ГОСТ 20444-85 [2] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3] с помощью шумомера SL-300 в будние дни с 15:00 до 19:00 в декабре 2012 г. всего было произведено 53 измерения.

Полученные данные обрабатывались в программе «Microsoft Office Excel», а затем сравнивались с санитарными нормами [3] и данными 1991 г., приведенными в Экологическом атласе Санкт-Петербурга [4].

Результаты исследования представлены в таблице 1 и на рисунках 1-2.

Табл. 1. Результаты статистической обработки данных

Название объекта	Характеристика объекта	ПДУ шума $LA_{экв.}$ с 7:00 до 23:00 [3]	Уровни звука (дБА)		
			min	$LA_{макс.}$	$LA_{экв.}$
<b>Улицы</b>					
Гороховая ул.	3-х полосная, узкие тротуары и перекрестки, плотная застройка	65	70.2	91.4	82.6
Дворцовая наб.	От Дворцового до Троицкого моста 2-х полосная, узкие тротуары, плотная застройка, открыта к Неве	65	65.5	88.1	80.6
Невский пр.	6-8-ми полосная, широкие тротуары, открытые перекрестки	65	63.6	94.3	78.2
Литейный пр.	6-ти полосная, включая трамвайные пути, узкие тротуары и перекрестки	65	65.5	93.1	75.8
Загородный пр.	Между ст. м.о Владимирская и Звенигородская 4-х полосная, узкие тротуары и перекрестки.	65	58.1	84.9	74.4

Площади					
Большая Конюшенная	На пересечении Б.Конюшенной улицы и Конюшенного пер. Движение по 2-х полосным магистралям оживленное.	65	64.8	74.8	69.5
Дворцовая	Площадь большого размера, открытая со стороны Дворцового проезда, движение по проезду интенсивное	65	60.1	66.3	63.8
Преображенская	На пересечении ул.Пестеля, ул.Рылеева, Манежного пер. и пер. Радищева. Одностороннее 2-х полосное движение, мало оживленное. Высажены деревья.	65	54.6	65.9	61.6
Зоны отдыха					
Марсовое поле	Ограничено наб. р. Мойки, наб. Лебяжьей канавки, ул. Марсово Поле и Миллионной. Движение интенсивное в «часы пик». Окружено деревьями.	65	54.6	60.8	57.7
Пл.Искусств	Сквер ограничен ул. Инженерной и Итальянской, движение мало оживленное. Густые посадки деревьев и кустарников.	65	52.1	61.9	52.7
Михайловский сад	Парк ограничен наб.р. Моки и Канала Грибоедова, ул. Садовой. Густые посадки деревьев и кустарников.	65	44.5	55.9	52.1
Дворы					
наб.р.Мойки, 48, корп. 11/12	Открытый большой двор. Со стороны наб.р. Мойки – решетка. В центре – деревья.	55	62.8	73.7	65.7
Невский, 90-92	Открытый маленький двор, открытый выход на Невский пр. Растительность отсутствует.	55	54.9	72.1	65.4
М.Конюшенная, 1	Открытый маленький двор. Растительности нет.	55	57.2	67.7	62.7
Инженерная, 9	Открытый маленький двор, есть деревья. Открыт доступ к улице	55	59.0	63.0	61.3
Б.Конюшенная, 12	Открытый большой двор, есть деревья.	55	56.0	64.7	60.3
Литейный, 41	Закрытый маленький двор-колодец. Выход на улицу через арку. Растительности нет.	55	53.4	69.8	63.0
Инженерная, 10	Закрытый большой двор. Открытого доступа к улице нет. Есть деревья.	55	56.7	59.3	58.2
М.Конюшенная, 2	Закрытый большой двор. Ворота с одного выхода, с другого – арка. Несколько деревьев.	55	52.1	61.9	57.2

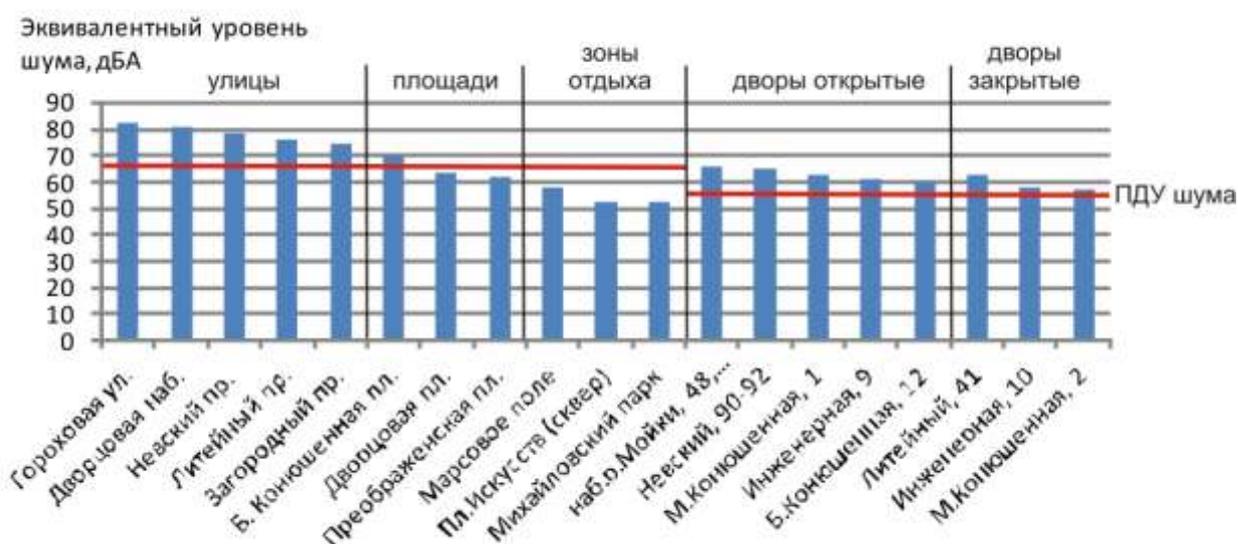


Рис. 1. Эквивалентные уровни звука,  $LA_{экв.}$ , дБА

Как показывают таблица 1 и рисунок 1, допустимые уровни шума для дневного времени (эквивалентные (по энергии) уровни звука  $LA_{эkv.}$ ) превышены в большинстве точек наблюдения, исключение составляют зоны отдыха, Дворцовая и Преображенская площади.

Наибольшие значения эквивалентного уровня звука ( $LA_{эkv.}$ ) характерны для ул.Гороховой, что связано с тем, что эта улица узкая, имеет узкие тротуары и перекрестки, плотно застроена, на ней отсутствует растительность, все это препятствует рассеиванию звуковых волн.

Минимальный уровень звука (44.5 дБА) был зарегистрирован в Михайловском саду. Для этого объекта характерны и наименьшие эквивалентные уровни звука ( $LA_{эkv.}=52.1$ ), что связано с обособленностью сада от транспортных магистралей густыми посадками деревьев.

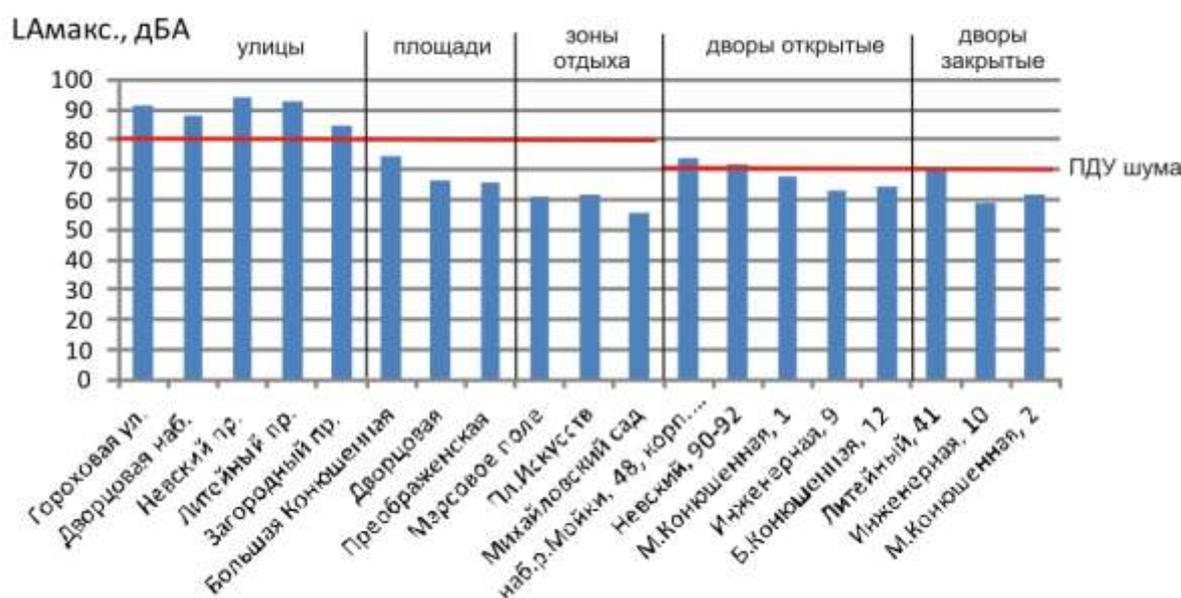


Рис. 2. Максимальные эквивалентные уровни звука,  $LA_{max}$ , дБА

Как показывают таблица 1 и рисунок 2, максимальные эквивалентные уровни звука ( $LA_{max}$ ) на всех исследованных транспортных магистралях превышают допустимые санитарные нормы на величины от 4,9 до 14,3 дБА, кроме того незначительное превышение норм по  $LA_{max}$  было зафиксировано в двух дворах открытого типа (наб. р. Мойки, 48, корп. 11/12 и Невский пр., 90-92).

Максимальные эквивалентные уровни звука ( $LA_{max}$ ) были зарегистрированы на Невском и Литейном проспектах и на Гороховой ул. (94.3; 93.1; 91.4 дБА соответственно). Полученные данные превышают санитарные нормы более чем на 10 дБА.

Полученные результаты сравнивались с данными карты 1991 г. [4], на которой представлены данные выборочных измерений эквивалентных уровней шума на транспортных магистралях г. Санкт-Петербурга.

Сравнительный анализ эквивалентных уровней звука ( $LA_{экв.}$ ) показал, что в 1992 г. самой шумной улицей являлся Литейный пр., а в 2012 г. лидирующую позицию занял Невский пр. со своим плотным транспортным потоком. Самым малошумным был и остался Загородный проспект.

Для большинства изученных участков на Литейном проспекте (рис. 3) и трех участков Невского пр. (рис. 4) уровень шума ( $LA_{экв.}$ ) в 2012 г. понизился относительно данных 1992 г. Такое снижение, возможно, связано со строительством кольцевой автодороги, которая освободила центр города от проезда большегрузного транспорта, обновлением парка машин, запретом парковки вдоль Невского пр.

Для большинства исследованных участков Дворцовой наб. (рис. 5) и всех участков Загородного пр. (рис. 6) значения  $LA_{экв.}$  напротив, значительно выросли, что, вероятно, связано с увеличением плотности транспортного потока.

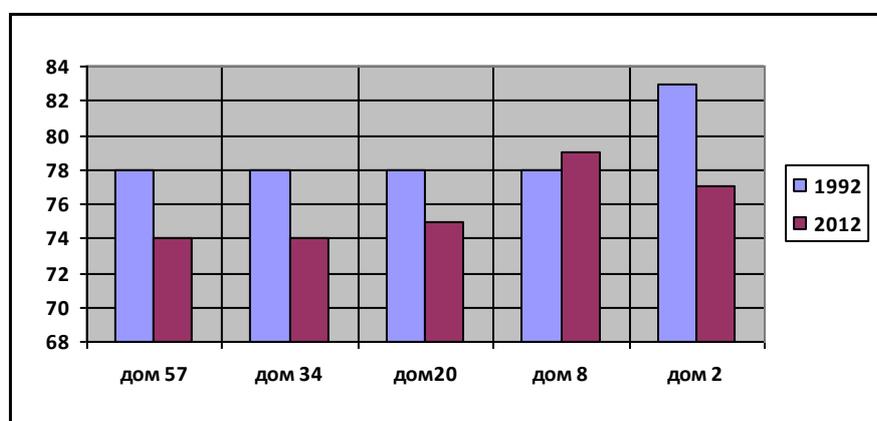


Рис. 3. Эквивалентные уровни звука,  $LA_{экв.}$ , дБА, Литейный проспект

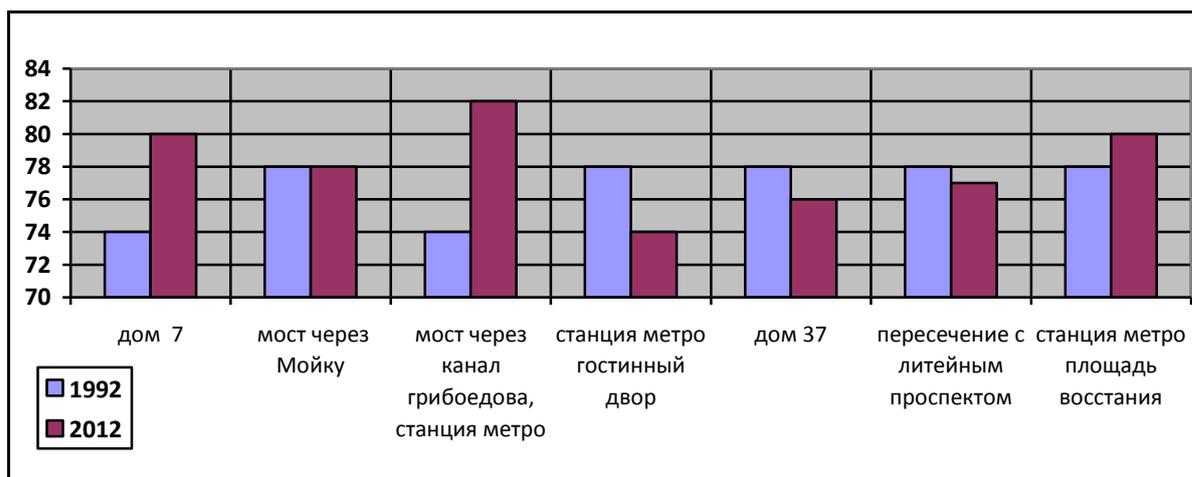


Рис. 4. Эквивалентные уровни звука,  $LA_{экв.}$ , дБА, Невский проспект

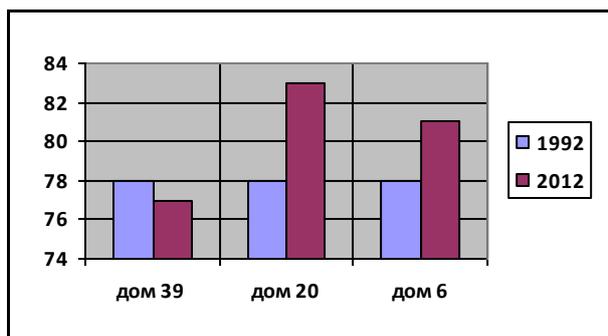


Рис. 5. Эквивалентные уровни звука,  $LA_{экв.}$ , дБА, Дворцовая набережная

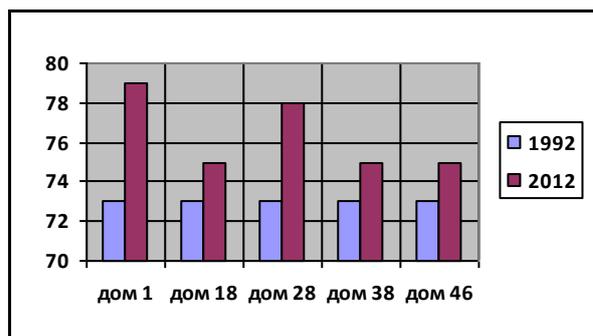


Рис. 6. Эквивалентные уровни звука,  $LA_{экв.}$ , дБА, Загородный проспект

На рисунке 7 представлены результаты сравнительного анализа значений максимальных эквивалентных уровней звука ( $LA_{макс}$ ). Как показывает диаграмма, шумовая нагрузка на исследованных автомобильных магистралях в Центральном районе г. Санкт-Петербурга, по сравнению с 1992 г. увеличилась.

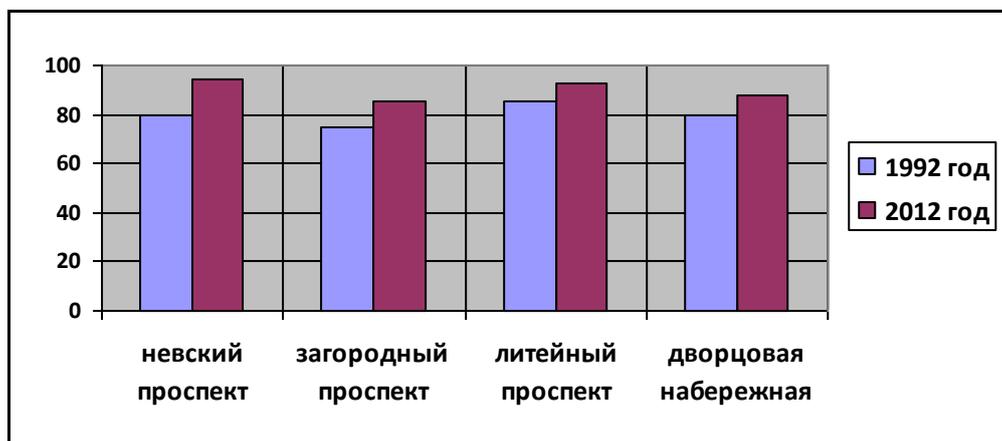


Рис. 7. Максимальные эквивалентные уровни звука,  $LA_{макс.}$

Уровни шума на исследованных улицах как в 1992, так и в 2012 г. превышали санитарные нормы, в большинстве случаев в 2012 г. показатели либо не изменились, либо ухудшились.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).

#### Литература

1. Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда: Учебник. – 2-е изд., доп. – Львов: Афиша, 2000. – 351 с.
2. ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики.
3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96: Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
4. Экологический атлас Санкт-Петербурга / Экологический союз «Мониторинг» и ГНП МП «Биомонитор». — СПб.: Изд-во ВКФ ЛенВО, 1992.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БРЯНСКОГО ПОЛЕСЬЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

*С.Д. Магомета, Территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Брянской области, г. Брянск*

Объектом исследования настоящей работы являются природные и техногенные факторы окружающей среды и профессиональные заболевания. Изучались поведение поллютантов в рабочей зоне промышленных предприятий, в почвенном покрове, воздухе и водной среде и характер их влияния на адаптационные способности организма. Была выявлена многолетняя динамика загрязнения воздуха, почвенного покрова, водной среды тяжелыми металлами и другими химическими веществами в Брянском Полесье и связанная с ними динамика профессиональных заболеваний.

Рост объемов техногенной нагрузки (не менее 10% ежегодно) ведет к опасному загрязнению окружающей среды и представляет реальную угрозу здоровью населения. Загрязнения среды, как результат антропогенного воздействия на окружающую среду, напрямую связаны с нарушениями действующего природоохранного законодательства.

Негативное воздействие окружающей среды исследуемого региона Брянского Полесья проявляется в ухудшении демографических показателей, снижении показателей адаптации и защитных сил организма, увеличении показателей профзаболеваемости населения, проявлении форм эколого-зависимых и алиментарно обусловленных форм патологии.

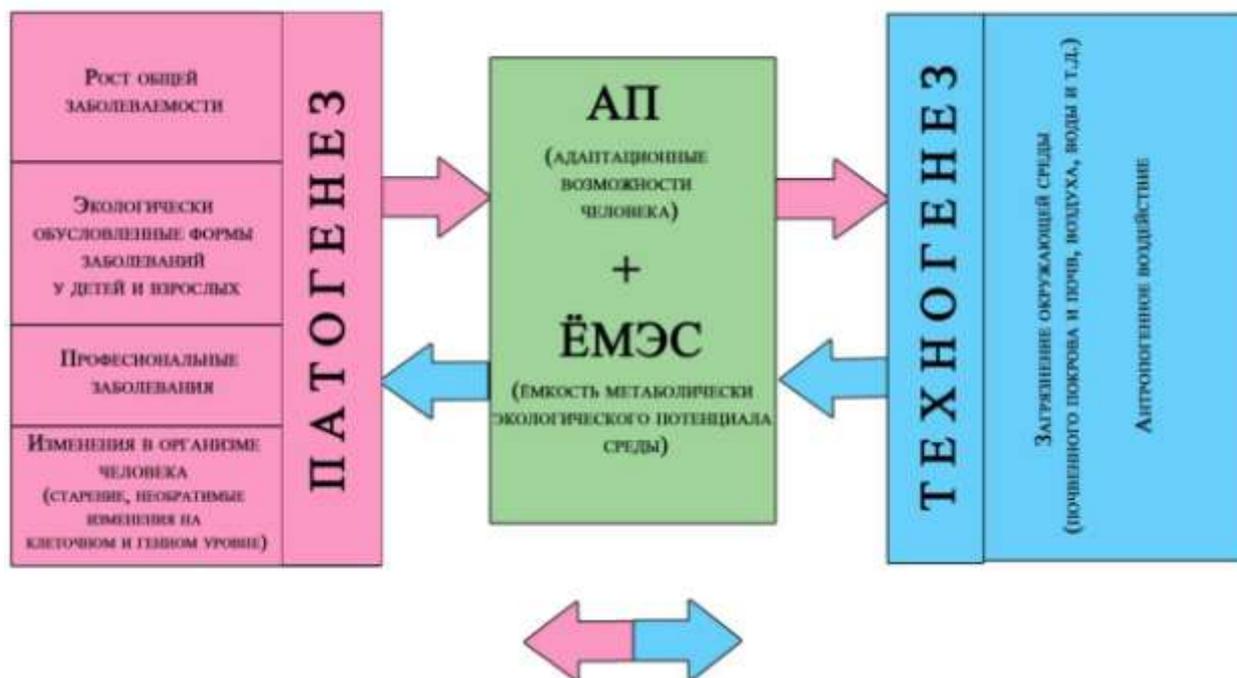
Брянское полесье характеризуется неблагоприятными тенденциями в динамике состояния здоровья населения и медико-демографических процессов. Выявлен отрицательный естественный прирост населения по области -6,8% , по исследуемому району -6,9%.

Длительное воздействие разных химических соединений даже низких концентраций в условиях техногенной среды следует рассматривать как стрессовое, при этом не исключается возможность реализации и других патогенетических механизмов. Именно в результате такого длительного токсического воздействия, особенно веществ, являющихся метаболическими факторами в патогенезе развивающейся интоксикации, возникают со временем напряжение неспецифических механизмов, а в последующем их истощение и срыв. Срыв адаптации можно рассматривать как патологию, в данном случае это признаки патологических изменений в организме под названием профессиональное заболевание.

Уровень градации адаптационного потенциала, характеризующий состояние функционального напряжения превышает уровни контрольной группы (прессовый цех) в 2 раза и составляет 3,1% по отношению к общему числу обследованных. В прессовом цехе -1,5%. Анализ распределения показателя адаптации по половому признаку показал, что удовлетво-

рительная адаптация у мужчин в более «чистом» цехе наблюдается у 66%, и у 52% среди женщин. В гальваническом цехе, соответственно, показатели ниже: 48% среди мужчин и 53% среди женщин.

Уязвимой оказалась возрастная группа старше 40 лет.



Анализ предоставленной статистики свидетельствует о необходимости и безотлагательности проведения мероприятий по улучшению геоэкологической обстановки. Основными составляющими модели являются мониторинг среды обитания и мониторинг здоровья населения с целью профилактики профессиональной заболеваемости.

Мониторинг производственной среды, показателей условий труда, среды обитания включает в себя результаты систематического наблюдения за уровнем техногенного загрязнения воздуха рабочей зоны на рабочих местах, атмосферного воздуха, почвы, воды, продуктов питания; анализ структуры и качества фактического питания.

Мониторинг здоровья населения складывается из изучения медико-демографических показателей, анализа показателей общей заболеваемости, заболеваемости злокачественными новообразованиями, обменных процессов, и других нозологических форм. Результаты мониторинга среды обитания и состояния здоровья населения позволяют выявить причинно-следственные связи в системе «среда обитания – здоровье населения», сделать прогнозные оценки развития геоэкологической ситуации и состояния здоровья населения, оценить риски развития профессиональных заболеваний, провести научное обоснование и разработать профилактические мероприятия.

Систему профилактических мероприятий можно представить в виде комплекса мероприятий, направленных на снижение загрязнения производственной среды, воздуха рабочей зоны на рабочих местах, объектов

среды обитания, снижение заболеваемости, профилактике возникновения профессиональной заболеваемости, нормализации обмена веществ, оптимизации питания, повышения резистентности организма, по антиоксидантной профилактике, гигиеническому обучению, внедрению здорового образа жизни. Внедрение этих мероприятий возможно путем принятия административно-управленческих решений.

Научно обоснованная и внедренная в практическую деятельность региональная модель обеспечения профессиональной безопасности населения, включающая комплекс оздоровительных мероприятий позволяет снизить негативные тенденции влияния отдельных факторов производственной среды, вредных и неблагоприятных условий труда на состояние здоровья работающих.

Установление причинно-следственных связей между состоянием окружающей производственной среды и здоровьем трудящегося человека является наиболее сложной и недостаточно разработанной задачей в системе мониторинга. Поэтому представляется актуальным и перспективным внедрение в систему СГМ элементов эпидемиологической диагностики, позволяющей идентифицировать причины, условия и факторы риска на основании анализа и оценки состояния здоровья работающих как на отдельном предприятии так и в регионе. Сочетанное применение гигиенической донозологической, эпидемиологической диагностики, оценки дизадаптационных состояний на индивидуальном, групповом, популяционном уровнях может существенно повысить эффективность СГМ как системы обеспечения здоровья нации от нависшей угрозы профессиональной патологии в самых разнообразных вновь появляющихся формах.

Уже в ближайшее время потребуются разрешение стратегических и тактических задач, направленных на оптимизацию здоровья россиян, профилактику профессиональной заболеваемости, увеличение продолжительности жизни. Концепция гигиенической диагностики с упором на выявление донозологических состояний дает возможность изучить преморбидный статус и скорректировать его в сторону максимума здоровья. Переориентация деятельности всех учреждений, занятых в сфере охраны труда и техники безопасности и в первую очередь – медико-профилактических учреждений на оценку и прогнозирование геоэкологической обстановки, состояния здоровья человека, занятого трудовой деятельностью под воздействием целого комплекса факторов техногенной среды позволит занять профилактическому направлению деятельности достойное место в государственной политике как основной стратегической задаче национальной безопасности на современном этапе.

## ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЖИТЕЛЕЙ РС(Я)

*Г.С. Сивцев, СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск  
[sgsyktdrogball1@yandex.ru](mailto:sgsyktdrogball1@yandex.ru)*

В XX веке человечество мере осознало, что многие болезни непосредственно связаны с загрязнением атмосферы, гидросферы, литосферы Земли. По данным Всемирной организации здравоохранения, здоровье населения на 50% зависит от образа жизни, на 20% – от качества окружающей среды, еще на 20% – от наследственных особенностей организма и на 10% – от развития здравоохранения. Таким образом, одним из важных показателей социально-экономического благополучия страны является здоровье населения.

Наряду с природными и климатическими условиями, на состояние здоровья людей все большее влияние оказывает антропогенное загрязнение окружающей среды, что способствует возникновению различных патологий здоровья. Многочисленными исследованиями последних лет доказано отрицательное влияние загрязнения среды обитания на здоровье человека. Чистота воздуха, воды и почвы – одна из важнейших задач, решение которой необходимо для улучшения экологического состояния планеты и каждой страны. Уровень загрязненности атмосферного воздуха, водной среды и почвы на Земле продолжает нарастать. От того, насколько эффективно сумеют государственные службы и общественные организации обеспечить снижение загрязненности, во многом зависит возможности нормальной жизни будущих поколений.

Человеку приходится адаптироваться не столько к природным, сколько к им же самим созданным (в результате техногенного воздействия) условиям. Ухудшение состояния здоровья людей в промышленных странах является главным критерием отрицательного влияния техногенных факторов на человека. В таких промышленно развитых странах воды практически всех поверхностных и многих подземных источников загрязнены. Наиболее часто в воде регистрируется повышенное содержание железа, фтора, марганца, нитритов, хлоридов, сульфатов. Хлорорганические соединения могут проникать в организм человека и через кожу, поражая центральную нервную систему. Они также обладают канцерогенным (вызывающим рак) действием. Огромное количество загрязняющих веществ выбрасывается в окружающую среду в результате аварий или сбоев в системах технического обеспечения.

Обширная территория Якутии располагает разнообразными естественными ресурсами, представляющими ценность для народного хозяйства. В Якутии особое место занимает охрана лесов, вод, богатств недр, промышленных и редких животных. Реки и озера должны охраняться от загрязнения сточными водами производственных и коммунальных предприятий, от

поступления нефтепродуктов и выбросов речных судов. Загрязнение и отравление вод приводят к гибели водных организмов, причиняют серьезный ущерб рыбному хозяйству и ухудшают водоснабжение населенных пунктов.

Открытие месторождений алмазов в Западной Якутии произвело во всем мире подлинную сенсацию. В 1956 г. впервые был поставлен вопрос о создании в Якутии алмазодобывающей промышленности. С тех пор Якутия превратилась в крупнейший район алмазодобывающей промышленности всего мира. Ухудшение экологической ситуации в алмазодобывающих регионах Республики Саха (Якутия) в последнее десятилетие XX века вызвало значительное ухудшение здоровья и рост заболеваемости населения.

На территории Нюрбинского района Республики Саха (Я) ведется интенсивное развитие алмазодобывающей промышленности. Сброс сточных вод алмазодобывающих предприятий привел к загрязнению рек Мархи и Вилюя. По данным Института прикладной экологии Севера АН РС(Я) в почве ряда населенных пунктов, расположенных по берегам реки Мархи, в 1,2-2,7 раза повышена концентрация кобальта, молибдена, меди, свинца, титана и цинка; в воде повышена концентрация бериллия; в овощах (огурцы) наблюдается тенденция к накоплению некоторых тяжелых металлов (никеля, свинца, хрома, меди). В связи с этим, актуальным является изучение влияния последствий эксплуатации добывающих предприятий на экологическую ситуацию в регионе и, в первую очередь, на здоровье населения. В 405 км ниже Якутска река Лена принимает свой крупнейший левый приток – Вилюй, длина его 2650 км, площадь бассейна 454 тыс. кв.км. Река Вилюй, как известно, имеет несколько притоков, в том числе речку Малая Ботуобия. Это таежная речка протяженностью около 200 км. При разработке трубки «Мир» из котлована откачивали грязную и технологическую воду. Сливали ее в дамбы временного накопителя жидких технологических отходов. И в 1979 г. была техногенная катастрофа. Грязная вода попала в реку Малая Ботуобия, оттуда в Вилюй. В результате этого в начале 80-х годов люди, для которых Вилюй являлся источником питьевой воды, стали чаще болеть онкологическими и сосудистыми заболеваниями. После заключения комплексной экспедиции выяснилось, что в водах Малой Ботуобии вредные вещества во много раз превышали их предельно-допустимую концентрацию: никель, хром, цинк, летучие фенолы, алюминий, марганец и другие.

Анализ данных бюро медицинской статистики показал взлет заболеваемости раком в группе вилюйских районов. Возросла рождаемость детей с врожденными аномалиями. Ученые, проводившие исследование в районе Вилюя, напрямую связали это с алмазными разработками. Также повысилось число патологических процессов у населения группы вилюйских районов: цереброваскулярные болезни на почве атеросклероза и гипертонической болезни в 3-6 раз превысили среднереспубликанские. Заболеваемость хроническими неспецифическими заболеваниями легких, хроническими

бронхитами повысилась в 2-4 раза, число уровней патологий органов пищеварения – в 3 раза. Эти же данные показывают определенную зависимость частоты возникновения предраковых заболеваний пищевода и желудка у местного населения в зависимости от степени удаленности от источника промышленного загрязнения – реки Вилюй. У половины жителей отмечено резкое снижение иммунитета. В цельной крови человека наблюдалось повышение содержания марганца в 2-5 раз, в волосах превышение серебра – в 3 и более раз, бора – в 2 раза, алюминия, марганца, никеля, титана – в количествах, многократно превышающих предельно допустимые концентрации. Отмечено много случаев облысения у детей.

Среди причин высокого уровня распространенности патологии желудочно-кишечного тракта немаловажное значение имеет и состав воды. Результатом исследования химического состава воды озер показали некоторые отклонения от ГОСТа значений pH, общей минерализации, повышенное содержание железа, дисбаланс ионов натрия и калия. По микроэлементному составу озерные водоемы охарактеризованы как относительно бедные, кроме содержания стронция и бария. В реках Вилюе и Мархе микроэлементный состав более разнообразный. По степени загрязнения озера отнесены к категории от слабо – до сильно загрязненных, а река Вилюй – от средней до сильной.

В связи с критическим экологическим состоянием района, усилился переезд жителей в центральные районы Республики. Не стоит оставлять без внимания этот факт, нужно приложить большие усилия для решения проблемы экологического состояния района, чтобы этот прекрасный уголок Якутии не был оставлен на произвол судьбы. Надо признать заслуги Общественного комитета по спасению реки Вилюй – «Вилюй» который проводит работу по оздоровлению экологической обстановки на территории Вилюйского региона с 2002 г. Побольше бы таких энтузиастов предотвращения последствий антропогенного загрязнения окружающей среды на здоровье жителей Земли.

# РЕСУРСЫ И ОБЩЕСТВО

## ЭВОЛЮЦИЯ ПРИКЛАДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Г.Б. Поспехов, НМСУ «Горный», г. Санкт-Петербург, [pospehov@spmi.ru](mailto:pospehov@spmi.ru)*

Науки о Земле выросли из нужд и интересов человека, с которыми он сталкивался в повседневной жизни, и те же причины заставляют их развиваться дальше, вынуждая проходить разные этапы, которые определяют специфику их роста, совершенствование теоретической и экспериментальной базы, практическую востребованность. С расширением знания уточняются положение в системе наук, объект и предмет изучения, ставятся новые задачи и возникают новые направления.

Общей закономерностью развития науки является смена процесса дифференциации или расчленения целостной научной системы на первых этапах процессом интеграции, который координирует и подчиняет отдельные научные дисциплины единой системе на последующих этапах. Как отмечают В.Е. Хаин и А.Г. Рябухин [1] «осуществляя общую задачу расширения и углубления познания нашей планеты, процессы дифференциации и интеграции науки выражают диалектическую противоречивость познавательного процесса». Как правило, возникновение новой проблемы создает сначала тенденции к комплексности, к сближению обособленных до этого научных дисциплин, а затем к дифференциации по различным аспектам проблемы, результатом чего становится переход на более высокий уровень познания.

Геология в своем развитии всегда учитывала требования, выдвигаемые человеческим обществом. Этот факт подтверждается тем обстоятельством, что в истории прикладных геологических исследований, в зависимости от их приоритета, можно выделить несколько этапов. На первом этапе земная кора традиционно исследовалась на предмет выявления, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых. Минеральные ресурсы были и отчасти остаются самым дорогим сырьем, определяющим прогресс науки и техники, поэтому усилия геологов на этом этапе были сфокусированы в основном только на вопросах поиска и изучения месторождений полезных ископаемых.

Начиная с тридцатых годов прошлого столетия, к первому направлению добавилось изучение и оценка геологических условий строительства и эксплуатации различных сооружений, связанное с резким ростом инженерно-хозяйственной деятельности человека. Тогда накопленный багаж геологических знаний был направлен на нужды строительства, которое зачастую было грандиозным. Вспомним хотя бы небывалые масштабы строительства в нашей стране гидротехнических сооружений. Некоторыми специалистами считалось, что других главных задач кроме этих двух у наук о Земле нет [2].

Однако вызванный небывалым развитием науки социальный и, в первую очередь, технический прогресс, а также рост населения мира привели к тому, что техногенное воздействие человеческой деятельности на окружающую среду превратилось в преобразующую силу планетарного масштаба. Что вполне закономерно, поскольку как сказал Джон Дьюи [3]: «Наука, подобно всякому знанию вообще, – результат деятельности, изменяющей окружающую среду». В настоящее время литосфера, атмосфера, гидросфера и биосфера испытывают ощутимое влияние человеческой деятельности. Результатом взаимодействия природы и преобразующей экспансивной деятельности человека, направленной на удовлетворение жизненных потребностей является их взаимопроникновение. Поэтому последовательные изменения, смену состояний в развитии окружающей среды сегодня практически невозможно разделять на процессы изменения природы человеком и на «чистые» процессы изменения природы самой себя.

В связи с этим возросло объединение людей вокруг концепции Земли, понимаемой как дом человечества. Это обусловило тот факт, что практически во всех гуманитарных, технических и естественных науках наступило время, когда на первом плане оказались проблемы экологии. В полной мере это касается и геологии.

XXI век характеризуется особой обстановкой, в которой геологические процессы и явления, вызванные многогранной деятельностью человеческого общества, представляют реальную угрозу своим масштабом и интенсивностью для нормальной жизнедеятельности на Земле. Эти процессы и явления имеют геологическую природу, возникают в определенных геологических условиях под влиянием большого набора факторов, среди которых деятельность человека играет основную роль, воздействуя как непосредственно, так и косвенно через активизацию некоторых факторов и/или изменение природной обстановки. Прогноз, предупреждение и ограничение этой угрозы становится важнейшей экологической задачей человека, вооруженного определенными знаниями и техникой [4].

Поэтому настало время, когда в науках о Земле к ее двум главным составляющим (поиск и оценка месторождений полезных ископаемых и изучение геологических условий строительства и эксплуатации различных сооружений) добавилась третья, главной целью которой стало «оценить литосферу как вещественную и энергетическую основу существования биоты, и в первую очередь человеческого сообщества» [5]. Вокруг этой новой экологической составляющей в прикладных геологических исследованиях наиболее заметно стало современное проявление процессов интеграции и дифференциации в семействе геологических наук.

На этом фоне следует отметить, что необходимость обеспечения надежности и безопасности функционирования различных сооружений требует разработки алгоритма управления взаимодействием между ними и геологической средой. Такой алгоритм должен базироваться на рассмотрении

всевозможных состояний природно-технических систем и природы их возникновения. В связи с этим, совершенствование методов оценки и прогнозирования изменений окружающей среды в условиях интенсивного техногенеза является приоритетной задачей современных наук о Земле и прежде всего геологии. От ее решения зависят перспективы социально-экономического развития территорий, при освоении которых часто приходится сталкиваться с проектированием и эксплуатацией все более сложных и ответственных сооружений.

По Г.К. Бондарнику, не оптимально или практически неуправляемое функционирование природно-технических систем тесно связано с проблемой «неучтенных в смысле своих последствий взаимодействий компонентов техносферы с компонентами приповерхностной области литосферы» [6]. Поэтому сегодня необходимо активно развивать научные и прикладные основы расчетно-экспериментальных обоснований состояний природно-технических систем различных категорий и методы и технические средства их контроля, иначе говоря, моделирование и мониторинг состояния природно-технических систем.

#### *Литература*

1. Хаин В.Е., Рябухин А.Г. *История и методология геологических наук.* – М.: МГУ, 1997. – 224 с.
2. Ломтадзе В.Д. *Введение в инженерную геологию.* – Л.: ЛГИ, 1986. – 86 с.
3. Дьюи Дж. *Демократия и образование.* – М.: Педагогика-Пресс, 2000. – 384 с.
4. Иванов И.П., Поспехов Г.Б. *Экологическая геодинамика. Техногенные процессы и явления / Материалы III межвузовской молодежной конференции «Экологическая школа».* СПб.: СПбГУ, 2002.
5. *Экологические функции литосферы / Под ред. В.Т. Трофимова* – М.: МГУ, 2000. – 432с.
6. Бондарик Г.К. *Социально-экологическая проблема и инженерная геология. // Гео-экология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 1993. № 4. – С. 27-31.*

## **FUNCTIONAL DIVERSIFICATION IN THE RURAL AREAS IN POLAND. ŚWIĘTOKRZYSKIE VOIVODESHIP CASE**

*Iwona Kopacz-Wyrwał, Mirosław Mularczyk*

*Institute of Geography, The Jan Kochanowski University in Kielce, Poland*

### **Aims of the paper**

The number of traditional villages, which can be defined from the point of view of their population's occupation, understood as settlements of people working in agriculture and services related to it, is constantly decreasing in the contemporary world. Nowadays inhabitants of rural areas practice various professions. Decrease of the number of farmers is possible thanks to the application of modern technologies in cultivation and farm animals breeding as well as transformation of distribution and sales of agricultural products. Many traditional farms have undergone transformation

into manufacturing companies, which not only produce agricultural products but also process and sell them. Development of modern means of transport as well as new methods of storage and preservation enable global trade of agricultural products. It has already been in the 50s of the past century that the issue of depopulating villages was observed in the countries of Western Europe. This process was supposed to be stopped by promotion of non-agricultural activity. Promotional activity by supporting multifunctional development of rural areas was also undertaken in Poland in the 90s of the 20<sup>th</sup> century. Engaging a significant part of inhabitants of the country in non-agricultural occupations resulted in development of new functions of the rural settlements. The new functions related to services (such as trade and tourist services) or industrial production as well as residential functions emerge next to the traditional functions, related to agriculture and forestry.

Rural areas' functions have been a subject of geographers' interests for years. Classification of the functions into the basic and secondary ones is the most popular. Socio-economic activities whose production is not intended for satisfying the producer's own needs or which serve people not related professionally with a given area influence the basic functions (Bański, Stola 2002). These functions include agriculture, forestry, industry, services, therein trade, recreation and housing (Bański 2006). They have a crucial influence on socio-economic development of a given area. Whereas the secondary functions are influenced by these activities which have been intended for the producer's own needs as well as for the local needs, serving the local population (Stola 1993). Development of non-agricultural functions has recently become the most important determinant of rural areas' transformation (Lewandowski 2002). It is related to creating new jobs besides the agriculture, which contributes to rural areas activation. "A special role is attributed to emergence of the new and development of the existing non-agricultural individual businesses, which have become to be a significant element activating the economy and mitigating social results of the transformation" (Kamińska 2006).

The aim of this elaboration is to define the dominating functions of the rural areas in Świętokrzyskie Voivodeship. The answer to the following question have been sought: Which functions dominate in the rural areas of Świętokrzyskie Voivodeship?

### **The area of the research**

Rural areas of Świętokrzyskie Voivodeship have been a subject of the research. The research included all rural *gminy* and rural parts of rural-urban *gminy*. Total number of 97 administrative units has been analysed. They occupy 11,042 km<sup>2</sup>, which accounts for 94.3% of the area of Świętokrzyskie Voivodeship. The delimited area is inhabited by 695,757 people, that is 55% of the population of Świętokrzyskie Voivodeship.

### **Methods applied in the paper**

Various measures are applied in the researches on functional diversification of rural areas. Results of Bański and Stola's (2002) research prove that changes occur in the process of selecting diagnostic features along with social and

economic changes taking place in rural areas in the years of systemic transformation. Accessibility to statistical data is a huge barrier in selection of the appropriate measures. Taking into account the experience in functional classification of the rural areas in Poland (Bański, Stola 2002) and in Świętokrzyskie Voivodeship (Salomon 2007; Kopacz, Mularczyk 2011) the following measures have been adopted for the purposes of the research:

- for identification of the agricultural functions: share (%) of arable lands in the total area of a *gmina*, number of inhabitants who earn their living by agriculture per 1,000 inhabitants,
- for identification of the tourist functions: forestation rate (%) in relation to the total area of a *gmina*, number of accommodation as well as restaurant and catering facilities per 1,000 inhabitants,
- for identification of the service functions: number of business entities providing market services per 1,000 inhabitants of working age, number of people employed in the market service sector per 1,000 inhabitants of working age,
- for identification of the industrial functions: number of business entities in the industry per 1,000 inhabitants of working age, number of the employed in the industry per 1,000 inhabitants of working age,
- for identification of the residential functions: commuters per 1,000 inhabitants, number of the buildings of individual housing construction newly put into use between years 2000-2009 per 1,000 inhabitants.

With regard to the fact that the considered diagnostic features are expressed by various measures their normalisation has been conducted. So called Ziolo's (1985) procedure, which allows to characterise the structure of a synthetic measure, has been applied for the purpose of normalisation. Percentage share of each synthetic measure describing rural, tourist, service, industrial and residential functions in the aggregate value has been calculated. As a result of this it became possible to determine the function dominating in each *gmina*'s structure. These features whose value of the synthetic measure exceeded the average by at least one standard deviation have been reckoned dominating.

#### **Diversification of functions of the rural areas in Świętokrzyskie Voivodeship**

Analysis of the standardised deviation from the average percentage share of the diagnostic features in the structure of the synthetic measure, enabling to determine the dominating function of the rural areas in Świętokrzyskie Voivodeship, allows to observe that it reaches low values (from 2.99 to 19.56) in majority of the cases, which proves multifunctionality of the analysed areas. Nevertheless, it is possible to determine the dominating functions in the majority of the cases. In Świętokrzyskie Voivodeship it is most often the agricultural function. It dominates in 31 of the analysed *gminy* (Table 1), which accounts for 33% of all the analysed administrative units. This function has been formed most markedly in the following *gminy*: Bejsce (56% share in the structure of the synthetic measure), Wilczyce (54.4%), Samborzec (46.1%), Nowy Korczyn (43.5%). Mostly the biggest shares of arable lands in these *gminy* (e.g. Bejsce –

94% of the *gmina*'s area, when the average is 61%) and the number of people who earn their living by agriculture (e.g. Bejsce 185 people per 1,000 inhabitants, when the average is 107) determined that. *Gminy* with the dominating agricultural function are localised most of all in the southern and eastern part of Świętokrzyskie Voivodeship.

The tourist function dominates in 21 *gminy*, which accounts for 22% of all the analysed units (Table 1). In this case, taking into account share of the diagnostic features in the synthetic measure, it is most markedly formed in *gmina* Wąchock (43% share in the structure of the synthetic measure). Both high number of tourist facilities per 1,000 inhabitants (0.48 when the average is 0.17) and a high forestry rate (77% when the average is 26%) have determined that. Share of the diagnostic features in the synthetic measure is not that high in the remaining *gminy* and it does not exceed 40%, e.g.: Fałków – 37%, Raków – 36%, Słupia Konecka – 35%, Opatowiec – 35%, rural area of Włoszczowa – 33%, Solec-Zdrój – 32%, rural area of Bodzentyn – 32%, Stąporków – 32%, Bliżyn – 31%. Big number of tourist facilities per 1,000 inhabitants (from 0.21 in Bodzentyn to 0.58 in Opatowiec when the average is 0.17 per 1,000 inhabitants) determined the dominating function of these *gminy*, with the exception of Stąporków and Bliżyn.

The residential function dominates in 18 *gminy*, which accounts for 19% of the total number of the analysed units (Table 1). It is most markedly formed in Skarżysko Kościelne, Mirzec, Radków (37% share in the synthetic measure) and Secemin, Miedziana Góra (33%) as well as Kluczewsko (31%). Both bigger numbers of commuters and the buildings of individual housing construction newly put into use in relation to the remaining *gminy* has determined this function. One can observe that these are not only *gminy* located around the bigger cities of Świętokrzyskie Voivodeship but also these from which, thanks to the convenient routes, it is possible to commute to work to the big cities outside the voivodeship.

Thirteen *gminy* (13% of the analysed units) are characterised by domination of the industrial function (Table 1). It dominates most markedly not only in these *gminy* where extractive, mineral and food industry has been developing for years, such as Staszów, Suchedniów (48% share in the synthetic measure), Ożarów (38%), Brody (37%), Sitkówka-Nowiny (35%), Pińczów (30%) but also in *gminy* in which new industrial mills have been established in the recent years, e.g. Tuczępy (56% share in the synthetic measure), where since March 2002 a company of machine industry Progress Eco S.A. has been developing vigorously.

The service function dominates in three *gminy* which accounts for 3% of all the analysed unit (Table 1). The following *gminy* are included in this group: Kije (47% share in the synthetic measure), Ruda Maleniecka (25%) and Osiek (32%). Bigger than average number of the employed in the market services per 1,000 inhabitants determined the domination of the service function in these cases (the average – 16.7, value of *gmina* Kije – 76.3, Ruda Maleniecka – 34.6, Osiek – 32.3).

These administrative units in which no share in the synthetic measure was higher than the average increased by the standard deviation, as well as these in

which at least two measures exceeded this value have been reckoned multifunctional units. They accounted for 10% of the total number of the analysed administrative units. The first group included *gminy* Wojciechowice and Dwikozy, while the other: Chęciny, Gowarczów, Sobków, which can be defined as tourist-residential, Opatów, Gowarczów as tourist-agricultural, Połaniec as service-industrial, Piekoszów as industrial-residential and the rural area of Jedrzejów as agricultural-residential (Table 1).

Tab. 1. Diversification of the dominating functions of the rural *gminy* in Świętokrzyskie Voivodeship

Dominating function	Gminy
Agricultural	Łagów, Waśniów, Gnojno, Nowy Korczyn, Pacanów, Stopnica, Wiślica, Imielno, Oksa, Słupia (Jędrzejowska), Wodzisław, Bejsce, Czarnocin, Kazimierza Wielka – rural area, Skalbmierz – rural area, Baćkowice, Iwaniska, Lipnik, Sadowie, Działoszyce – rural area, Michałów, Złota, Klimontów, Koprzywnica – rural area, Obrazów, Samborzec, Wilczyce, Zawichost – rural area, Lubnice, Szydłów, Moskorzew
Tourist	Bieliny, Bodzentyn – rural area, Daleszyce – rural area, Łopuszno, Nowa Słupia, Raków, Strawczyn, Zagnańsk, Fałków, Słupia (Konecka), Stąporków – rural area, Kunów – rural area, Bliżyn, Wąchock – rural area, Solec Zdrój, Małogoszcz – rural area, Nagłowice, Opatowiec, Łoniów, Bogoria, Włoszczowa – rural area
Service (market services)	Ruda Maleniecka, Kije, Osiek – rural area
Industrial	Sitkówka Nowiny, Końskie – rural area, Radoszyce, Smyków, Łączna, Suchedniów – rural area, Brody, Tuczępy, Ożarów – rural area, Pińczów – rural area, Oleśnica, Staszów – rural area, Krasocin
Residential	Chmielnik – rural area, Górnio, Masłów, Miedziana Góra, Mniów, Morawica, Pierzchnica, Bałtów, Bodzechów, Ćmielów – rural area, Skarżysko Kościelne, Mirzec, Pawłów, Busko-Zdrój – rural area, Sędziszow – rural area, Kluczewsko, Radków, Secemin
Multifunctional	Chęciny – rural area, Gowarczów, Sobków, Piekoszów, Jedrzejów – rural area, Opatów – rural area, Tarłów Połaniec – rural area, Wojciechowice, Dwikozy, Rytwiany

Source: Own elaboration

### Summary

The conducted analyses allow to observe that the rural areas of Świętokrzyskie Voivodeship are characterised by multifunctional development. However, in the light of the selected measures, the dominating functions can be determined for the majority of the rural *gminy* and rural areas of urban-rural *gminy*. The biggest group (33%) is constituted by *gminy* with the dominating agricultural functions, another by administrative units with the dominating tourist function (22%). The residential function dominates in 19%, the industrial function in 13% and the service function in 3% of the total number of *gminy*. Multifunctional *gminy* account for 10% of the total number of the analysed spatial units.

### References

1. Bański J., 2006, *Geografia polskiej wsi*, PWE Warszawa

2. Bański J., Stola W., 2002, *Przemiany struktury przestrzennej i funkcjonalnej obszarów wiejskich w Polsce. Komisja Obszarów Wiejskich PTG, PAN IGiPZ. Studia Obszarów Wiejskich*, v. 3
3. Kamińska W., 2006, *Pozarolnicza indywidualna działalność gospodarcza w Polsce w latach 1988-2003. Prace Geograficzne no 203, IGiPZ im. St. Leszczyckiego PAN, Warszawa.*
4. Kopacz I., Mularczyk M., 2011, *Zróźnicowanie funkcjonalne gmin strefy podmiejskiej Kielc a poziom życia ludności, [in:] Dychotomiczny rozwój obszarów wiejskich? Czynniki progresji, czynniki peryferyzacji, W. Kamińska, K. Heffner (red.). Studia KPZK PAN, v. CXXXVIII, Warszawa.*
5. Lewandowski J., 2002, *Wielofunkcyjny rozwój obszarów wiejskich, [w:] Wielofunkcyjna gospodarka na obszarach wiejskich, W. Kamińska (red.). Instytut Geografii Akademii Świętokrzyskiej, Kielce.*
6. Salomon J., 2007, *Klasyfikacja funkcjonalna obszarów wiejskich województwa świętokrzyskiego. Inżynieria Rolnicza, no 8(96).*
7. Stola W., 1993, *Struktura przestrzenna i klasyfikacja funkcjonalna obszarów wiejskich Polski. IGiPZ PAN, Dokumentacja Geograficzna, v. 3.*
8. Ziolo Z., 1985, *Zastosowanie miernika syntetycznego w badaniach układów przestrzennych w geografii przemysłu. Seminarium Sekcji Geografii Przemysłu PTG, WSP, Kraków.*

## **СУБРЕЦЕНТНАЯ ПЫЛЬЦА КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ ТЕРРИТОРИЙ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА (на примере Кумжинского месторождения)**

*С.В. Федосеева, ФГУП «ВНИГРИ», [svetochkina@mail.ru](mailto:svetochkina@mail.ru)*

Метод палиноиндикации качества окружающей среды основан на реакции генеративной сферы растений на внешние негативные факторы окружающей среды. Одним из проявлений такой реакции является изменение морфологии пыльцевых зерен растений. Данный метод не так давно начал достаточно широко применяться на разных территориях, подверженных повышенной техногенной нагрузке [1, 3, 4, 5].

Безусловно, к числу таких территорий принадлежит и Кумжинское газоконденсатное месторождение, где для палиноэкологического исследования была отобраны 8 поверхностных проб почв и грунтов (глубина 0-2 см) через каждые 100-150 м по профилю в северном направлении от одной из скважин.

Для технической обработки поверхностных образцов использовалась модифицированная методика Поста с применением пирофосфата натрия [2]. Исследование и микрофотографирование пыльцы производилось с помощью светового микроскопа марки «Leica DMLS» с использованием системы анализа изображений «Видео-Тест». Подсчет содержания пыльцы и спор в спектрах производился общепринятым методом с определением их до ранга семейства, рода. При этом также использовался метод палиноиндикации качества окружающей среды с подсчетом количества терато-

морфных пыльцевых зерен, особенностям строения которых, уделялось особое внимание [1].

Анализ образцов показал, что спектры характеризуются доминированием представителей древесно-кустарниковой группы – 48-75%. Содержание пыльцы *Pinus* sp. составляет около 30% в большинстве образцов, *Picea* sp. – 15-20%. Среди отклонений в строении пыльцевых зерен хвойных чаще наблюдаются: редукция тела, изменение толщины экзины в области щита, редукция воздушных мешков, смыкание мешков на дистальной стороне зерна, почкообразная форма воздушных мешков; нарушения симметрии п.з. и др. Количество таких зерен от общего числа зерен группы в образцах составляет 20-40% для *Pinus* sp. и 20-30% для *Picea* sp.

Среди покрытосеменных во всех образцах доминирует пыльца березы – *Betula* sp. (около 30%) и ольхи – *Alnus* sp. (до 11%). Пыльца ив – *Salix* sp. – зафиксирована почти во всех образцах, но в меньшем количестве. В строении пыльцевых зерен выявлены следующие патологии: искривление мезокольпиев, изменение толщины (утолщение, истончение) экзины, нарушения в строении апертур. Кроме того, зарегистрированы единичные нераспавшиеся диады, триады и полиады зерен (*Betula* sp., сем. *Betulaceae* gen. indet.).

Количество пыльцы травянистых растений значительно во всех образцах (20-35%), господствуют представители сем. *Poaceae* gen. indet., *Cyperaceae* gen. indet. (до 67% и 49% среди травянистых соответственно). Пыльцевые зерна сем. *Asteraceae* (в том числе *Artemisia* sp.), *Rosaceae* gen. indet., *Ranunculaceae* gen. indet. содержатся в меньшем количестве. Единично в спектрах встречается пыльца многих представителей травянистых растений: *Brassicaceae* gen. indet., *Chenopodiaceae* gen. indet., *Fabaceae* gen. indet., *Ericaceae* gen. indet., *Caryophyllaceae* gen. indet., *Rubiaceae* gen. indet., *Polygonaceae* gen. indet., которые характерны для местной флоры. В пределах перечисленных таксонов также отмечены отклонения в строении пыльцевых зерен: нарушения симметрии, изменение толщины экзины (утолщение, истончение), искривление мезокольпиев. Кроме того, зафиксирована одна диада пыльцевых зерен сем. *Poaceae* gen. indet.

Содержание споровых не превышает 17%. Преобладают споры рода *Sphagnum* sp. (25-47%), сем. *Polypodiaceae* gen. indet. (20-63%). В малом количестве, но регулярно фиксируются споры *Lycopodium* sp., сем. *Ophioglossaceae* gen. indet., *Selaginellaceae* gen. indet., *Pteridium* sp. Споры в качестве индикатора качества окружающей среды нами не рассматривались.

В целом, содержание тератоморфных пыльцевых зерен достаточно высоко среди древесных (19-32%), ниже среди травянистых (8-21%), единично среди споровых (0-9%). Общий процент патологий в образцах варьирует в пределах от 18 до 22%. Разнообразием тератоморфных пыльцевых зерен отличаются представители древесно-кустарниковой и травянистой групп. Максимальное количество тератоморфных зерен древесных пород зафиксировано в образце, отобранном в 150 м от скважины, минимальное

– в образце, удаленном от скважины на 800 м. Это касается как общего процентного количества тератоморф древесной группы, так и процента патологии наиболее многочисленно представленных таксонов (*Pinus* sp., *Betula* sp., *Picea* sp.). Стоит отметить, что максимальное количество морфологически измененных пыльцевых зерен травянистых растений зафиксировано в образце, отобранном в 800 м от скважины. Это отчасти можно объяснить высокой насыщенностью данного образца пыльцевыми зернами травянистой группы по сравнению с другими (284 пыльцевых зерна=53%).

Большинство выявленных нарушений (особенно, такие как редукция мешков или тела у голосеменных, сильное искривление мезокольпиумов – у покрытосеменных, изменения апертурного аппарата, изменение толщины экзины) возникают в процессе формирования и развития пыльцевого зерна и не связаны с длительным нахождением пыльцы в почве. Это означает, что в процессе формирования пыльцевого зерна растение подвергалось внешнему воздействию негативного характера, что и привело к серьезным нарушениям в его морфологии.

Предыдущие палинологические исследования и поверхностных проб и почвенной колонки, отобранных в 2004 году [3; 7] и почвенной колонки, отобранной в 2009 г. [4], на территории Кумжинского месторождения, также выявили наличие тератоморфных пыльцевых зерен. В частности, в колонке был выделен слой отложений на глубине 4-10см, где зафиксированы два максимума содержания (9% и 11% соответственно) тератоморфной пыльцы [4]. В поверхностных образцах было выявлено до 100% патологически развитых пыльцевых зерен таксонов: *Pinus* sp., *Betula* sp., *Ericaceae* gen. indet., *Rosaceae* gen. indet., *Artemisia* gen. indet. и др. В фоновых поверхностных образцах зафиксировано всего 12 пыльцевых зерен, 4 из которых – тератоморфные.

Таким образом, полученная характеристика морфологических особенностей пыльцевых зерен, выделенных из спорово-пыльцевых спектров, позволила нам выявить дестабилизацию экологической обстановки в пределах изучаемой территории, вероятнее всего, обусловленную тяжелыми последствиями аварии и ее ликвидации<sup>1</sup> на Кумжинском газоконденсатном месторождении в 80-е годы 20 века. В связи с возобновлением эксплуатации месторождения в 2010 году [6] актуальными становятся проблемы проведения мониторинга окружающей среды на данной территории, в том числе с применением метода палиноиндикации.

#### Литература

1. Дзюба О.Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб.: Недра, 2006.
2. Дзюба О.Ф. Результаты палинологического исследования разреза торфяных отложений Никольско-Лютинского болота // Тр. ВНИИ торфяной промышленности. Вып. 53.- Л., 1984, с. 10 – 16.

---

<sup>1</sup> В 1981 году на Кумжинском газоконденсатном месторождении был произведен подземный ядерный взрыв с целью ликвидации аварии, связанной с выбросом из скважины газа и конденсата на земную поверхность.

3. Дзюба О.Ф., Яшенкова Л.К., Шиманский В.К., Мовсесян А.З. Изучение пыльцы из поверхностных проб в связи с оценкой устойчивости природного комплекса северо-запада тимано-печорской нефтегазоносной провинции // Мат. 4-й Междунар. конф. «Геология в Школе и вузе: Геология и Цивилизация». СПб: Эпиграф, 2005. С.323-326.

4. Кочубей О.В. Качество пыльцы, выделенной из субфоссильных спорово-пыльцевых спектров (СПС) на территории Кумжинского месторождения // Ресурсно-геологические и методические аспекты освоения нефтегазоносных бассейнов: сб. мат. II Междунар. конф. молодых ученых и специалистов. – СПб.: ВНИГРИ, 2011. – С. 299-308.

5. Подойницына С.В. Первые результаты палиноэкологического обследования территории Невской станции подземного хранения газа (НСПХГ) // Ресурсно-геологические и методические аспекты освоения нефтегазоносных бассейнов. Сб. матер. II Междунар. конф. молодых ученых и специалистов. – СПб.: ВНИГРИ, 2011. – С. 308-314.

6. Проблемный актив? Как посмотреть... // «Нефть и капитал». СПб.: Издательский Дом «Нефть и Капитал», 2007. №12. С. 38-40.

7. Dzyuba O.F. Pollen from Surface Samples as an Environmental Indicator // Paleontological Journal. 2006. Vol. 40. Suppl 5. pp. S.584 - 589.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕСУРСНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОЗЁРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САПРОПЕЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ РОССИИ**

*Г.Л. Макаренко, ТвГТУ, г. Тверь*

Исторические особенности освоения территорий определили структуру и современное состояние ресурсного потенциала территорий. Озёрные месторождения сапропеля на территории РФ являются неотъемлемой материальной составной частью жизнеобеспечения людей и системы использования того или иного вида сырья по целому ряду приоритетных направлений хозяйственной, рекреационной и природоохранной деятельности. Переход к новым правовым и экономическим отношениям сопряжен с целым рядом проблем, затрагивающих интересы различных административно-территориальных субъектов Российской Федерации. Сапропель – это современные отложения пресноводных водоёмов, состоящие из органического вещества и минеральных примесей.

Исходным материалом для образования сапропеля служат планктон, макрофиты и бентос, которые, отмирая, падают на дно водоёма. Жизнь пресноводных водоёмов активизируется в теплое время года, а зимой замирает, поэтому сапропелевые отложения имеют характер годичных наслоений, которые зачастую хорошо заметны на глаз. Под влиянием сложных физических, химических и биологических процессов сапропель оказывается обогащённым, помимо органического вещества, кальцием, фосфором, железом, микроэлементами и физиологически активными веществами, то есть природа создаёт кладовую комплексных удобрений и минерально-витаминной подкормки для сельскохозяйственных животных.

Прогнозные запасы месторождений сапропеля составляют около 250 млрд куб. м. Зоной максимального сапропеленакопления является центральная зона (рис. 1). Максимальные ресурсы приходятся на Северный экономический район (рис. 2). Наиболее детально разведанным районом является Центральный экономический район (рис. 3). Таблица отображает общее распределение ресурсов и их распределение по стадиям разведки по экономическим районам РФ. Здесь же приводится ресурсно-экономическая оценка, учитывающая площадь экономического района, число жителей, плотность населения и удельный запас озёрного сапропеля. Это позволяет выявить экономически целесообразные и наиболее перспективные районы первоочередного освоения сапропелевых месторождений. Это, прежде всего, Центральный и Уральский экономические районы. Сельское хозяйство РФ характеризуется различными направлениями (овощеводство, полеводство зернового направления, животноводство, птицеводство, садоводство), где может использоваться сапропель.

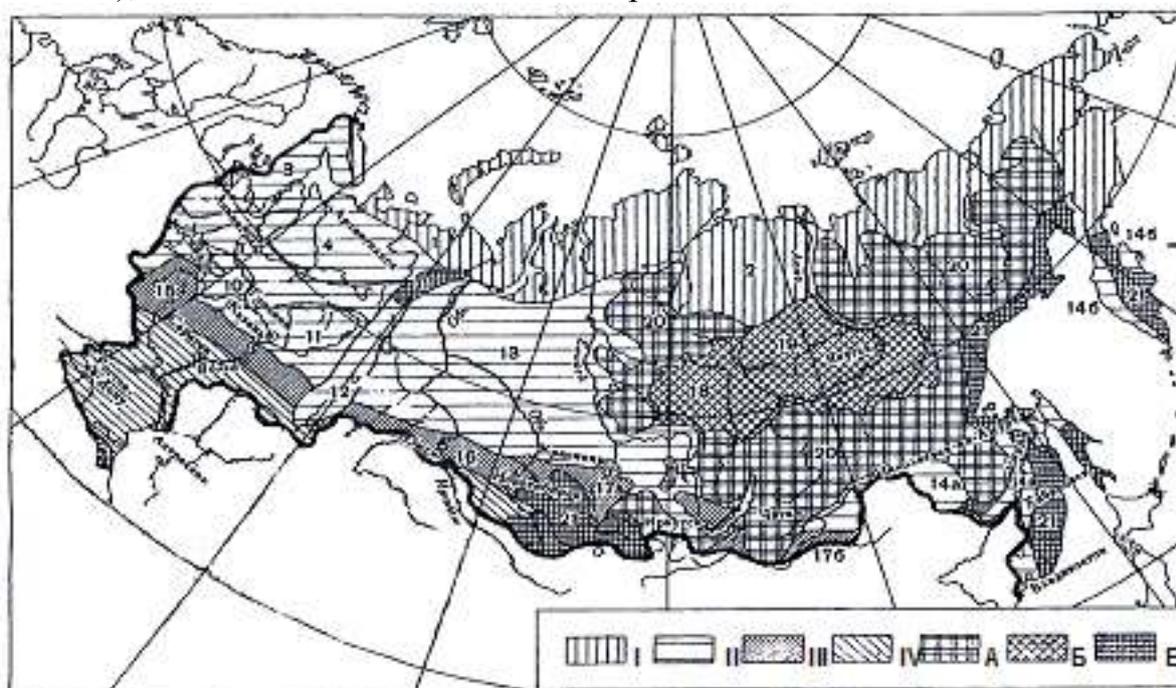


Рис. 1. Схематическая карта зональности сапропелевых отложений на территории России (А.Я. Рубинштейн, 1971)

**Зональные территории сапропеленакопления:** **I** – северная зона слабого сапропеленакопления; **II** – центральная зона интенсивного сапропеленакопления; **III** – южная зона слабого сапропеленакопления; **IV** – зона солоноватых сапропелей и минеральных грязей. **Азональные территории сапропеленакопления:** **A** – горно-мерзлотные; **Б** – равнинно-мерзлотные; **В** – горно-таежные. **Области сапропеленакопления:** 1 – Канско-Печорская; 2 – Таймыро-Чукотская; 3 – Кольско-Карельская; 4 – Двинско-Мезенская; 5 – Рижско-Ильменская; 6 – Конечно-моренная; 7 – Вторично-моренная; 10 – Волго-Мещерская; 11 – Вятско-Камская; 12 – Уральская; 13 – Западно-Сибирская; 14а – Приамурская; 14б – Камчатская; 15 – Курско-Пензенская; 16 – Барабинская; 17а – Приалтайская; 17б – Забайкальская; 18 – Средне-Сибирская; 19 – Якутско-Вилуйская; 20 – Горно-мерзлотная; 21 – Горнотаежная

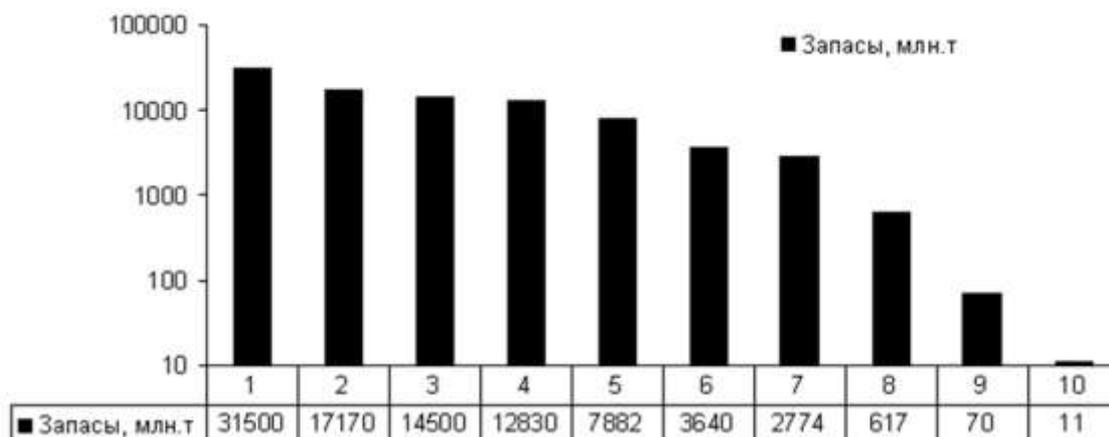


Рис. 2. Распределение общих ресурсов сапропеля  
 Экономические районы: 1 – Северный, 2 – Западно-Сибирский, 3 – Восточно-Сибирский, 4 – Дальневосточный, 5 – Уральский, 6 – Северо-Западный, 7 – Центральный, 8 – Волго-Вятский, 9 – Калининградский, 10 – Поволжский

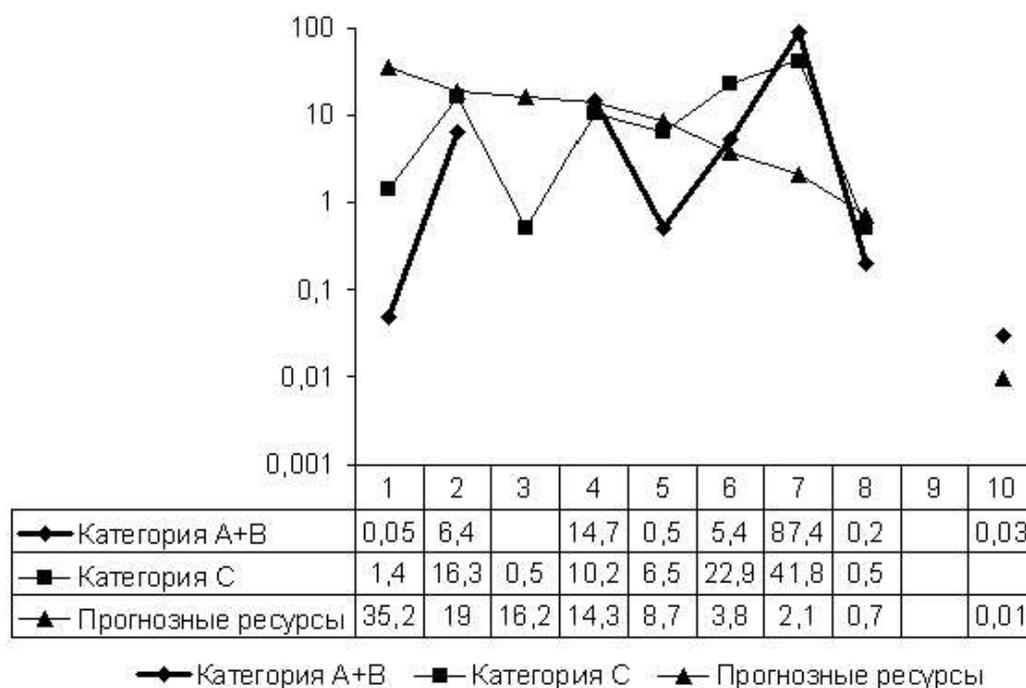


Рис. 3. Предварительно относительно оценённые и разведанные запасы сапропеля по экономическим районам РФ

Важную роль в поднятии урожайности сельскохозяйственных культур играют органические удобрения, которые не только содержат необходимые для питания растений вещества, но и улучшают физико-химические и биологические свойства почв. Это будет способствовать повышению культуры земледелия, в особенности на территориях распространения плохосеющих, кислых и отличающихся низким естественным плодородием почв. В качестве удобрения сапропель может применяться также и в виде различных компостов. Эффективно использование сапропеля в качестве минерально-витаминной подкормки в животноводстве и птицеводстве.

Табл. 1. Ресурсная характеристика озёрных месторождений сапропеля экономических районов России

№ района	Общие ресурсы сапропеля, млн. т	По категориям, млн. т			Ресурсно-экономическая оценка			
		597,5	860,2	89542,3	Площадь района, км <sup>2</sup>	Число жителей, млн. чел.	Плотность населения, ч/км <sup>2</sup>	Удельный запас, т/га
		A+B,%	C,%	P,%				
1	31500	0,05	1,4	35,2	1466300	4,7	3,2	214,8
2	17170	6,4	16,3	19,0	2427000	16,7	6,9	70,6
3	14500	-	0,5	16,2	4123000	8,9	2,2	35,2
4	12830	14,7	10,2	14,3	6216000	7,1	1,1	20,6
5	7882	0,5	6,5	8,7	824000	20,2	24,5	94,9
6	3640	5,4	22,9	3,8	210800	8,5	40,3	172,7
7	2774	87,4	41,8	2,1	483000	29	60,0	57,4
8	617	0,2	0,5	0,7	265000	8,2	30,9	23,3
9	70	-	-	-	930000	-	61,7	0,8
10	11	0,03	-	0,01	536000	16,7	31,2	0,2

Представленные материалы отражают закономерности ресурсного размещения и современного состояния озёрных месторождений сапропеля на территории РФ с целью сознательного использования и преобразования в процессе жизнеобеспечения и хозяйственной деятельности, в природоохранном обустройстве территорий. Все это предопределяет возможность их сбалансированного использования в составе экономических районов России.

#### Литература

1. Рубинштейн А.Я. Инженерно-геологические особенности сапропелевых отложений. – М.: Наука, 1971. – 151 с.

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ДОЛИНЕ РЕКИ ВОЛГА НА ТЕРРИТОРИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Л. Макаренко, С.В. Рудя, ТвГТУ, г. Тверь

Геолого-географическое исследование торфяных месторождений в части бассейна верхней Волги проводится по трем физико-географическим провинциям на территории Тверской области (Валдайской, Смоленско-Московской и Верхневолжской). Следует отметить, что Валдайская провинция имеет молодой возраст речной сети (в основном четвертый порядковый уровень, частично пятый), а Смоленско-Московская и Верхневолжская более древний (шестой и седьмой порядковые уровни) (рис. 1-5) [1-5].

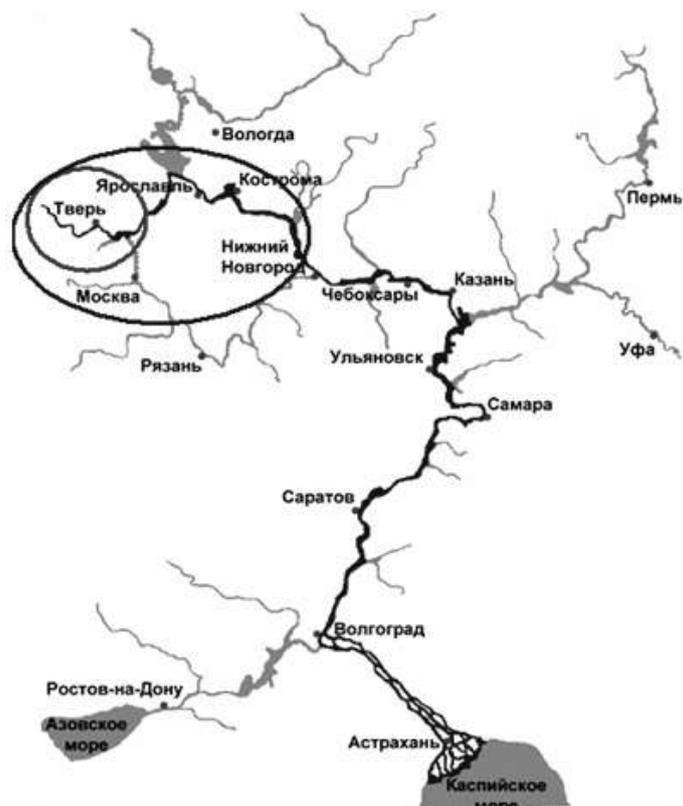


Рис. 1. Местоположение Тверской области в верхнем течении р. Волга



Рис. 2. Торфяные месторождения в составе физико-географических провинций

Территория *Валдайской провинции* характеризуется широким развитием сильно расчлененного ледниково-аккумулятивного рельефа, местами вознесенного на достаточно большую высоту. Обширные территории занимают волнистые зандровые и плоские озерно-ледниковые равнины, которые, как правило, сильно заболочены. Граница Валдайской провинции совпадает с линией максимального продвижения Валдайского ледника. *Смоленско-Московская* провинция отличается сравнительно большой абсолютной высотой в диапазоне 200-350 м и близким к поверхности залеганием известняков палеозоя. В провинции преобладают сглаженные увалистые моренные и морено-эрозионные равнины. Четвертичные отложения с поверхности почти везде представлены покровными суглинками. В *Верх-*

неволжской провинции преобладают холмистые и полого-увалистые вторичные моренные равнины с абсолютными высотами 150-180 м, поверхность которых осложнена конечно-моренными грядами. Вследствие небольших уклонов современное эрозионное расчленение территории весьма слабое, что приводит к сильному заболачиванию отдельных частей провинции. Материнские породы представлены главным образом валунными моренными суглинками, а на востоке – покровными суглинками. Провинция имеет довольно густую гидрографическую сеть, однако русла большей части незначительных речек врезаны неглубоко. Поэтому гидрографическая сеть оказывает очень слабое дренирующее действие и не может предотвратить заболачивание всей территории в целом [1].

Средняя пнистость залежей в целом испытывает тенденцию к последовательному уменьшению от истока к пойме. При этом пнистость надпойменных террас и пойм укладывается в минимальные значения до 1,0 %, что указывает на возможность их использования в сельском хозяйстве.



Рис. 3. Фрагмент карты физико-географических провинций и районов Тверской области вдоль долины р. Волги [по А.А. Дорофееву; География..., 1992]

**Физико-географические провинции и районы:** Валдайская: 5 – Селигерский, 7 – Охватский; Смоленско-Московская: 12 – Тудовский, 13 – Ржевско-Старицкое Поволжье, Верхневолжская: 20 – Кашинский, 21 – Приволжско-Оришинский 22 – Тьмакский, 23 – Нерльский

Что касается распределения типов строения залежей торфяных месторождений, то здесь выявляется ряд закономерностей: последовательно по Валдайской и Смоленско-Московской физико-географическими провинциями по долине р. Волга наблюдается общее численное снижение типов строения залежей; то же самое наблюдается и в Верхневолжской физико-географической провинции; при этом во всех случаях (по каждому из административных районов) наблюдается четкая закономерность последовательного численного увеличения типов строения залежей от смешанного к переходному, верховому, низинному (рис. 7).

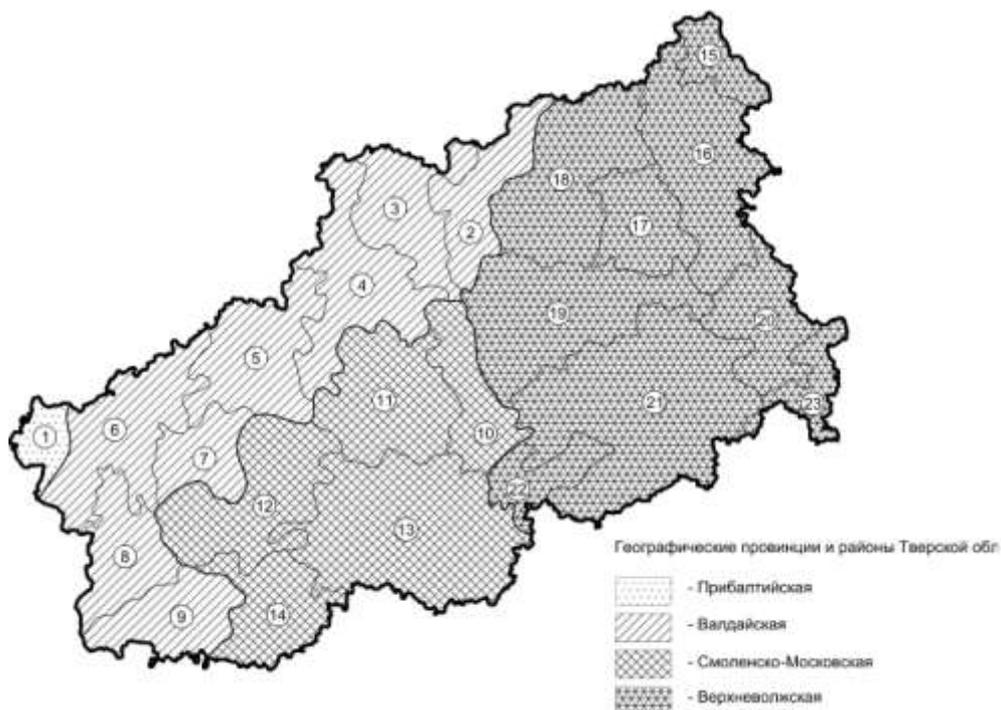


Рис. 4. Карта физико-географических провинций Тверской области [по А.А. Дорофееву; География..., 1992]. **Физико-географические районы:** 1 – Ловатский, 2 – Леснинско-Удомельский, 3 – Верхне-Мстинский, 4 – Шлино-Цнинский, 5 – Селигерский, 6 – Шейно-Бологовский, 7 – Охватский, 8 – Торopo-Западнодвинский, 9 – Среднемежский, 10 – Тверецкий, 11 – Осуго-Поведский, 12 – Тудовский, 13 – Ржевско-Старицкое Поволжье, 14 – Обшинский, 15 – Молого-Шекснинский, 16 – Восточно-Калининский, 17 – Верхне-Моложский, 18 – Средне-Моложский, 19 – Верхне-Медведицкий, 20 – Кашинский, 21 – Приволжско-Оришинский

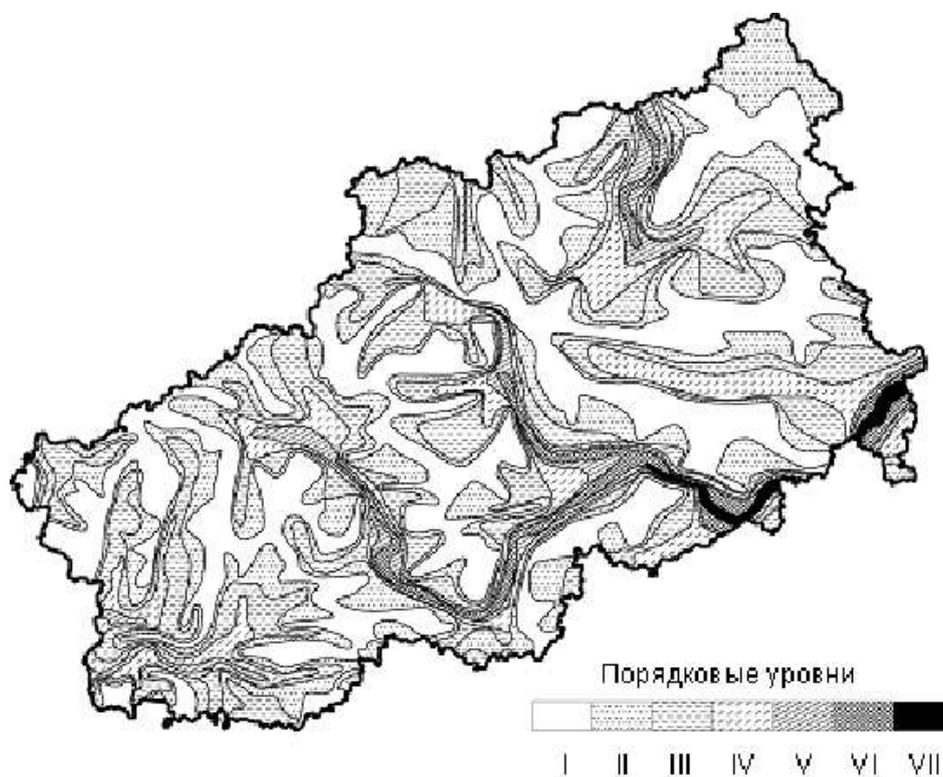


Рис. 5. Карта порядковых уровней Тверской области [1]

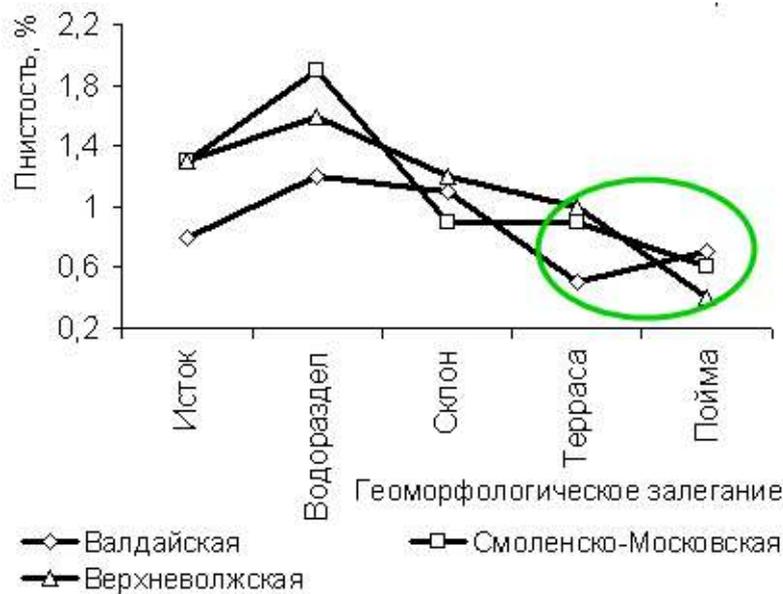


Рис. 6. Геоморфологическое распределение средних значений пнистости торфяных залежей по физико-географическим провинциям в долине р. Волга на территории Тверской области

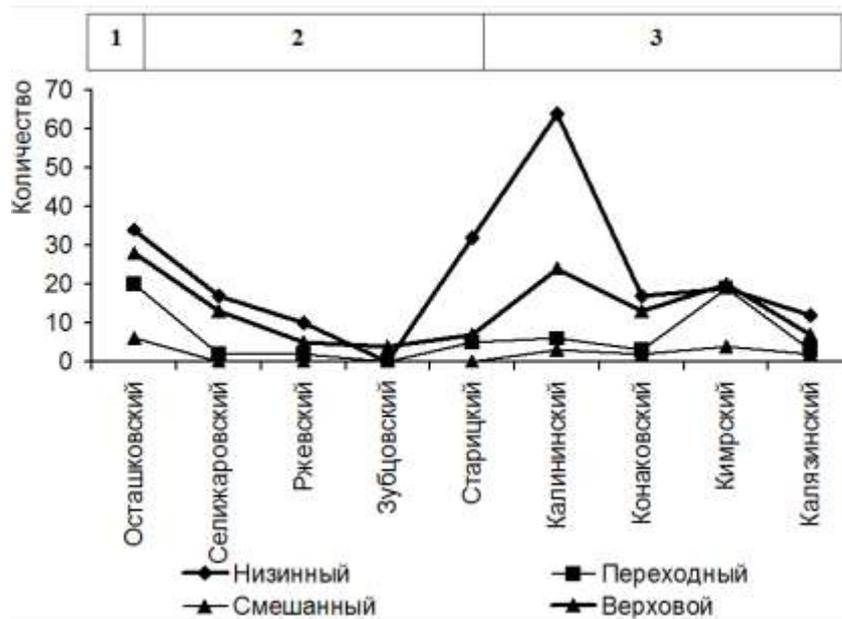


Рис. 7. Распределение типов строения залежей торфяных месторождений по физико-географическим провинциям в долине р. Волга. **Провинции:** 1 – Валдайская, 2 – Смоленско-Московская, 3 – Верхневолжская

Выявлена закономерность изменения запасов торфа в зависимости от площади промзалежи, что позволяет через эту взаимосвязь по площади промзалежи прогнозно оценивать запасы (рис. 8).

Таким образом, ландшафтный метод учитывает все многообразие природных факторов, границы которых стабильны и меняются в рамках геологического времени. Сходные (однотипные или одновидовые) ландшафты обладают близкими условиями жизни и хозяйственной деятельности людей, аналогичным ресурсным потенциалом и требуют однотипных мероприятий по охране и рациональному использованию торфяных месторождений.

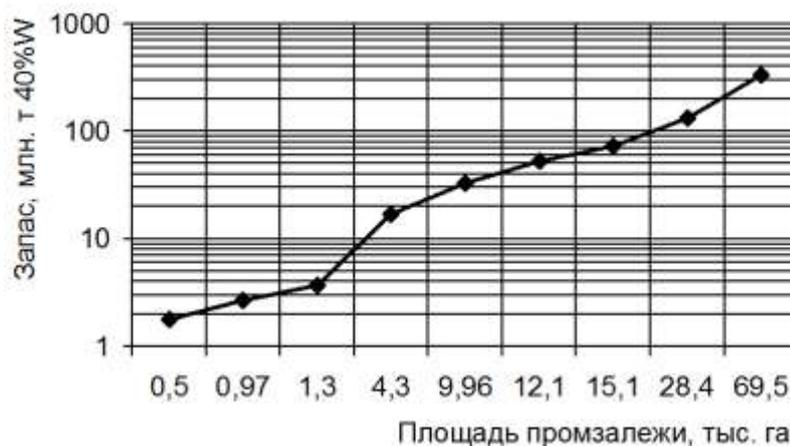


Рис. 8. Изменение запасов торфяных месторождений в зависимости от площади промышленной залежи

#### Литература

1. Дорофеев А.А. География Тверской области / А.А. Дорофеев, А.А. Ткаченко, А.С. Щукина [и др.]. – Тверь: ТГУ, 1992. – 289 с.

2. Макаренко Г.Л. Оценка ресурсного потенциала природных объектов (на примере Тверской области): Учебное пособие. – Тверь: ТГТУ, 2004. – 148 с.

3. Макаренко Г.Л. Геолого-географические закономерности территориального размещения ископаемой ресурсной составляющей торфяных месторождений / Г.Л. Макаренко // Сб. научных трудов VII Международной конф. «Геология в школе и в вузе: Геология и цивилизация». – СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 2011. – Том I. – С. 76 – 81.

4. Makarenko G.L. About the Geological Nature of Peat Bog. / Makarenko G.L. // – 2nd International Conference on European Science and Technology. – May 9th to May 10th Wiesbaden, Germany, 2012 P. 148 – 155.

5. Makarenko G.L. About the geological nature peat deposits of forest area Russia. / Makarenko G.L. // – 2nd International scientific conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches». – 18-19th February 2013 Stuttgart, Germany, 2013 P. 44 – 47.

## АГРО-ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВАЛДАЙСКОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Л. Макаренко, ТвГТУ, г. Тверь, [mgl777@mail.ru](mailto:mgl777@mail.ru)

Применение торфа и сапропеля в новых, особенно нетрадиционных направлениях практического применения диктует повышенное внимание к изучению природных условий образования и особенностей их территориального размещения.

В Тверской области сосредоточено более 50% торфяных ресурсов Центра России, а это огромная цифра – 2182 млн. тонн. Это ценнейшие сырьевые ресурсы, обращение с которыми во многих странах мира является важнейшим приоритетом экономического развития. Прогнозные запасы

сапропеля в озерах оцениваются величиной порядка 4 млрд. куб. м. Сопутствующий торфу озерный сапропель – ценное органоминеральное сырье, но его добыча трудоемка. Основным направлением использования торфа и сапропеля является удовлетворение нужд агропроизводства, что позволяет эксплуатировать даже относительно небольшие по запасам месторождения.

Однако, несмотря на имеющийся отечественный и зарубежный опыт и кажущуюся практическую востребованность направленного и широкого использования торфа и озерный сапропеля на территории Тверской области, да и в целом по России, пока не наблюдается, что вызвано рядом причин экономического и организационного характера. Основная особенность заключается в отсутствии глубоких теоретических знаний по их освоению и использованию, в недооценке экологических аспектов взаимодействия производства и окружающей среды.

Целью данного исследования является разработка ландшафтного метода по районированию ресурсной составляющей ископаемой составляющей аквальных и болотных ландшафтов в рамках природных границ, как одного из элементов в составе природно-территориальных комплексов в виде биогеоценологических систем.

*Граница Валдайской физико-географической провинции* на территории Тверской области совпадает с линией максимального продвижения Валдайского ледника. Территория провинции характеризуется широким развитием сильно расчлененного ледниково-аккумулятивного рельефа, местами вознесенного на достаточно большую высоту. Обширные территории занимают волнистые зандровые и плоские озерно-ледниковые поверхности. Основной особенностью этих районов является высокая концентрация запасов торфа, преимущественно верхового типа часто с мощными залежами торфяных отложений малой степени разложения, и озерного сапропеля (рис. 1, 2).

В табл. 1 и на рис. 3 приведены природные свойства и дана ресурсная характеристика озёрных сапропелей по отношению к степени дренируемости территории. При этом наблюдается закономерное возрастание зольности, оксида железа и кислотности сапропелей в направлении от дренируемых ландшафтов к недренируемым, что позволяет дать прогнозную оценку основных направлений практического использования в сельскохозяйственном производстве. При этом устанавливается определенная взаимосвязь удельных запасов сапропеля с озерностью, при которой обнаруживается прямая статистическая связь.

В табл. 2 для территории Валдайской физико-географической провинции приведены диапазоны изменения и средние значения удельных запасов и заболоченности естественных торфяных месторождений, диапазоны изменения и средние значения удельных запасов и заторфованности выработанных торфяников, позволившие прогнозную оценить состояние торфяных ресурсов. Установлена взаимосвязь естественных удельных запасов

торфа с заболоченностью на территории, что дает возможность по заболоченности оценивать удельные запасы (рис. 4).



Рис. 1. Физико-географические районы Валдайской провинции Тверской области. 1 – Ловатский, 2 – Леснинско-Удомельский, 3 – Верхне-Мстинский, 4 – Шлино-Цнинский, 5 – Селигерский, 6 – Шейно-Бологовский, 7 – Охватский, 8 – Торопо-Западнодвинский, 9 – Среднемежский [А.А. Дорофеев, 1992]

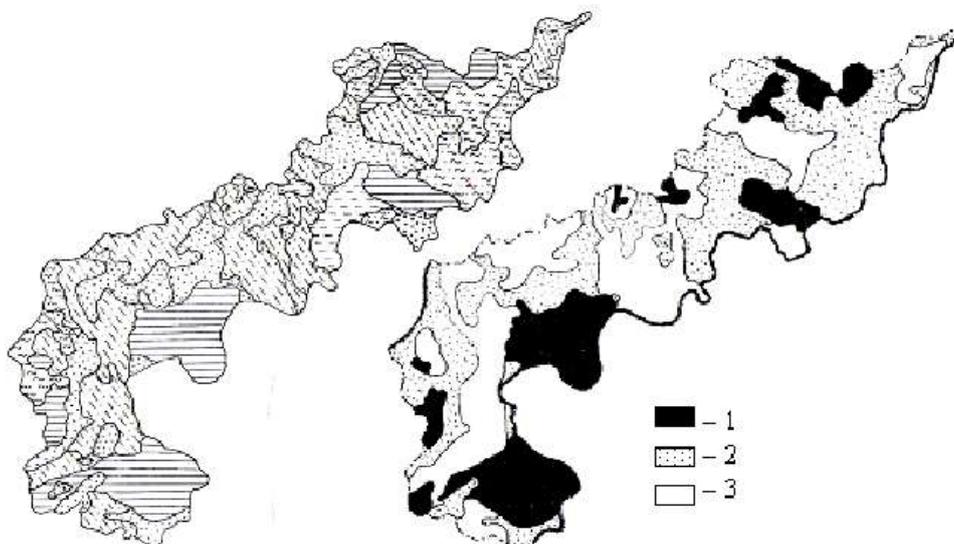


Рис. 2. Ландшафтная карта и карта степени дренируемости территории Валдайской провинции Тверской области [по А.А. Дорофееву, 1992]; 1 – недренируемая (НД), 2 – замедленно дренируемая (ЗД), 3 – дренируемая (НД)

Средняя пнистость залежей торфа в целом испытывает тенденцию к последовательному уменьшению от истока к пойме. При этом пнистость надпойменных террас и пойм укладывается в минимальные значения до 1,0 %, что указывает на перспективную возможность их использования в качестве органических удобрений (рис. 5).

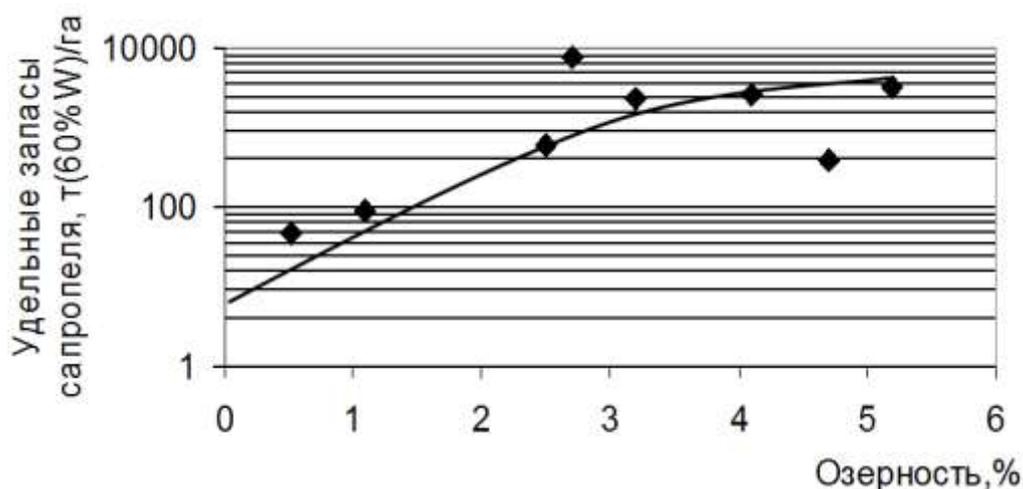


Рис. 3. Взаимосвязь удельных запасов сапропеля с озёрностью на территории Валдайской физико-географической провинции Тверской области

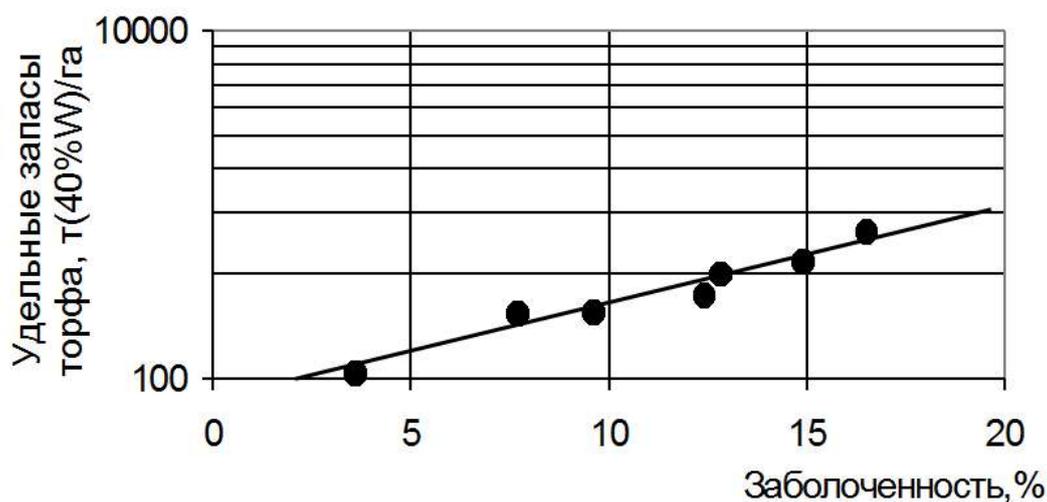


Рис. 4. Взаимосвязь естественных удельных запасов торфа с заболоченностью на территории Валдайской физико-географической провинции Тверской области

В табл. 3 приведены агро-природно-ресурсные показатели и их численная характеристика, позволяющие прогнозно оценить отношение общих запасов торфа к посевным площадям.

Таким образом, вопросы рационального природопользования по улучшению почвенного плодородия посевных площадей на территории Валдайской физико-географической провинции Тверской области позволят кардинальным образом обосновать пути рекультивации и благоприятный режим использования торфяных месторождений и озерных месторождений сапропеля в агропроизводственном комплексе с учетом природоохранной деятельности, делая более привлекательным агробизнес и устойчивое развитие регионов.

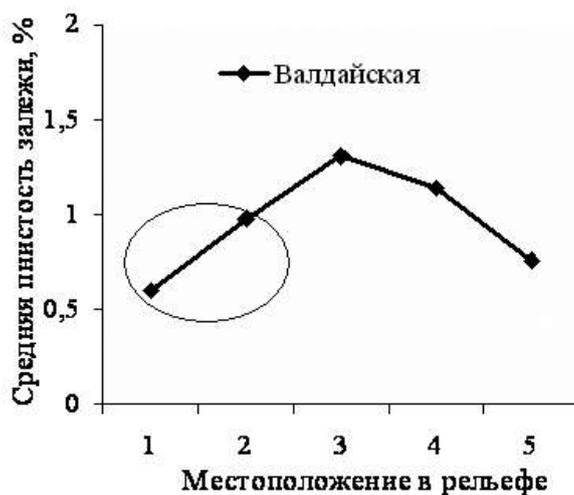
Табл. 1. Осреднённая поландшафтная характеристика природных свойств и ресурсных характеристик озёрных сапропелей по отношению к степени дренируемости территории Валдайской физико-географической провинции Тверской области (объем выборки 39)

Степень дренируемости территории, № ландшафта	Природные свойства					Ресурсная характеристика	
	CaO, %	A <sup>D</sup> , %	W, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	pH <sub>c</sub>	Озёрность, %	Удельный запас, т/га
Д; (2, 3)	2,01	50,2	85,8	3,3	4,9	2,86	1654,9
ЗД; (4,5,7,8)	3,37	54,3	79,4	4,6	6,2	3,28	2684,5
НД; (6)	2,35	61,0		4,87	6,6	3,69	2716,2

Табл. 2. Осреднённая ресурсная характеристика естественных и выработанных торфяных месторождений Валдайской физико-географической провинции Тверской области

Диапазон изменения и среднее значение показателей			
Естественные торфяные месторождения *		Выработанные торфяники	
Заболоченность, %	Удельный запас торфа, т/га	Заторфованность, %	Удельный запас торфяной почвы, м <sup>3</sup> /га
<u>5,0 – 18,3</u>	<u>154,8 – 484,7</u>	<u>0,01 – 0,59</u>	<u>0,29 – 17,63</u>
12,5	368,9	0,17	5,06

\*Объем выборки – 583



Диапазон изменения и среднее значение пнистости залежей торфяных месторождений по условиям геоморфологического залегания				
1	2	3	4	5
Пойма	Надпойменная терраса	Склон	Водораздел	Исток
<u>0,1 – 2,5</u>	<u>0,5 – 2,7</u>	<u>0,1 – 4,3</u>	<u>0,15 – 2,7</u>	<u>0,1 – 1,5</u>
0,60	0,98	1,31	1,14	0,76

Рис. 5. Оценка изменения пнистости залежей торфяных месторождений по элементам речной долины на территории Валдайской физико-географической провинции Тверской области

Табл. 3. Агро-природно-ресурсные показатели Валдайской физико-географической провинции Тверской области

Виды показателей	Численная характеристика
Посевные площади в хозяйствах всех категорий (в с/х организациях, в фермерских хозяйствах, в хозяйствах населения), га	129034
Площадь выработанных торфяников, га	2714
<b>Общий запас природных ресурсов</b>	
Естественный торфа в целом (объем выборки 681), млн т	836,6
в том числе: малой степени разложения, млн т	64,61
Выработанные торфяники запас придонного слоя торфа (при средней мощности 0,3 м), м <sup>3</sup>	81420
Естественный сапропеля, тыс. м <sup>3</sup>	97574

#### Литература

1. Дорофеев А.А. География Тверской области / А.А. Дорофеев, А.А. Ткаченко, А.С. Щукина [и др.]. – Тверь: ТГУ, 1992. – 289 с.
2. Макаренко, Г.Л. Оценка ресурсного потенциала природных объектов (на примере Тверской области) / Г.Л. Макаренко // Учебное пособие. – Тверь: ТГТУ, 2004. – 148 с.

## ЗМЕИНОГОРСКИЙ РУДНИК – КЛЮЧ К РУДНОМУ АЛТАЮ

*В.И. Старостин, МГУ им. М.В. Ломоносова*

*Ю.М. Баженов, Научно-образовательный фонд им. акад. В.И. Смирнова  
г. Москва*

Рудный Алтай – особая геолого-географическая зона, в которую входят западные предгорья Алтайской горной системы, а также Верхнее Прииртышье. Впервые такие понятия, как «Рудный Алтай», «Горный Алтай», «Монгольский Алтай» были введены в научный оборот геологом Б. К. Катульским в 1916-1917 гг.

Освоение природных богатств Рудного Алтая началось в глубокой древности. Его территория уже с VII в. до н.э. являлась составной частью скифо-сибирского культурно-исторического единства. Археологи выделяют т.н. Большереченскую культуру VII-I вв. до н.э., которая характеризуется изделиями из бронзы, железа, драгоценных металлов [1].

Первые сведения об археологических памятниках Рудного Алтая, появляются в рассказе новгородского торговца «О человецах неизвестных на

Восточной стране и языцах разных», относящемуся к XVI в. Как считал Д.Н. Анучин, речь здесь идет о конкретных древних выработках на золото и медь в районе Колыванского озера. Тогда же, до Москвы доходит информация об остатках древнего горно-металлургического производства на Рудном Алтае и о народе «чудь», жившем по Оби и Иртышу, она содержится, в частности, в записках русских послов в Китай Федора Байкова (1654-1658 гг.) и Н.Г. Спафария (1675 г.). Позднее была выдвинута гипотеза, поддержанная затем крупными учеными XIX в., такими как А. Гумбольдт, Г.Е. Щуровский, П.А. Чихачев и другими, о том, что именно на Алтае находился источник золота причерноморских скифов, изделия из которого были хорошо известны в Европе.

Считается, что первооткрывателями рудного Алтая был древний народ, который в России назывался «чудь». О нем ходило много легенд и мифов, в частности, о том, что с появлением на Алтае русских переселенцев, поданных «белого царя», «чудь» ушла под землю, в скрытые в недрах Алтайских гор копи и рудники.

Так или иначе, но первая шахта Змеиногорского месторождения – Комисская была пройдена по «старой чудской копи». Г.М. Реновац в книге «Минералогическое путешествие по Алтайским горам», увидевшей свет в 1788 г., так описывал древнейшие разработки на Алтае: «Хотя эти трудолюбивые первобытные народы и не могли работать на большой глубине, они все же ставили крепи, так что в верхних слоях Змеевой горы обнаруживаются эти крепления, покрытые медной зеленью, а также тонкими отложениями самородного серебра и золота, как будто покрытые инеем» [6].

В новое время, руды на Алтае открыл крестьянин-рудознатец Степан Костылев из ишимской деревни Костылевой. П.-С. Паллас в своей книге приводит отрывок из его донесения, датированного 1719 г.: «Обыскал я, нижайший <...> выше Томска по Обе и по Алею рекам в Алейских горах в шести местах медные руды» [4].

Пётр I серьёзным образом отнесся к организации горнорудного дела на Алтае. К новому предприятию он решил привлечь Уральских горнопромышленников Демидовых, повелевая им «прииску медных и других руд иметь охоту». 19 января 1726 г. Акинфий Демидов подает в Берг-Коллегию прошение на разрешение открывать новые рудники и строить медеплавильные заводы на Алтае. 16 февраля и 31 марта этого же года соответствующие разрешения были получены. Этим официально было положено начало интенсивного освоения недр Алтая.

В начале XVIII в. эти края стали прибежищем старообрядцев, которые бежали в эти края из центральных областей России от преследований, а также в поисках легендарной страны Беловодье, которая по преданию находилась именно на Алтае. Их здесь называли «стариками», не из-за возраста, а по приверженности их «старой» вере.

Для разведки руд, А.Н. Демидов, обратился именно к «старикам»: «В 725 году посланы от меня нижайшого «Олонецкие старики», а как их зовут не упомню, для сыскания медных руд в Томский и Кузнецкий уезды, и чрез их старание сысканы в тамошних местах богатые медные руды, которые в том же году объявлены от меня в Сибирском Обер-Берг-Амте <...>, а в 726 году дан мне от Берг-Коллегии прочтеный указ о постройке при тех рудах заводов, которые и построены и названы Колыванскими; а за прииск помянутых руд те «Олонецкие старики» денег с меня не взяли, а вместо того за их труды отдал я им, старикам, при Сибирских моих заводах медный колокол по более тридцати пуд, а прямого весу не упомню».

Первоначально добыча руды осуществлялась открытым способом. На местах прежних «чудских» выработок, расчищались площадки, называемые здесь «разносами», на них разводили большие костры, нагревали породу до высокой температуры, а потом заливали водой. Эту операцию повторяли до тех пор, пока камни не начинали трескаться и разрушаться. После этого отделяли руду от пустой породы. На вершине г. Змеиной был заложен разнос Полуденный, на северо-западном склоне разносы Новониколаевский и Большой. Впоследствии, с Комисского разноса были пройдены шахты Комисская, Новокомисская, Алексеевская, Петровская. С Большого разноса были пройдены шахты Екатерининская, Преображенская, Вознесенская, Полуденная. Для определения простирания рудного тела, пройдены шахты Филипповская, Григорьевская, Батарейная, Северная, Васильевская. Через каждые 7, максимум 12 саженей глубины между шахтами прокладывался горизонт или этаж. В 1748 г. к реке Змеевке проложена первая штольня под названием Луговая. Вскоре, параллельно Луговой, пройдена штольня Проходная. Самая большая штольня – Крестительская длиной 585 саженей была заложена в 1754 г. Функциональное назначение штолен состояло в спуске по ним воды, транспортировке на тачках руд, проходе людей и т.д. Вентиляция осуществлялась через стволы шахт и специально пробиваемые отверстия – лихтлоги. Как правило, горным выработкам давали религиозные названия – Благовещенская, Архангельская, Рождественская, Святого Николая Чудотворца и т.п. К 1753 г. на руднике уже действовало 9 шахт [3].

Одновременно с подземной структурой складывается и наземная инфраструктура обслуживания рудника: были построены кузница, слесарная мастерская, рудоразборные помещения, пробирная лаборатория, салотопня, плотницкая, мельница, пожарная часть, лесопилка, возводятся казенные и частные дома и т.д. Так начинает формироваться исторический облик города Змеиногорска. К 1753 г. здесь насчитывалось 82 дома. Тогда же на Монетный двор в Петербург с обозом было отправлено 23 фунта 23 золотника золота. Серебро шло в основном на заводы в Колывань и Барнаул [3].

Если 1750 году здесь было получено 3 т серебра и 72,7 кг золота, то 1775 году уже соответственно 16,3 т и 640 кг, а в 1800 году – 17 т и 324 кг.

Всего, за период с 1745 по 1800 г. на медеплавильных заводах Алтая было получено более 3 т золота, что превосходит добычу этого металла во всех остальных золотоносных районах России вместе взятых [2].

Поначалу, практически все работы на рудники велись вручную. Лишь в 1752 г. были установлены ворота на конной тяге. А еще раньше, летом 1750 г. в Змеиногорске побывал известный механик и изобретатель И.И. Ползунов. В 1753-1754 гг. им здесь была создана первая в России деривационная установка для откачки воды из шахт. Кроме того, он составил чертежи подземных выработок и наземных сооружений, а также построил «пильную мельницу» – водяное колесо, которое при помощи сложной системы передач приводило в действие механическую пилу.

В 1781 году управляющим Змеиногорским рудником был назначен известный ученый и инженер-механик К.Д. Фролов. К его несомненным заслугам относится кардинальная модернизация гидротехнической системы. Для приведения в ее действие, на реке Змеевке в 1786 г. была построена плотина, которая создавала перепад высот, необходимый для движения воды. Длина ее 128 метров, ширина у основания – 96 метров, ширина верхнего основания – 21 м, высота плотины – 23,5 метра. Сооружение хорошо сохранилось. Оно перегораживает глубокий и широкий лог, по которому текла р. Змеевка, примыкает к каменистым холмам, возвышающимся над гребнем плотины на 4,5 м [5].

Очередной подъем производства на Змеиногорском руднике приходится на первую четверть XIX века. Работы тогда возглавлял сын К.Д. Фролова, Петр Козьмич Фролов.

В январе 1806 г. он подал рапорт на имя начальника Колывано-Вознесенских заводов В.С. Чулкова о постройке принципиально нового тогда средства сообщения – чугунорельсовой дороги между Змеиногорским рудником и сереброплавильным заводом. Строительство закончилось в 1809 году. Протяженность линии составила «1 версту 330 сажен» (2 км). Кроме того, дорогу дополняли две ветки, проложенные к ней под прямым углом вдоль течения р. Карболихи. Верхнее строение пути было устроено следующим образом: через каждые 3 м на всем протяжении были вбиты 2 ряда свай, на которые укреплялись поперечнины, поддерживающие 2 ряда деревянных брусьев, на которых, в свою очередь, были укреплены чугунные рельсы (грифы). Каждый рельс был эллиптической формы, длиной 1360 и высотой 76 мм. Соответственно, колеса вагонеток были вогнутыми. Движение вагонеток осуществлялось конной тягой. Работала дорога вплоть до конца XIX века, Она была первой железной дорогой в России и одной из первых в мире. Кроме того, были впервые построены искусственные сооружения – насыпь, виадук, а также железнодорожный мост через р. Карболиху, установленный на 20 каменных столбах.

Рудник также продолжал развиваться. К концу первой четверти XIX в. глубина проходки составила более 200 метров. Т.е. фактически, под землей

был построен десятиэтажный город, по форме представлявший собой опрокинутую пирамиду [3].

Ко второй половине XIX в. добыча начала снижаться, и в 1871 году совсем прекращается. Всего здесь было добыто более 860 т (54000 пудов) серебра, т.е. около половины всего серебра, добываемого на Алтае. В т.ч. до 1835 г. извлечено более 600 т серебра и ок. 280 т золота. В 1894 г. Змеиногорский завод был закрыт. В 1903 г. рудник был сдан в концессию австрийской компании «Турн и Таксис», а в 1914 г. – английскому акционерному обществу. После революции 1917 г. действие всех концессий было прекращено. В 1935 г. была предпринята попытка возобновить работу и с 1941 г. велась разработка золота силами старательской артели. Окончательно рудник затоплен в 1997 г.

#### *Литература*

1. *Алехин Ю.П. Лесостепной и Рудный Алтай в скифскую эпоху.* <http://zmeinogorsk.ru/altai/5.shtml>.
2. *Марфуни А.С. История золота. М.: Наука, 1987. – 246 с.*
3. *Моисеев В.А. Змеиногорский рудник во второй половине XVIII века.* <http://www.zmeinogorsk.ru/altai/3.shtml>.
4. *Паллас П.-С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. Ч. 1. 1768-1769. СПб.: Имп. Акад. наук, 1773. – 657, 117 с.*
5. *Смирнова В.Х. «И снова гора Змеиная».* <http://zmeinogorsk.ru/altai/14.shtml>.
6. *Хомайко Л. Кто был первооткрывателем алтайских руд?* <http://altapress.ru/story/66630>.

## **ИЗ ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В XVIII ВЕКЕ**

*Н.А. Гефке, РГАДА, РУДН, г. Москва, [gefkena@yandex.ru](mailto:gefkena@yandex.ru)*

История освоения озерных месторождений минеральных солей в Западной Сибири насчитывает более четырехсот лет. Самым малоизученным периодом остается XVIII в., когда было открыто большинство источников солей и сделаны первые попытки их научного описания. Зародились в это время и основные экологические проблемы, которые остаются актуальными для современных природопользователей.

Несмотря на то, что документы XVII в. сообщают нам о находках соляных озер, все они, кроме Ямышевского, оставались безымянными. В источниках, датированных 1724 г., впервые появляются сведения о Кулундинском озере. Путь до него из ближайшего населенного пункта в Кузнецком уезде занимал около четырех дней, что теоретически позволяло местной администрации своими силами организовать солеснабжение населения<sup>1</sup>.

Краткие сведения о «Кулундинском» озере содержатся в «Описании Кузнецкого уезда...», составленном в сентябре 1734 г. участником Второй

Камчатской экспедиции Г.Ф. Миллером. Ученый описал и еще одно соляное озеро – Боровое, получившее название из-за расположения между Касмалинским и Барнаульским ленточными борами<sup>2</sup>.

В 1735 г. начальник Сибирских горных заводов В.Н. Татищев обратился к Сибирской губернской канцелярии с предложением о добыче соли на озере Эбеляй. Предприятие это не увенчалось успехом, но будущий знаменитый историк включил сведения о месторождении в «Общее географическое описание всея Сибири»<sup>3</sup>.

Бурлинское озеро, ставшее к концу столетия крупнейшим источником галита в Кулундинской степи, впервые упоминалось в документах вместе с озером Карасук в 1736 г. в связи с добычей на них воровской соли<sup>4</sup>.

С именем первого командира Сибирского военного корпуса генерал-майора Х. Киндермана связано открытие еще двух месторождений. В 1745 г. он сообщал о «довольном» количестве соли на Лебязьем озере, а в 1747 г. с его распоряжения началась добыча на Коряковском озере<sup>5</sup>.

Также в обозначенный период были получены первые сведения о месторождениях «горьких» солей. В 1727 г. Сибирская губернская канцелярия запретила жителям Кузнецкого уезда добывать соль на степных озерах, поскольку она была «горькая и в продажу негодная»<sup>6</sup>. Аналогичное объяснение было направлено в 1732 г. в Соляную контору<sup>7</sup>.

Майор С. Взимков, прибывший из Москвы в Сибирь для проверки соляной операции, в 1734 г. называл четыре озера с непригодной солью: «Беляевское [Эбеляй – Н.А.], Сорочье, Медвежье и Мендезерское»<sup>8</sup>.

Особенную «горькость» сибирской соли перед «гишпанской» отмечал в 1735 г. первый директор сибирских заводов В.Г. Геннин<sup>9</sup>.

В 1749 г. в переведенном на русский язык предисловии к «Флоре Сибирской» И.Г. Гмелина прозвучало предположение о том, что на территории Обь–Иртышского междуречья находятся месторождения сульфата натрия<sup>10</sup>. В 1770 г. академик П.С. Паллас нашел на западном берегу Ямышевского озера в небольших лужицах «настоящей Глауберовой соли хрустали». Для ученого это было неожиданностью, поскольку, в то время считалось, что сульфат натрия на поверхности земли и на берегах только «в виде пены показывается»<sup>11</sup>.

Сделанные открытия нашли практическое применение лишь в следующем XIX в., когда глауберову соль начали использовать на металлургических заводах, в стекольном, кожевенном и содовом производстве.

В XVIII в. зародились первые экологические проблемы, связанные с разработкой месторождений поваренной соли. Основным источником этого продукта до середины столетия в Западной Сибири оставалось Ямышевское озеро. Ученые, посещавшие его в 1730-е гг. отмечали высокий уровень концентрации хлорида натрия в рапе.

Так, в июле 1734 г. озеро обследовал Г.Ф. Миллер. Он составил описание, которое позднее включил в работу «Известие о песошном золоте в

Бухарии...». Ученый отмечал, что соль в озеро вносилась соляными ключами и «при умеренном исхождении паров без огня» садилась на дно в виде «толстого черепа»<sup>12</sup>. Садка происходила настолько быстро, что ее можно было наблюдать невооруженным глазом.

В.Н. Татищев отмечал, что в Ямышевском озере соли «летом такое множество бывает, что всю Сибирь можно удовольствовать»<sup>13</sup>. После выломки, запасы восстанавливались при благоприятных погодных условиях в течение семи дней.

На этом фоне контрастно звучат слова из промемории Х. Киндермана о том, что летом 1745 г. на Ямыше в привычное время соль не села, в результате ее добывали «с великим трудом»<sup>14</sup>.

Это было лишь первое предупреждение. В 50–60-х гг. XVIII в. «изобилие» соли на озере начало падать. В 1770 г. П.С. Паллас отмечал, что «ныне садится обыкновенно соленой череп не более как на три пальца, исключая западного озера залива, где оной на целую ладонь находится»<sup>15</sup>.

Академик обозначил три основные причины оскудения озера: 1) от продолжавшейся многие годы выломки истощились «существеннейшия озера частицы»; 2) рапа не могла достигнуть необходимого уровня концентрации из-за «мокрых», то есть дождливых лет; 3) на дне начали бить пресные ключи, которые размывали пласты соли. Ученый предположил, что если отвести от месторождения все впадающие в него пресные воды, то «без сомнения должно бы было озеро солью быть прибыльнее»<sup>16</sup>.

Проблема истощения запасов к 70-м гг. XVIII в. была характерна и для других самосадочных месторождений. Так академик И.И. Лепёхин утверждал, что убыль хлорида натрия на Эльтонском озере, расположенном в Астраханской губернии, происходила из-за «чрезмерной вывозки соли, не соответствующей ссадке»<sup>17</sup>.

Часть названных нами месторождений поваренной соли и мирабилита эксплуатируются и в наши дни. Но во многих из них в результате нерационального использования садка соли больше не происходит.

#### *Примечания*

1. РГАДА. Ф. 517. Оп. 1. Д. 4. Л. 8–8об.; Там же. Оп. 2. Д. 12. Л. 38–53об.
2. Миллер Г.Ф. Описание Кузнецкого уезда Тобольской Провинции в Сибири в нынешнем его состоянии, в сентябре 1734 г. [Электронный ресурс] URL: <http://www.admnkz.ru/document.do?id=92886> (21.05.2013).
3. Там же. Ф. 353. Оп. 1. Д. 1278. Л. 10–11об.; Татищев В.Н. Общее географическое описание всея Сибири // Избранные труды по географии России. – М., 1950. – С. 57.
4. РГАДА. Ф. 535. Оп. 1. Д. 1278. Л. 25об.
5. Там же. Л. 1–2об.; Там же. Ф. 248. Оп. 24. Д. 1613. Л. 219об.
6. Там же. Ф. 1402. Оп. 1. Д. 1. Л. 256.
7. Там же. Ф. 353. Оп. 1. Д. 1278. Л. 7.
8. Там же. Л. 8–9об.

9. Геннин Г.В. *Собранная натуралии и минералии камер в Сибирских горных и заводских дистриктах...* [Электронный ресурс] URL: <http://pro-speleo.ru/load/10-1-0-185>, (21.05.2013).
10. *Перевод с предисловия, сочиненного профессором Гмелиным к первому тому Флоры сибирской / пер. с нем. С. П. Крашенинникова.* – СПб., 1749. – С. 33.
11. Паллас П.С. *Путешествие по разным местам Российского государства. По велению Санкт-Петербургской императорской Академии наук. 1770 г.* – Ч. 2. Кн. 2. – СПб., 1786. – С. 164–165.
12. Миллер Г.Ф. *Извести о песошном золоте в Бухарии... // Сочинения и переводы, к пользе и увеселению служащих.* – СПб., 1760. – янв. – С. 36–37.
13. Татищев В.Н. *Указ. соч.* С. 57.
14. РГАДА. Ф. 248. Оп. 24. Д. 1613. Л. 219–219об.
15. Паллас П.С. *Указ. соч.* С. 163.
16. *Там же.* С. 162–163.
17. Лепёхин И.И. *Дневныя записки путешествия доктора и Академии наук адъютанта Ивана Лепёхина по разным провинциям Российскаго государства, 1768 и 1769 году.* – СПб., 1771. – С. 410.

## **КОМПЛЕКСНОЕ РАЗВИТИЕ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ**

*Н.А. Мальцева, МОБУСОШ № 30 им. В.И. Кузьмина, г. Якутск*

Правительство России и Якутии придавало и придает большое значение разведке полезных ископаемых. Целенаправленность и плановость ведения поисков и разведки по всей громадной территории Якутии обеспечили максимальную рациональность и комплексность геологических исследований и наращивания минерально-сырьевой базы по широкому кругу полезных ископаемых. Благодаря этому в Якутии был создан крупнейший минерально-сырьевой потенциал дефицитных в стране полезных ископаемых.

Южная Якутия охватывает территорию от бассейна р. Чары на западе до бассейна р. Учур на востоке и от междуречья рек Амги и Алдана на севере до границы республики с Читинской и Амурской областями на юге. В 1896–1898 гг. Российское золотопромышленное Общество организовало большую экспедицию с целью поисков месторождения золота в бассейнах рек Алдана, Амги, Олекмы. Промышленных золотоносных россыпей не обнаружили, что затормозило дальнейшее освоение Алдана на целых 20 лет.

Мощным стимулом для дальнейшего изучения и освоения района явилось обнаружение уникальной россыпи золота по ручью Незаметному. Началась «золотая лихорадка». С целью увеличения золотодобычи был организован трест «Якутзолото», позднее «Алданзолото», который вскоре стал ведущим золотодобывающим предприятием республики.

В эти же годы обнаружено Чульманское месторождение каменного угля, перспективные площади по обнаружению золота не выявлены, зато обнаружены железорудные проявления на реке Сутам – выделен Сутамский железорудный район. В этот период геологические изучения в Юж-

ной Якутии были завершены, основополагающие работы по геологии и металлогении сделаны. В 1935 г. при поисках рудного золота в среднем течении реки Куранах в свалах обнаружены кристаллы флогопита. А в 1940 г. были обнаружены на Алдане месторождения хрусталя. Благодаря успешной работе геологов и горняков Южная Якутия в годы войны сыграла выдающуюся роль в деле обеспечения оборонной промышленности стратегическим сырьем, а также золотом.

К 2020 г. Республика Саха (Якутия) должна стать регионом с устойчиво развивающейся экономикой. Для реализации Схемы в республике утверждены Пятилетний план социально-экономического развития РС (Я) на 2007-2011 гг. и приняты 24 государственные целевые программы по основным направлениям развития экономики и социальной сферы. Решение первой из стратегических приоритетов – стабилизация работы существующих базовых отраслей экономики Якутии – предусмотрена за счет модернизации технологии производств: переход на подземную добычу алмазов, освоения рудных месторождений золота взамен россыпных, использования новых методов обогащения руд с целью вовлечения более бедных месторождений, углубления переработки сырья в золотосурьмяной, лесной, с/х отрасли, развитие алмазогранительной и ювелирной промышленности.

Особенностью стратегии Республики Саха (Якутия) является формирование крупных промышленных узлов по кластерному типу с широким межрегиональным эффектом в Южной Якутии, Северо-Восточной, Западной Якутии. Каждый из планируемых к реализации в республике кластеров является совокупностью широкой базы минеральных ресурсов и продуктов их первичной переработки, формирования энергетической и транспортной инфраструктуры. Основным условием реализации этих проектов и существенного увеличения темпов экономического роста является активное внедрение механизмов государственно-частного партнерства.

Южная Якутия становится узловым центром инфраструктурного развития всего Дальнего Востока. Через территорию Южной Якутии пройдут магистральные автодороги, железные дороги, нефтепроводы, газопроводы, энергомот. Проект основан на 4 кластерах и объединяет в единую модель бизнес-планы 8 предприятий. На основе урановых месторождений предполагается строительство Эльконского горно-металлургического комбината. Это сформирует атомный кластер проекта.

Добыча угля и железной руды станет основой для Южно-Якутского горно-металлургического объединения. Это сформирует угольно-металлургический кластер.

На базе месторождения апатитов будет построен Селигдарский горно-химический комплекс. Укладка газо и нефтепроводов позволит организовать переработку нефти и газа. Это образует химический кластер.

Обязательным условием реализации этих проектов является создание инфраструктуры: строительство Канкунской ГЭС, линий электропередач,

железных и автомобильных дорог. Кроме всего этого в Северо-Восточной Якутии планируется создание производственного комплекса по освоению золоторудного и полиметаллического месторождений с созданием необходимой инфраструктуры. В Западной Якутии формируется территориально-промышленный комплекс, включающий помимо добычи алмазов, создание новых нефтегазовых, газоперерабатывающих и газохимических производств. Предусматриваются преобразования, направленные на ускоренное развитие транспортной системы. Общенациональный эффект заключается в наращивании производства и экспорта топливно-энергетических ресурсов, повышении энергетической безопасности, создании условий для притока населения в Дальневосточный округ. Реализация Схемы станет реальным шагом к обеспечению национальной безопасности страны на восточных рубежах и интеграции России с регионами Азиатско-Тихоокеанского региона.

## ПОЛОСАТЫЕ КАМНИ АГАТЫ

*В.В. Прокопец, В.В. Сквороднев, КГРТ, г. Киев*

*Я.О. Ющицына, Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Киев*

*Топазы огранкой богаты,  
Алмазы – родня королю.  
А я, как ни странно, агаты,  
Простые агаты люблю.  
В.Литвинов*

Агат – давно ли он известен человеку? Что являет он собой с минералого-геммологической точки зрения? Какие основные районы его нахождения и добычи? Технология облагораживания нечетких структурно-текстурных разновидностей камня? Чем привлекателен агат в эстетическом, техническом и «астрологическом» отношении?

Общепринято, что **агат** получил свое название от р. Дирилло (греч. Ахатес) в Сицилии. Разные авторы, принимая во внимание разные особенности минералогического состава агата, дают разное толкование минералу: от агата как разновидности кварца к более полному – агат-, крипто- и микрокристаллический агрегат минералов кремнезема – халцедона, кварца, кварцина, реже низкотемпературного кристобалита с четко выраженной концентрической зональностью. С последним определением, очевидно, связан факт выделения большого количества разновидностей агата. Если В. Шуман приводит – в зависимости от рисунка и структуры – лишь несколько агатовых разновидностей, то Е.К. Лазаренко и О.М. Винар – уже около 40 (!), в том числе звездчатый, сагенитовый, крепостной и др. Да и это не предел. Йохан Зенц (Johann Zenz) в книге-альбоме «Агаты» выделяет больше 100 (!) разновидностей цветного камня, многие из которых отсутствуют в работах других авторов:

лунный агат (Luna agate), агат турителовий (Turritella agate), агат кобры (Cobra agate), агат «сухой головы» (Dry head agate), агат Каньона лошади (Horse Canyon agate), агат заколдованной радуги (Medicine Bow agate), и др. Есть в этом перечне и уже небезызвестные любителям камня «громовые яйца»; фантазия известного знатока агатов и здесь неисчерпаема: Lucky Strike thunder eggs («громовые яйца счастливого удара»).

Агат и изделия из него известны издавна. Доказано, что уже палеолитический человек использовал найденные образцы агатов для изготовления наконечников стрел и остриев копий, а также в качестве скребков для обработки шкур добытых им животных. Наидревнейшие агатовые артефакты, датированы приблизительно 10 000–8 000 годами до н. э., найдены в Монголии и в западных областях Азии, в частности, в Ливане. Коренные обитатели Америки также использовали агаты (и агатизированное дерево) для выкалывания острых ножей и наконечников стрел.

Применение агатов в глиптике особенного расцвета достигло еще во втором тысячелетии до н. э. – в государствах Двуречья и в Египте – из агатов вырезали цилиндрические печатки, геммы и мелкие сосуды. В гробницах около Алушты обнаружено ожерелье из агата, которое относится к V в. до н. э.; около Симферополя в скифских захоронениях III в. до н. э. найдены ожерелья из халцедона, агата и оникса.

В античные времена агат использовался для изготовления резных печатей, гемм и украшений, чаш, ваз, кубков, табакерок, шахматных фигурок, рукояток, для ножей и тому подобное. Наибольшую популярность агат имел во время крестовых походов, когда много античных украшений было перенесено в Европу. Заметный скачок популярности агата состоялся и в середине XIX в. в связи с импортом камней из Уругвая и Бразилии. И в настоящее время их доля на рынке камня достаточно большая. Однако агаты Уругвая и Бразилии в большинстве своем имеют невыразительный серый окрас; рисунок у них едва распознается, а то и вовсе не виден. Лишь окрашивание придает агатам привлекательный вид, обнаруживая необыкновенность их строения. Искусство окрашивания было известно еще в Древнем Риме. Так, в Плиния Старшего в «Естественной истории» (т. 37) сказано: «Их (агаты) проваривают... в меду непрерывно в течение семи дней и семи ночей...». Наивысшего расцвета оно достигло в Идар-Оберштейне<sup>2</sup>, где им овладели в 20<sup>е</sup> годы XIX века. Способность к окрашиванию у разных полос агатов неодинакова: она определяется их пористостью, толщиной волокон минералов кремнезема и содержанием воды. Белые полосы, состоящие из плотных агрегатов кварца или кварца, почти не поглощают окрашивающее вещество. Специалисты называют их «твердыми», в отличие от хорошо окрашиваемых – «мягких». Обычно применяются неорганические красители,

---

<sup>2</sup>Месторождение редких по цвету и рисунку агатов Идар-Оберштейн (г-н Пфальца), на сегодня полностью отработанное.

потому что окрашивание органическими веществами более слабое и менее стойкое: красная расцветка, которая имитирует карнеол или сардер, достигается оксидом железа – агат помещают в раствор азотнокислого железа и затем сильно нагревают; пропитка агатов соляной кислотой со следующим легким нагреванием дает лимонно-желтый цвет; черную расцветку, имитирующую оникс, получают погружением в концентрированный сахарный раствор со следующей обработкой нагретой серной кислотой; яблочно-зеленая расцветка, которая напоминает цветом хризопраз, достигается пропиткой раствором солей хрома или нитрата никеля – в обоих случаях необходимо нагревать камень; для получения агатов синего или голубого цвета их помещают в насыщенный раствор ферроцианида калия, а затем кипятят в медном купоросе.

В настоящее время для облагораживания агатов используют как старые методы, которые уже оправдали себя, – пропитка и накаливание, так и современные, – облучение потоком нейтронов, электронов и других частиц высоких энергий.

В настоящее время агаты – типичное ювелирно-поделочное сырье; из них изготавливают вставки в ювелирные украшения – перстни, сережки, кулоны, браслеты, брошки, а также малые камнерезные формы типа шкатулок, пудрениц и т.д. Находят применение агаты в технике и в промышленности – их используют в производстве цапф для теодолитов и нивелиров, призм для точных весов, подпятников, втулок ступок, пестиков и тому подобное.

В генетическом отношении агаты – гидrogenные образования, которые возникли преимущественно из низкотемпературных водных растворов; они являются типичным продуктом выполнения полостей в миндалякаменных лавах основного (базальт), среднего (порфирит) и кислого (липариты) состава<sup>3</sup>. Этот факт в полной мере отображен в морфологии агатовых тел – им присущи миндалины, жеоды, реже желваки, а также древовидные, жилоподобные и плитчатые образования. Нередко в центральных частях миндалин хранятся реликтовые полости, стенки которых выполнены натечным халцедоном, а центральная часть – жердинным кварцем или совершенными по огранке кристаллами кварца или аметиста.

Общепринято, что полосатый рисунок агатов возникает благодаря ритмичной кристаллизации. Однако, о причинах ее, мнения исследователей разные. Раньше считалось, что в лавах и пустотах от газовых пузырей происходит раскристаллизация последовательно снова и снова поступающих богатых кремнекислотой порций раствора и каждая новая порция кристаллизуется в виде отдельной полоски. В наше время точка зрения на природу полосатости агатов существенно изменилась: согласно новых представлений агаты образуются **одноактно**, на поздней стадии формирования мате-

---

<sup>3</sup>Известны и более поздние гипергенные выполнения агатом мелких пустот в кавернозных известняках.

ринских пород, причем раскристаллизация капель коллоидной кремнекислоты происходит по мере охлаждения лавы – от периферии к центру миндалин. При этом слои разного цвета возникают в результате диффузии растворов через коллоидный гелеподобный кремнезем.

Важным шагом в познании особенностей внутреннего строения агатов стало использование в XX веке методов электронной микроскопии, оптической спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. Микроскопически в агате обнаружено сочетание разных кристаллоструктурных разновидностей кремнезема ( $\alpha$ -кварца, кристобалита и кристобалит-тридимита) при широких вариациях их морфологии – от субмикросталлической к волокнистой, зернистой и жердиной. Элементарная структурная единица агата – волокна халцедона. Они имеют разную длину и толщину (как правило, от нескольких микрон в диаметре до нескольких сотен микрон в длину) и разное расположение. Волокна совмещаются в параллельно волокнистые конусообразные, веретенообразные, радиально-лучистые, сферолитовые, чешуеобразные, слоеные и зернистые агрегаты. Основные формы в микроструктуре агатов те же, что и в макротекстуре: прямолинейно-полосчатая и концентрически-полосчатая. Полосы-зоны отличаются одна от другой видом структуры: формой, размерами и ориентированием агрегатов, что их составляют. Например, в концентрически-полосчатых агатах наблюдаются такие зоны:

- зона тонко- и криптозернистого кварца и опала;
- зона неоднородного и снопоподобного халцедона;
- зона крупносекториального строения агрегатов халцедона;
- зона поперечно-волокнистого или сферолитового халцедона;
- «ядро» – тонколистковой агрегат халцедона или зернистого кварца (иногда с центральной полостью, которая инкрустирована кристаллами кварца).

По текстурным признакам и преобладающему<sup>4</sup> цвету, выделяют несколько основных декоративных типов агатов: неясно рисунчатые сотовые (серые разных оттенков), концентрически полосчатые (серые, в том числе муаровые, белые кахолонгоподобные, красные кремнеподобные и черные), прямолинейно-полосчатые или ленточные (серые, розовые, палевые, в том числе халцедон-ониксы), пласты сложной комбинированной текстуры (серые, розовые и палевые и многоцветные), агаты с дендритовой, дендритоподобной и пятнистой текстурой (многоцветные) – «моховые» или «пейзажные».

О распространении агатов. Самоцвет встречается практически на всех континентах, тяготея к районам, связанным с молодым вулканизмом; крупные промышленные месторождения агатов известны в Южной

---

<sup>4</sup>Минералами-хромофорами агатов чаще всего являются оксиды и гидроксиды железа, хлорит, эпидот, опал, селадонит.

Америке (Бразилия, Уругвай), в Африке (Ботсвана, Марокко, Малави), в Австралии, Индии, США, и в других странах. На территории СНГ агаты найдены как в коренном залегании – в лавах и туфах (Кавказ, Тиманский кряж, Восточная Сибирь и южный запад России), иногда – в карбонатных породах (Московская и Иркутская обл., Сев. Таджикистан), а также в россыпях: в элювиально-делювиальных шлейфах и в аллювиальных отложениях (Вост. Сибирь, Дальний Восток и Приморье, – в России, а также Кавказ). Наиболее известными в Украине являются находки агатов в трех районах: на Карадаге, в среднем Побужье и на Ровенщине. Поскольку карадагские агаты достаточно детально охарактеризованы как в специальной геммологической, так и в научно-популярной литературе, остановимся кратко на проявлениях побужских и ровенских агатов – именно они стали в последние годы объектами пристального внимания членов Общественного совета геомузея КГРТ.

Агаты Среднего Побужья, связанные с корой выветривания ультрабазитов, образуют выделения двух типов: а) жилы и жилоподобные тела протяженностью до первых метров и мощностью до первых сантиметров; б) корки, которыми «обросли» обломки выщелоченных пород (толщина до 2–5 см). И агаты Липовеньковского и Деренюхинского массивов сложены в основном кварцем и халцедоном; подчиненный им – кварцин, реже встречаются тридимит и опал. Структурный рисунок побужских агатов разнообразен: от узорчатого и кружевного к коралловому и пейзажному. Пейзажные агаты, обычно выражены в виде корок, составленных минералами кремнезема, иногда покрыты яшмой светло-желтого цвета. В коралловых агатах визуально заметны гидрооксиды марганца, а также псевдосталактиты (халцедон, кварцин), помещенные в прозрачный агрегат кварца. Отличительная черта побужских агрегатов кремнезема – «комбинации» агатов и яшм; как правило, агатовые выделения желтого, светло-серого, бурого цвета окаймлены темно-красными и розовыми яшмами.

На наш взгляд, агаты Ровенщины, выделенные в базальтах трапповой формации нижнего венда, представляют в геммологическом плане большой интерес. По характеру рисунка ровенские агаты входят в состав всех трех видовых групп: и концентрично-рисунчатые (бразильский тип), и с горизонтальной полосчатостью (уругвайский тип), и композиционные. Лишь среди агатов с концентрическим рисунком П.М. Барановым в рафаловских агатах выделено семь основных разновидностей, и среди них – бастионный, симметрично-зональный, муаровый и др. Настолько же разнообразны композиционные агаты Ровенщины: коралловый, лунный, облачный, туманный, глазковый, и даже – агат с «морозным» рисунком. В разрезах миндалин, отобранных нами в базальтах Полицкого карьера, можно наблюдать сочетание двух и, реже, трех разновидностей агатового рисунка. И в минералогическом отношении ровен-

ские агаты отличаются большим разнообразием: рядом с существенно кварцево-халцедоновыми миндалинами здесь встречаются стяжения кремнисто-карбонатного и халцедон-цеолитового состава. Многообразие по составу и цвету цеолитов, которые обрамляют агат-кварцевую «начинку» миндалин, – еще одна отличительная черта ровенских агатов. Зона цеолита обычно тонка (до 3–5 мм), минералы, которые составляют ее, окрашены в яркие цвета, – от красного к оранжевому и розовому. Рентгеновскими исследованиями в ней выделены такие представители широкой группы цеолитов, как сколецит, гейландит, томсонит и морденит. Они, как правило, выражены в виде радиально-лучистых и волокнистых агрегатов, реже – в виде прозрачных призматических кристаллов.

Без сомнения, украшением ровенских агатов являются наросты (на гранях кварца) совершенных кристаллов кальцита ромбоэдрического или скаленоэдрического габитуса.

В собрании агатов В.В. Сковороднева, кроме украинских, российских и казахстанских образцов, представлены самоцветы из других регионов мира. На наш взгляд, самые выразительные среди них – агаты Африканского континента. В последние годы к числу основных поставщиков на мировом рынке агатов (кроме Бразилии и Уругвая) выдвинулись африканские страны и прежде всего – Малави, Марокко, Намибия, Зимбабве и Ботсвана. Главный «производитель» удивительных по рисунку агатов – **Малави**. Большая часть камней из этой страны – красного или оранжевого цвета – с характерным «бриллиантовым» бликом. Ленточные агаты выделяются резко контрастными белыми полосами, часто погруженными в ярко-голубую массу халцедона. Стяжения малавийских агатов обнаружены в базальтовых породах пермского возраста (248–290 млн. лет).

Не устает удивлять мир любителей камня и Ботсвана. Агаты этой южноафриканской страны также найдены в базальтах пермского возраста (серия Кару). Цветовая палитра ботсванских агатов выражена в оттенках от глубокого пурпурного через темно серый к черному цвету, ограниченных четкими белыми полосами. В некоторых образцах наблюдаются агрегаты «сагенитового» типа – перовые или стеблистые. «Уругвайские» ленты редки в агатах Ботсваны; они мелкие – до 2,5–5 см толщиной, редко – до 15 см. Мелкие образцы агатов стали весьма популярными среди любителей камня, благодаря утонченным изделиям (геммам) местных мастеров.

Невозможно обойти стороной «астрологический» аспект в использовании агатов. Известно, что земледельцы Древней Греции считали: именно агат приносит богатый урожай; он мог даровать также успех и животноводам.

Еще воины Александра Македонского, отправляясь в поход, обязательно брали с собой перстень с опалом, уверенные, что именно он дарует неуязвимость и бесстрашие в бою, то у ораторов Древнего Рима

особенной популярностью пользовался агат, потому что *«тем, кто носит агат, он дарует и силу, и крепость, делает красноречивым, приятным и с виду цветущим»*.

И в последующие века вера людей в чудодейственную силу амулетов и талисманов не исчерпалась. В среде геммологов хорошо известен факт: в середине XIX в. спрос на агатовые амулеты в Судане оказался настолько большим, что крупные немецкие ювелирные фирмы были почти полностью заняты их изготовлением и снабжением (отдельные компании ежегодно экспортировали амулеты на сумму до 30 тыс. долларов).

В наши дни интерес к магическим свойствам камней не только не угас, но и значительно вырос. Многим минералам и в настоящее время приписывается способность передавать человеку определенные свойства. Например, аметист – верность и надежду, сердолик – счастье и здоровье, сапфир – постоянство и т.д. В этом плане агат оказывается камнем, очень полезным тем, кто рожден под разными знаками Зодиака. Так, представителям Близнецов (а это – умные творческие люди с разносторонними интересами) агат полезен тем, что помогает сохранить ясность ума в тяжелых ситуациях; рожденным под знаком Девы (люди спокойного характера, ясного, критического ума) агат дарует тепло и энергию, которых им так не хватает; Козерогу (они наделены развитым умом, настойчивостью и последовательностью в достижении целей) полосатый агат напоминает, что никогда не следует терять надежду; Тельцам (трудолюбивые, терпеливые и выносливые) агат неизменно приносит удачу.

В конце 80<sup>х</sup> годов XX в. в Германии была опубликована диаграмма по Харлиманн, представляющая одно из новейших астрологических распределений камней по знакам Зодиака. Ее составитель в основу схемы положил принцип подбора камня, который обнаруживает и усиливает позитивные «черты характера» данного знака, а также не дает проявиться его отрицательным «чертам».

В настоящее время созданы приборы, способные дать количественную оценку при подборе камня. Исследования, проведенные немецким ученым Р. Фолем с помощью прибора «Дерматоид», показали, что человек при контакте с камнем получает или позитивную, или отрицательную энергию. Агат в этом плане ведет себя двояко: образцы самоцвета из базальта (широко развитого в траппах Ровенщины) имеют позитивную энергию, чукотские же агаты, добытые из кислых пород (липаритов), являются носителями отрицательной энергии.

Камни-самоцветы имеют прежде всего неповторимую, красочную многоцветность. Удивительная красота красочных эффектов камня во все времена служила источником разных суеверий, рождала культ поклонения. Однако в настоящее время установлено, что цвет сам по себе (и цвет камня особенно), кроме красоты, владеет еще и широким спектром лечебного действия. Приведем коротко примеры использования

цветовой гаммы наиболее ярких представителей мира минералов. Красный цвет – цвет стихии Огонь. Согласно медицинской астрологии люди этой стихии склонны к заболеваниям сердечнососудистой системы, печени и головной боли. Гамму красных камней, которые имеют целебные свойства, представляют как прозрачные, так и непрозрачные, минералы этого цвета: рубин, гранат, шпинель, турмалин, сердолик, коралл. Оранжевый цвет – цвет Солнца. Он имеет свойство возобновлять нервную и мышечную ткань, влияет на работу эндокринных желез, регулирует обменные процессы. Из оранжевых камней литотерапевты обычно рекомендуют оранжевые яшмы, сердолик, оранжевый сапфир и опал. Желтый цвет – цвет стихии Земля (в восточной астрологии). Созерцание желтого цвета приводит к внутренней гармонии физиологически важные процессы, что обеспечивает организму равновесие, баланс и чувство оптимизма. К числу желтых целебных камней относят серу, берилл, топаз, цитрин, сердолик, и янтарь. Синий – цвет густеющей Ночи, дарует отдых и покой зрению от яркого солнечного света. Синий и голубой – цвета неба, символы веры и вечного покоя. Целебное свойство этих цветов очень эффективно при всевозможных спазмах, бессоннице, головных болях и сердцебиении. Самые яркие представители синих и голубых тонов – сапфир, лазурит, бирюза, аквамарин и амазонит. Следует заметить, что перечисленные выше цвета очень свойственны агатам (в том числе ленточным); особенно ярко они представлены в казахстанских, забайкальских, тиманских, марокканских, зимбабвийских и многих других образцах «полосатых» камней. Очевидно, применение агатов в литотерапевтических целях еще ожидает своего обоснования.

Долгим, достаточно насыщенным событиями был путь использования человеком агата – от примитивных скребков палеолита и магических талисманов средневековья к изысканным изделиям и украшениям эпохи Возрождения. Постепенно отсекая случайное, несвойственное камню, истинные ценители агата точно определили его место в «иерархии» самоцветов.

Очаровывающее действие агатов на тех, кто понимает красоту камня, трудно передать словами лучше неутомимого искателя самоцветов писателя Анатолия Димарова:

*«Его Королевское Величество лежит в центре коллекции, гордо поглядывая на свой сердоликово-агатовую свиту. Самого ценного фарфора не пожалела природа для его благородного тела, самую нежную голубизну одолжила у неба, а у солнца – самого чистого розового цвета, мантию же соткала из слоновой кости. Как и всякий монарх, он неповторимый, он единственный в мире, все агаты ему уважительно кланяются, а сердолики склоняются в реверансах глубоких».*

#### *Литература*

1. Баранов П.Н. Геммология: диагностика, дизайн, обработка, оценка самоцветов: Учебник. – Днепрпетровск: Металл, 2002. – 208 с.

2. Димаров А.А. Зблиски: Рассказы и повести. – К.: Ярослав Вал, 2002. – 514 с. (укр.)
3. Корнилов Н.И., Солодова Ю.П. Ювелирные камни. – 2 изд. – М.: Недра, 1986. – 282 с.
4. Лазаренко Е.К., Вынар О.М. Минерал-ий словарь. – К.: Наук. думка, 1975. – 774 с.(укр.)
5. Митчелл Р.С. Названия минералов: что они означают?: Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 248 с.
6. Путолова Л.С. Самоцветы и цветные камни. – М.: Недра, 1991. – 192 с.
7. Рид П. Дж. Геммологический словарь: Пер. с англ. – Л.: Недра, 1986. – 287 с.
8. Шуман В. Мир камня: в 2<sup>х</sup> т. Т. 2. Драгоценные и поделочные камни: Пер. с нем. – М.: Мир. – 1986. – 263 с.
9. Agates. – Johann Zenz. – Bode Verlag Gmb H, Haltern, Germany, 2005. – p.656.
10. Agates. Treasures of the Earth. – R. Pabian, B. Jackson, P. Tandy, J. Cromartic-Firmly Books Ltd, Richmond Hill, Ontario, Canada, 2006. – p.184.

## **ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ЭЛЬКОНСКОГО УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*С.С. Сивцев, Северо-Восточный федеральный университет  
им. М.К. Аммосова, г. Якутск, [sergykt1992@mail.ru](mailto:sergykt1992@mail.ru)*

*Научный руководитель: Н.С. Бурянина, зав. кафедрой электроснабжения  
Физико-технического института Северо-Восточного федерального  
университета, доктор технических наук*

Изучая историю развития культуры и техники человечества, мы встречаемся с крайне интересным явлением: открытие и освоение некоторых металлов совершало полный переворот в укладе жизни не только страны-первооткрывателя, но и всего человечества. К таким элементам относятся урановые руды. Кто интересовался ураном и мог хотя бы что-нибудь рассказать о его свойствах и особенностях? Да никто кроме нескольких десятков химиков, физиков и минералогов. Еще за 3-5 лет до взрыва двух атомных бомб, приведших весь мир в ужас, в учебниках химии, в специальных энциклопедиях можно было прочесть, что «получение чистого металла до сих пор практического значения не имеет»: «элементарный уран практического применения не имеет...».

И вот этот металл, посвященный древнему богу небес Урану, возник перед лицом человечества совершенно неожиданно, внезапно, подобно грозному богу войны Марсу. В несколько секунд две брошенные в Японии атомные бомбы унесли сотни тысяч жизней. А сколько появилось искалеченных и облученных, в мучениях умирающих еще и по сей день, 60 лет спустя. Гнев, ужас охватили все человечество. А некоторые мечтали монополюсь воспользоваться новым оружием. Однако «монополия» кончилась всего через несколько месяцев, и Советский Союз, обезопасив свою неприкосновенность, сразу же перешел к мирному использованию атомной энергии, построив первую в мире атомную электростанцию в Обнинске под Москвой, затем вторую, затем атомоход и т. д.

«Атомный век» наступил. Тысячи и тысячи книг, брошюр, статей, листовок на всех существующих языках, написанных разными авторами, рассказывают об уране и правду, и небылицы. Но где же в недрах Земли залегают руды металла, в котором таятся такие страшные силы? Из каких минералов они состоят? Как образуются такие месторождения, не опасны ли они для окружающих? Как велики запасы руд этих месторождений?

Для истории создания урановорудной базы нашей страны были характерны выдающиеся решения и как следствие – выдающиеся открытия. В этот период Советский Союз фактически не располагал сырьевой урановой базой, а в связи с трудностями военного времени, плохой технической оснащенностью и недостаточной научно-исследовательской базой работы по ее созданию были малоэффективны. С целью их улучшения правительство страны принимает решение о создании специализированной организации для руководства поисками и разведками месторождений радиоактивных руд.

В числе специализированных экспедиций была Октябрьская, базирующаяся в г. Ленинграде, ее главной задачей определили поиски урана на северо-западе страны. В 1954 г. экспедицию перевели на восток страны (с базой в г. Уссурийске Приморского края), а с 1962 г. – на Алдан с целью разведки Эльконского урановорудного района, открытого совместными усилиями экспедиции и геологов Якутского геологического управления.

К концу 1964 г. стало очевидно, что самые смелые геологические прогнозы подтвердились. Рудные зоны имели многокилометровые протяженности, вмещающая на десятках и сотнях метров рудные тела. Было установлено, что оруденение в целом слабо эродировано, вследствие чего вскрывавшиеся штольнями рудные тела были только верхушками, не представлявшими в достаточной мере основные, ниже расположенные руды. Оказывалось, что чем глубже, тем компактнее и мощнее выглядят рудные тела – и так по всей зоне Южной до глубины в 1500 м. Откорректировали и представления о расположении участков с наиболее значительным оруденением. Оказалось, что участок Дружный не является лучшим. Перевес начал склоняться в сторону участка Курунг, расположенного на северо-западном продолжении зоны Южной.

На территории Республики Саха (Якутия) сосредоточены крупнейшие в России разведанные запасы урановых руд. Государственным балансом запасов полезные ископаемых по республике учитываются запасы урана в 13 месторождениях, сосредоточенных в Эльконском урановорудном районе: «Южное», «Северное», «Центральная зона», «Весенняя зона», «Агдинская зона», «Пологая зона», «Невская зона», «Сохсолоохская зона», «Интересная зона», «Володина зона», «Зона 517», «Зона 511-565» и «Зона 510».

Среди широко известных минерально-сырьевых богатств Республики Саха (Якутия) огромное значение в ближайшие годы будут иметь присутствующие на Центральном Алдане крупнейшие в России сырьевые ресурсы комплексных золотоурановых месторождений Эльконского горста.

Эльконский золотоурановорудный район является крупнейшим резервным источником уранового сырья России. Запасы только одной разведанной здесь рудной зоны Южной с практически непрерывным оруденением протяженностью 20 км намного превышают все разведанные балансовые запасы России.

В результате проведенных работ на Эльконском горсте было выявлено более 500 рудоносных зон общей протяженностью до 1000 км, из которых в разной степени изучено около 80 зон. Крупнейшая из них – зона Южная – имеет непрерывную разведанную протяженность оруденения до 20 км. В районе пробурено около 1 млн. м скважин, пройдено 60 км подземных горных выработок, 1,3 млн м<sup>3</sup> канав.

В 2004 г. программа «Уран России» была наконец составлена. Она предусматривает проведение на Эльконском горсте вышеназванных работ. Вероятно, не случайно судьба Эльконского золото-ураново-рудного района, название которого происходит от эвенкского слова «элкен» – «осторожный», складывается так сложно.

У востребованности Элькона – серьезные объективные предпосылки. В стране назрел дефицит урана. Собственное производство радиоактивного сырья в России - 3,3 тысячи тонн в год. Потребность в нем – девять тысяч. А к 2020 году, в связи с увеличением выработки электроэнергии атомными станциями, она достигнет 36 тысяч тонн. Пока выручают запасы ядерного оружия, но к 2016-му этот источник будет исчерпан.

Проект намечено осуществлять в три этапа. До 2010-го предпроектные работы и разработка проектно-сметной документации. В 2011-2015 годы – строительство, опытно-промышленная эксплуатация и начало промышленной добычи. К 2025-му предприятие выйдет на проектную мощность.

При реализации Эльконского проекта используется успешный опыт освоения месторождения Лунное, которое является частью Эльконского ураново-рудного узла и расположено в 22 км от лицензионного участка, имея тот же генезис и схожий минеральный состав (браннеритовые руды). Балансовые запасы месторождения составляют 400 тонн урана и 3 тонн золота. Кроме того, продолжаются геологоразведочные работы на месторождениях Эльконского урановорудного района: Эльконе, Непроходимом, Дружном и Северном. К настоящему моменту пробурено скважин общей глубиной более 100 тыс. 806 метров.

При разработке проектно-сметной документации в 2012 году были проведены полупромышленные испытания на пробе 620 тонн, а также испытания схемы с атмосферным сернокислотным выщелачиванием руды в непрерывном режиме.

Добыча урана в Центральном Алдане представляет огромный интерес для развития промышленности, энергетики и социально-экономического потенциала Республики (Саха) Якутия и имеет весьма неплохие перспективы для дальнейшего развития субъекта.

# ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

## ПРОБЛЕМЫ ПОЗНАНИЯ ГЕОХИМИИ БИОСФЕРЫ (К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В.И.ВЕРНАДСКОГО)

*В.В. Гавриленко, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Как наука геохимия зародилась на рубеже XIX и XX веков. Её основоположником считается американский химик геологической службы США Ф.Кларк. В 80-х гг. XIX в. он опубликовал первые данные о средних содержаниях химических элементов в земной коре, а в 1908 г. им была опубликована книга «Data of Geochemistry», выход в свет которой считается одним из важнейших этапов возникновения геохимии. В начале XX в. в России В.И.Вернадский начал публиковать серию статей о геохимических циклах химических элементов, в которых он заложил принципы системного подхода в геохимии, учитывающего миграционные способности элементов. Это и были истоки науки, отражающие **два основных её направления**: изучение распределения химических элементов в различных геологических объектах и исследование их поведения в природных процессах.

В Петербургском университете, где в конце XIX в. учился В.И. Вернадский, минералогию и кристаллографию, по которым он специализировался, в то время читал В.В.Докучаев, от которого В.И.Вернадский и воспринял стремление к системному естествознанию, к познанию взаимосвязи живого и неживого вещества планеты.

За 100 лет своего существования геохимия развивалась максимально быстрыми темпами и к 1980-м годам XX века накопила огромное количество аналитического материала, обобщений в теоретической и прикладной областях, создала методы и методологии, необходимые для её дальнейшего развития. В начавшемся XXI веке геохимия продолжает стремительно развиваться и по-прежнему остаётся актуальнейшей из наук о Земле.

Определённый рывок в развитии геохимии и изменение её восприятия были сделаны в 80-х годах, когда научное сообщество обратило внимание на проблемы **экологической геохимии** и резко усилило исследовательские работы в этом направлении.

В 1981 г. впервые в СССР, по инициативе профессора В.Ф.Барабанова, на кафедре геохимии Ленинградского университета была начата подготовка специалистов области экологической геохимии, которая может рассматриваться и как геохимия биосферы.

Биосфера, *по В.И.Вернадскому*, является не простоместилищем живого вещества в космосе, а представляет собой динамичную систему, где происходит грандиозный природный процесс оборота вещества и энергии

на границе двух природных сущностей, кардинально изменяющий каждую из них. *Процесс эволюции в биосфере есть коэволюция - процесс обмена веществом и энергией с небиологической материей, на чём может базироваться современная геоэкологическая парадигма.*

*Экологическая геология как раздел науки, изучающий экологические функции литосферы, в соответствии с конкретными объектами литосферных исследований, может подразделяться на экологические направления геохимии, геофизики, минералогии и кристаллографии, петрографии, геодинамики, палеонтологии, гидрогеологии.*

*Экологическая минералогия* - направление в области минералогических знаний, исследующее взаимодействие живого и неживого (косного) на уровне минералов как формы организации вещества. Факторы взаимодействия минералов и живого вещества:

- механический;
- физические поля (радиоактивность, электромагнитные колебания и др.);
- химические взаимодействия (разложение минералов и высвобождение токсичных компонентов, приводящее к возникновению их миграционных потоков);
- психологическое воздействие.

*Экологическая геохимия* – направление в области геохимических знаний, исследующее взаимоотношения живого и косного вещества на уровне химических элементов как формы организации вещества. По сути, это и есть геохимия биосферы. Основные проблемы:

- отсутствие систематического эколого-геохимического исследования территорий;
- отсутствие единой системы получения и анализа геохимических данных;
- недостаток знаний об условиях миграции и накопления химических элементов в природных и природно-техногенных условиях;
- недостаток знаний о влиянии химических элементов на биологические виды, индивиды биоты в целом;
- отсутствие знаний о влиянии природных и техногенных геохимических полей на возникновение и развитие этносов, их особенностей.

«Животные и растения, видимые простым глазом и не видимые, проникают всю биосферу, являются могущественным агентом, меняющим все химические процессы. Они являются, взятые в своей массе, основной геологической силой, резко перерабатывающей всю биосферу». В.И.Вернадский в докладе «О количественном учёте химического атомного состава биосферы» 31 октября 1939 г.

Одной из важных проблем геохимии биосферы в наше время является изменение её состава. Состав макрокомпонентов, заложенный на заре зарождения жизни, в целом остаётся неизменным. Однако микрокомпонент-

ный состав меняется очень быстро, что отражается, прежде всего, на высших животных, в том числе на человеке.

Трудно решаемой проблемой экологической геохимии остаётся не столько определение содержания химических элементов, сколько выявление форм их нахождения, от которых, в первую очередь, зависит состояние живых организмов и биосферы в целом.

Начиная с 1909 г. В.И.Вернадский публикует цикл статей по истории различных химических элементов (Rb, Cs, Tl, In, Bi и др.) в земной коре, тем самым закладывая основы геохимии отдельных элементов и разрабатывая теорию геохимических циклов химических элементов. Современные работы на методологической базе, заложенной В.И.Вернадским, проводятся и сейчас, как при поисковых, так и геоэкологических исследованиях.

Проблемы фоссилизации живых организмов, биогенного породо- и рудообразования также являются одним из направлений изучения геохимии биосферы. Явления фоссилизации представляют собой процессы изменения остатков организмов и превращения их в окаменелости. Возникла даже особая область геохимии – молекулярная палеонтология, одной из важных проблем которой является выявление связей ископаемых молекулярных остатков с их генетическими предшественниками – молекулярными структурами живых организмов. Наличие внешне неповрежденных внутриклеточных структур, в том числе минерализованных, не исключает априори возможность сохранения опознаваемых фрагментов генома.

«Биогеохимия вносит в научное изучение явлений жизни совершенно другую трактовку естественных живых тел – живых организмов, биоценозов, живых веществ, разнородных и однородных, и т.п. и сложных косноживых – биокосных естественных тел – почв, илов и т.п., чем та, к которой привык в своей тысячелетней работе биолог» (В.И.Вернадский).

*Актуальными задачами* в области исследования биокосных взаимодействий в системе «живые организмы – минералы и горные породы» представляются следующие:

- выявление зависимостей между составом и структурой биологических сообществ и характером геологической обстановки, в которой они развиваются,
- выявление состава и строения минеральных составляющих и новообразований в живых организмах с помощью современных минералого-геохимических методов изучения вещества,
- выявление реликтов живого вещества в палеонтологических окаменелостях и изучение их состава.

Геохимия – наука, занимающаяся веществом Земли, частью которого является и человек, постоянно находящийся в геохимическом взаимодействии с окружающей его средой.

Это определяет необходимость геохимического образования общества.

# TRACE FOSSILS ACCOMPANYING POSSIBLE "EDIACARAN ORGANISMS" IN THE MIDDLE CAMBRIAN SEDIMENTS OF THE ST. PETERSBURG REGION, RUSSIA

*N. Natalin<sup>1</sup>, R. Mikulas<sup>2</sup> and A. Dronov<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Department of Geology, University of St. Petersburg,*

<sup>2</sup>*Academy of Sciences of the Czech Republic, Praha, [mikulas@gli.cas.cz](mailto:mikulas@gli.cas.cz)*

<sup>3</sup>*Palaeontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, [dronov@ginras.cz](mailto:dronov@ginras.cz)*

## **Introduction**

Ediacaran organisms represent one of the important palaeontologic topics of the past few decades. Discovered independently at several places (Newfoundland, 1872; Namibia, 1929; Ediacara in Australia, 1947; Russia; cf. Fedonkin and Vickers-Rich 2007), finds have been made on all continents but Antarctica. The late Proterozoic (Ediacaran) age of the fossils was unrecognized before the 1950s; previously, the fossils were placed in the Cambrian. Numerous theories have been published on the character of the assemblage of Ediacaran organisms. Initially, ediacarans were understood as representatives of extant phyla, especially cnidarians and annelids (e.g., Glaessner and Wade 1966). Later, the peculiar characters of some forms led to the erection of a separate phylum (Petalonamae Pflug 1970; Pflug 1972) or even kingdom (Vendobionta Seilacher 1992). At present, most authors tend to combine both views, or to return to the original views of Glaessner and coauthors (e.g., Runnegar and Fedonkin 1992; Gehling and Rigby 1996; Waggoner 1998; Gehling 2001), but the "vendobiont" attitude still has its arguments and promoters (e.g., McMenamin 1996, 1998). Current accounts of the opinions can be found, e.g., in papers by Narbonne (2005) and Xiao and Laflamme (2008).

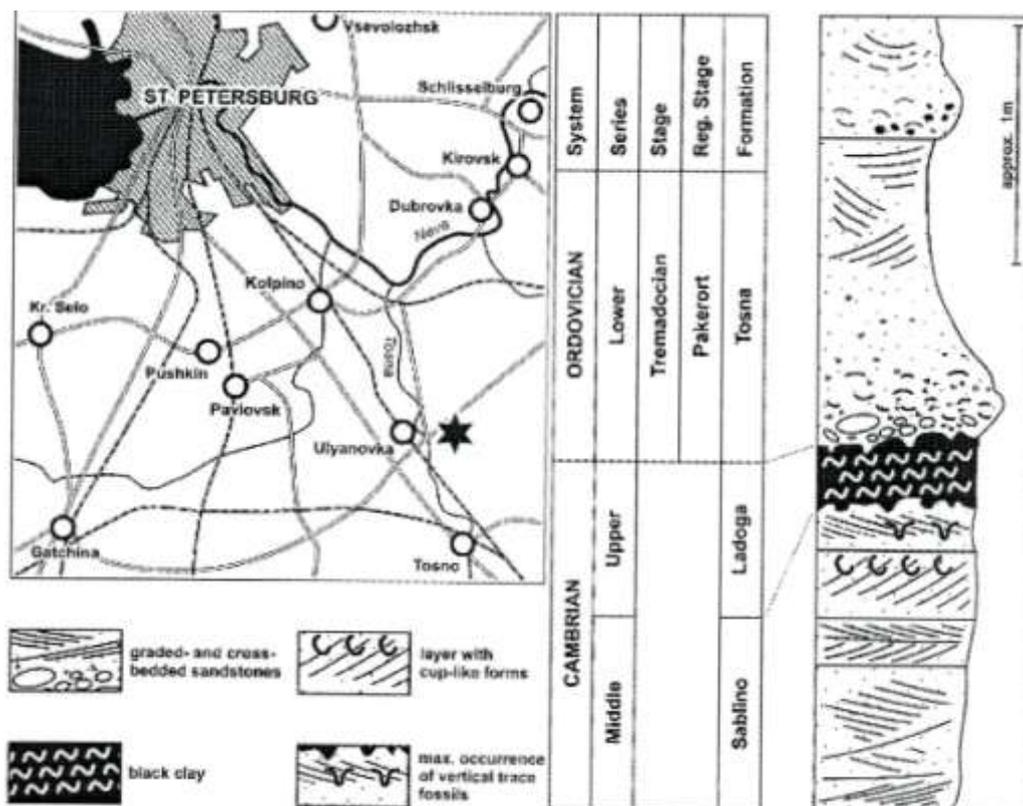
From the 1950s to early 1990s, the consensus held that the ediacarans are restricted to what is now called the Ediacaran Period of the Proterozoic. The 1990s brought, among numerous attempts to explain Ediacaran life coherently, an effort to find direct descendants of the ediacarans in Early Palaeozoic rocks or in the Proterozoic/Palaeozoic boundary interval, hence to demonstrate that the ediacaran organisms did not disappear completely before the onset of the Palaeozoic (e.g., Horodyski 1991; Conway Morris 1998, 2000; Crimes and McIlroy 1999; Hagadorn *et al.* 2000). These finds are not all equally convincing as possible continuations of Ediacaran organisms. Some may be only roughly interpreted in terms of original morphology, or may yet be pseudofossils as radial and concentric shapes can both be produced by numerous inorganic processes. In conclusion, Cambrian Ediacara-like fossils probably exist, but each find has to be considered critically, and future finds have to be well documented and adequately published.

A new occurrence of possible Ediacaran-like organisms in the Middle Cambrian was briefly reported by Natalin *et al.* (2006). From the ichnologic point of view,

this occurrence is interesting for its clear and understandable ichnologic context. It gives the opportunity to characterize, through accompanying trace fossils, some parameters of the environment suitable for the post-Proterozoic "ediacarans". Therefore, the aim of the present paper is to describe the co-occurrence of trace fossils and morphological analogues of Ediacaran organisms in the Middle Cambrian shallow marine sands of the St. Petersburg Region.

### Geological setting

The Palaeozoic sedimentary cover of the Baltic Shield (mostly of Cambrian, Ordovician and Devonian age) is unique in certain aspects. Horizontal strata result from the tectonic stability of the region. Because of the small accommodation space and low average sedimentation rate, the sediments have never been exposed to high pressures and temperatures; consequently, clastic rocks of different grain size are often un lithified or only weakly cemented (clays/claystones; sands/poorly lithified sandstones). Therefore, the fossil record, only slightly influenced by diagenesis, could include components that were usually destroyed in other regions. In addition, the shallow epeiric sea was extremely extensive over the Baltic Shield, and its duration in the geologic time-scale was also uniquely long.



Text-fig. 1. Location map; stratigraphic section in the Sablino Caves

Text-fig. 1. Location map; stratigraphic section in the Sablino Caves

In the St. Petersburg region, the Middle Cambrian, represented by the Sablino Formation, is best exposed in the vicinity of the village Sablino. Fine-grained quartzose sands are accessible for study in the so-called "Sablino Caves" (tunnels for

glass sand extraction; Text-fig. 1), ca. 50 km ESE of the city centre of St. Petersburg (see, e.g. Ershova *et al.* 2006 for a geologic sketch map of the area). Only the uppermost 50- 60 cm of the Sablino Formation shows trace fossils and bioturbate structures; the same layer also yields structures morphologically resembling Ediacaran-like body fossils. These are limited to the lower to middle part of the bioturbated layer; the maximum bioturbation has been ascertained to be at a few decimetres above the layer bearing the presumed body fossils (Text-fig. 1).

The Sablino Formation is overlain by the Ladoga Formation, several centimetres thick (locally missing) and composed of black clay. The following succession of strata is represented by the Upper Cambrian sands of the Tosna Formation (cf. Dronov *et al.* 2005 for stratigraphic details).

### **Ichnofossils and body fossils**

The palaeontological content of the Sablino Formation can usually be studied only from vertical, oblique and horizontal cross-sections in consolidated sand on the walls and roofs of the mine tunnels. Collection of samples is very problematic both technically (the rock tends to disintegrate to individual grains) and legally (the tunnels are a technical monument accessible to the public). However, a few structures were ground serially both *in situ* and in the laboratory; the series of cross-sections was drawn and/or photographed. This enables us to describe the biogenic structures three-dimensionally.

The ichnologic content of the uppermost 60 cm of the Sablino Formation consists both of indeterminate bioturbation structures (spots, disturbed laminae) and of identifiable trace fossils. The ichnofabric index ranges from 1 (= no bioturbation) to 2 (= few percent of the bioturbated substrate); the index usually increases upwards. Individual colonisation horizons can be seen in only a few places (PI. 1, Fig. 2), showing, however, very limited lateral extent.

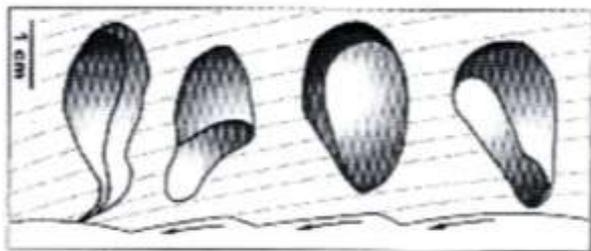
Among identifiable trace fossils, the ichnogenera *Diplocraterion* Torell, 1870 and *Skolithos* Haldeman, 1840 were recognized (PI. 1, Figs 3-5).

*Diplocraterion* (PI. 1, Figs 4, 5) is represented by vertical U-shaped tubes showing a reworked lamina (spreite) between the limbs of the U. The spreite is in some cases deflected, ladle-like. The tube is up to 10 mm in diameter, smooth, unlined, with maximum depth of the structure 50 mm. Crosscutting relationships show that *Diplocraterion* can disturb the cuplike bodies as described below. For description, relations and figures of the ichnogenus and its particular ichnospecies see Fiirsich (1974), Hantzschel (1975), Fillion and Pickerill (1990). According to these authors, *Diplocraterion* is the dwelling burrow of a suspension feeder, characteristic of settings with relatively strong wave and current energy. The specimens from Sablino cannot be, according to the section observed, identified at the ichnospecific level.

The ichnogenus *Skolithos* (PI. 1, Fig. 3) displays vertical and steeply oblique shafts, 2-8 mm in diameter, up to 60 mm in depth. The shafts are solitary or in widely spaced groups (usual spacing 1-5 cm). Walls of the shafts are probably always smooth, probably unlined but made visible by dark (? manganiferous)

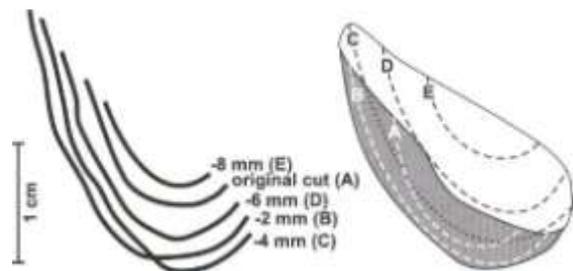
precipitates. For systematic ichnology of *Skolithos* and its ichnospecies see, e.g., Alpert (1974, 1975), Fillion and Pickerill (1990). *Skolithos* is typically a dwelling burrow; in the described material, some vertical shafts might also represent escape structures, as chevron-like patterns can be observed on their top parts.

Another kind of biogenic structure is represented by shallow, relatively wide shafts with "flame-like" structures in their upper parts (Pl. 1, Fig. 2). These structures, purely on a morphological basis, resemble body fossils of sea anemones. They can be explained by the collapse of hollow dwelling burrows; the "flames" possibly originated from the collapse of a thin mud drape (? algal mat) covering the sea bottom.



Text-fig. 2. A three-dimensional reconstruction of the "cup-like" body fossils from the top of the Middle Cambrian at Sablino and their presumed position in the substrate. Presumed mechanism of shifting the substrate (i.e. current ripples) is also marked

Text-fig. 3. A three-dimensional reconstruction of a cup-like body based on serial cutting by a knife in situ; cross-sections normal to bedding. Distance between the cuts = 2 mm. The model was made from cardboard at 1:10 scale and then photographed and drawn



The morphological analogues of Ediacaran-like fossils display thin (up to 0.5 mm) cross-sections in the form of a regular to slightly irregular C, U or J. Circular cross-sections are rare; exceptionally, the cross-section is an asymmetrical S (Pl. 1, Figs 5-6). Cross-sections resembling broad Us or Cs are typically observed in vertical cross sections up to 20 mm deep and 10-15 mm of horizontal extent. The resulting shapes, reconstructed on the basis of the cross sections, are irregular, minute cups (Text-figs 2,3). Walls of the cups are smooth, with no preserved inner structure. Only a division crack filled with clay substance and poor ferruginous/manganiferous cement is observed. These structures resemble "cup-shaped" Ediacaran animals, among which the genus *Emietta* is closest by its general body-plan (cf. Dzik 1999); some similarities can be found also to *Ediacaria*, *Cyclomedusa* and *Nemiana* (cf. Runnegar and Fedonkin 1992; Natalin *et al.* 2006; M. Fedonkin, personal communication, 2007).

Crosscuttings between trace fossils and the cuplike forms are rare, but in all observed cases burrows of the ichnogenus *Diplo craterion* crosscut the cup-like structures. The cup-like bodies do not crosscut mutually, but may touch; usually they are arranged in weakly bordered clusters, where the average distance of the individuals reaches 5-10 mm; outside the clusters, the distance may be 20 or more cm.

Plate 1

1 – A view of the gallery at the Sablino Caves showing rocks of the Sablino, Ladoga and Tosna formations.

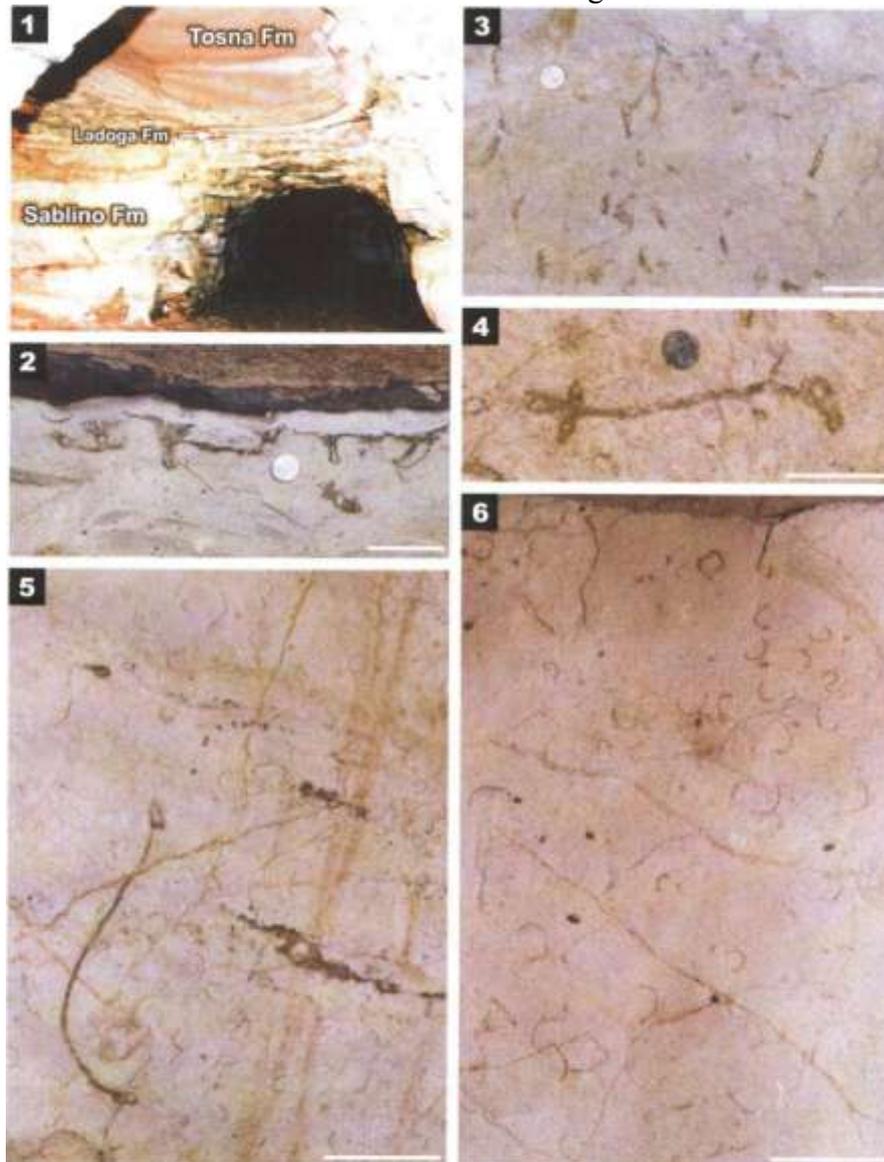
2 – Shafts of undetermined trace fossils with "flame-like" structures in their upper parts, top of the Middle Cambrian, Sablino Caves

3 – *Skolithos* isp., top of the Middle Cambrian, Sablino Caves

4 – *Diplocraterion* isp. (horizontal cross section), top of the Middle Cambrian, Sablino Caves

5-6 – Horizontal and oblique cross sections of body fossils, top of the Middle Cambrian, Sablino Caves

Scale bars = 5 cm for all figures



### Conclusions

The cup-like bodies found in the Sablino Formation may represent remnants of soft-bodied body fossils that lived partly or completely buried in sand substrates in dynamic (but not extremely dynamic) settings, as shown by the colonisation of producers of *Skolithos* and *Diplocraterion*. This simple ichnoassemblage corresponds to the classical *Skolithos* ichnofacies (e.g., Seilacher 1967).

The cup-like forms were probably not capable of movement as they left no corresponding bioturbation structures. The influx of nutrition may have been mediated by the whole body surface (with the help of symbiotic autotrophic organisms?) or through thin pores and connected canals inside the body (as in sponges).

The environment's high current and wave energy was evidently unsuitable for the development of typical Cambrian fauna, e.g., trilobites, as their body and trace fossils are absent and the bioturbation index is low. Ediacaran organisms as understood, e.g., by Seilacher (1992) and Crimes and McIlroy (1999), might have occupied a similar habitat. Thus, the survival of Ediacaran forms to the earliest Phanerozoic is possible across the extremely extensive epeiric sea of the Baltic region.

### **Acknowledgements**

The paper resulted from the research funded by the Czech Science Foundation, Grant Projects No. 205/04/0151 and 205/09/1521. We thank Andrew K. Rindsberg (Livingston, Alabama), Soren Jensen (Badajoz) and Jolanta Paczesna (Warszawa) for helpful review comments. The contents of the paper, however, are fully the responsibility of the authors.

### *References*

1. Alpert, S.P. 1974. *Systematic review of the genus Skolithos*. *Journal of Paleontology*, 48, 661-669.
2. Alpert, S.P. 1975. *Planolites and Skolithos from the upper Precambrian-Lower Cambrian White-Inyo Mountains, California*. *Journal of Paleontology*, 49, 508-521.
3. Conway Morris, S. 1998. *The Crucible of Creation*, 285 pp. Oxford University Press; Oxford.
4. Conway Morris, S. 2000. *The Cambrian "explosion": Slow-fuse or megatonnage?* *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97, 4426-4429.
5. Crimes, T.P. and McIlroy, D. 1999. *A biota of Ediacaran aspect from Lower Cambrian strata on the Digermul Peninsula, Arctic Norway*. *Geological Magazine*, 136, 633-642.
6. Dronov, A.V., Tolmacheva, T., Rayevskaya, E. and Nestell, M. (Eds) 2005. *Cambrian and Ordovician of St Petersburg Region*, 62 pp. St Petersburg State University and A.P. Karpinsky All-Russian Research Geological Institute; St Petersburg.
7. Dzik, J. 1999. *Organic membranous skeleton of the Pre-cambrian metazoans from Namibia*. *Geology*, 27, 519-522.
8. Ershova, V., Fedorov, P. and Mikulas, R. 2006. *Trace fossils on and above the transgressive surface: substrate consistency and phosphogenesis (Lower Ordovician, St Petersburg region, Russia)*. *Geologica Carpathica*, 57, 415-422.
9. Fedonkin, M.A. and Vickers-Rich, P. 2007. *Podolia's Green Valleys*. In: Fedonkin M.A., Gehling J.G., Grey K., Narbonne G.M. and Vickers-Rich P. (Eds), *The Rise of Animals: Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia*, pp. 149-155. Johns Hopkins University Press; Baltimore.
10. Fillion, D. and Pickerill, R.K. 1990. *Ichnology of the Upper Cambrian to Lower Ordovician Bell Island and Wabana groups of eastern Newfoundland, Canada*. *Palaeontographica Canadiana*, 7, 1-119.
11. Fiirsich, F.T. 1974. *Ichnogenus Rhizocorallium*. *Palaentologische Zeitschrift*, 48, 16-28.
12. Gehling, J.G. 2001. *Proterozoic Ediacara Member within the Rawnsley Quartzite, South Australia*. *Petroleum Abstracts*, 41, 30.
13. Gehling, J.G. and Rigby, J.K. 1996. *Long expected sponges from the Neoproterozoic Ediacara fauna of South Australia*. *Journal of Paleontology*, 70, 185-195.
14. Glaessner, M.F. and Wade, M. 1966. *The late Precambrian Fossils from Ediacara, South Australia*. *Palaeontology*, 9, 599-628.

15. Hagadorn, J.W., Fedo, C.M. and Waggoner, B.M. 2000. Early Cambrian Ediacaran-type fossils from California. *Journal of Paleontology*, 74, 731-740.
16. Hantzschel, W. 1975. Trace fossils and problematica. In: Teichert, C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W (Miscellanea), suppl. 1*, 269 pp. University of Kansas Press and Geological Society of America; Lawrence and Boulder.
17. Horodyski, R.J. 1991. Late Proterozoic megafossils from southern Nevada. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 23, 163.
18. McMenamin, M.A.S. 1996. Ediacaran biota from Sonora, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 93, 4990-4993.
19. McMenamin, M.A.S. 1998. *The Garden of Ediacara*, 295 pp. Columbia University Press; New York.
20. Narbonne, G.M. 2005. The Ediacaran biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 33, 421–442.
21. Natalin, N.A., Dronov, A.V. and Mikulas, R. 2006. Trace fossils and soft-bodied Metazoa in terrigenous deposits of the Middle Cambrian, St Petersburg Region. *Annual Meeting of the All-Russian Palaeontological Association (VPO), April 2006, Abstracts*, p. 25. [In Russian]
22. Pflug, H.D. 1972. Systematik der jung-prakambrischen Petalonamae Pflug 1970. *Palaontologische Zeitschrift*, 46, 56-67.
23. Runnegar, B. and Fedonkin, M. 1992. Evolution of the earliest animals. In: Schopf, J.W. (Ed.), *Major Events in the History of Life*, pp. 369-388. Jones and Bartlett; Sudbury.
24. Seilacher, A. 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, 5, 413-428.
25. Seilacher, A. 1992. Vendobionta and Psammocorallia. *Journal of the Geological Society of London*, 149, 607-613.
26. Xiao, S. and Laflamme, M. 2008. On the eve of animal radiation: phylogeny, ecology and evolution of the Ediacara biota. *Trends in Ecology and Evolution*, 24, 31-40.
27. Waggoner, B.M. 1998. Interpreting the earliest metazoan fossils: What can we learn? *American Zoologist*, 38, 975-982.

## AN INTERDISCIPLINARY APPROACH USING A LITHOPHONE

Adriana P. B. Tufaile<sup>1</sup>, Alberto Tufaile<sup>1</sup>, Carlos Molina Mendes<sup>1</sup>, Arlino C. Liverio Jr.<sup>1</sup>, Eduardo M. Santos<sup>1</sup>, Rosely A. L. Imbernon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> School of Arts, Sciences and Humanities - University of São Paulo- EACH-USP, São Paulo, Brazil

<sup>2</sup> Program in Teaching and History of Earth Sciences (PTHEs) – IGe – University of Campinas - UNICAMP, Campinas, Brazil,  
[imbernon@usp.br](mailto:imbernon@usp.br)

### 1. Introduction

Rocks are used in musical instruments since the emerging of music. Lithophones, from the Greek *lithos* (stone), are percussion instruments based on rock plates. They are similar to the more usual xylophones, but with unique musical characteristics which reflect their peculiar design. In England, the history of lithophones dates back to 18<sup>th</sup> century [Ng].

Our objective in this work is twofold. We have constructed and analyzed a lithophone in order to use it as education tool in the teaching of Geology and

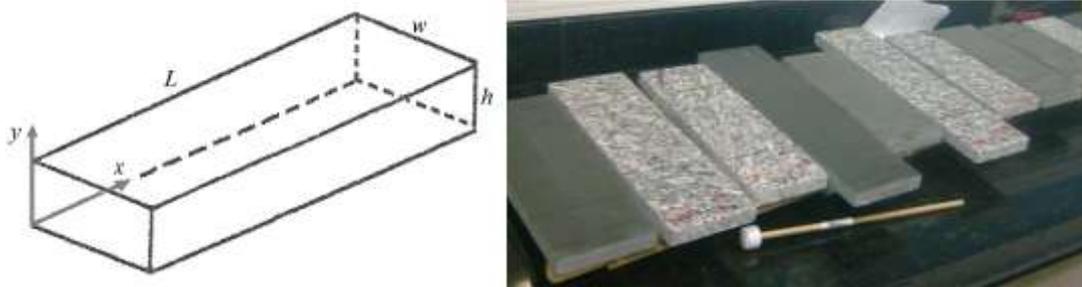
Physics. An appealing subject, Music, is the central theme in the interdisciplinary approach introduced here. For instance, in the design of the instrument one should characterize the rock plates and know the relation of the frequency and the length of the plates, in order to select particular musical notes. Another main goal of the present work is to use the sound of the rock plates as a tool in the characterization of elastic characteristic of materials. Our results suggest that the approach presented should work as an education tool for a broad audience.

## 2. Methodology

We have chosen two types of rock, granite (igneous rock) and slate (metamorphic rock), which are frequently used as decorative rocks in Brazil.

The samples plates have six different lengths ( $L$ ) from 0.174 m to 0.437 m. The lengths were chosen in a way that they are not multiples one to another. The height ( $h$ ) of the plates is around 22 mm and the width ( $w$ ) is around 0.103 m. For each size we have two different samples, some of them are shown in **Fig. 1**. Twelve samples of granite and twelve samples of slate have been stroked with a mallet and the resulting sound samples have been recorded in wave-format files. The microphone used is standard, common in any computer multimedia package. The sampling rate of the recorded sound has been from 8 kHz to 42 kHz, depending of the frequencies of the sound. In order to reduce the damping, the plates were lying in wood supports placed at 22.4% and 77.6% of the plate's length [Ng].

For sake of comparison, we have also recorded the sound of an aluminum rod, known as “meditation chime”, or “energy chime”, or “Zen chime” (**Fig. 2**). The diameter ( $a$ ) of this cylindrical plate is 12.5 mm and his length is 133 mm. We have recorded the sound of a metallophone (a child's metal xylophone) as well. A metallophone is any musical instrument consisting of tuned metal plates which are struck with a mallet to make musical sound. The plate of the metallophone we have analyzed has  $L = 107$  mm,  $w = 28$  mm,  $h = 2$  mm, although the shape of the plate is not rectangular as we can see in **Fig. 2**. It makes a *Do* or *A* note.



*Fig. 1. Left: The geometry of the rock plates. Right: Some plate samples of granite and slate and the mallets. The tip of the mallet is made of Nylon. The samples are lying in two wood supports*



Fig. 2. Left: a solid **aluminum** rod used as a meditation chime, and its wood mallet. Right: a child's metal xylophone (metallophone). We have analyzed the sound of the lengthiest plate

The signal recorded is shown as a function of time in Figs. 3, 4, and 5. At the right side of these figures, there is a close up of the wave signal, and in the left side, the signal is shown in a longer time interval. The amplitude decay of the sound from the rocks is faster than the ones from the chime and the metallophone. The waveform of chime sound is sinusoidal and the wave form of the rocks and the metallophone are richer. The waveform depends on the ratio of the amplitude of the frequencies in the sound wave. The waveform is also related with the timbre of the musical instrument.

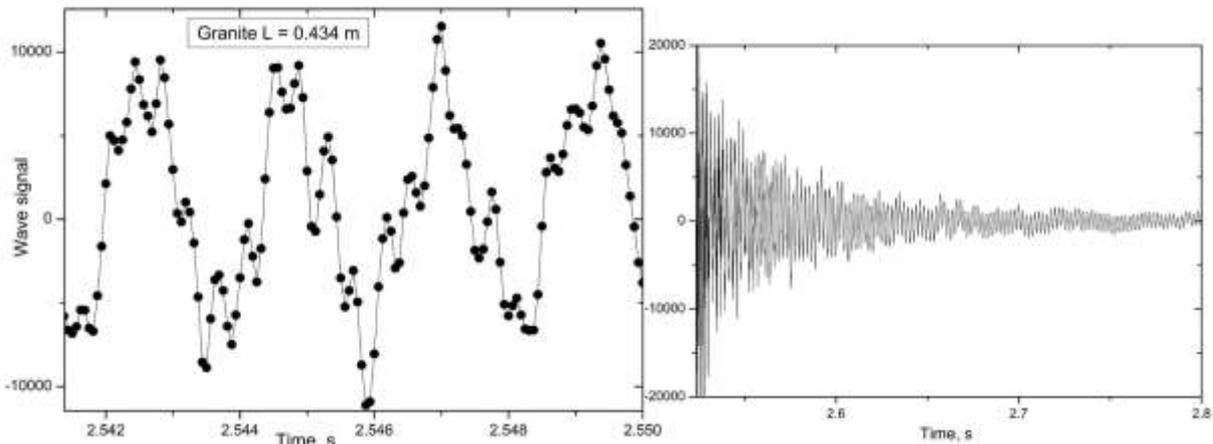


Fig. 3. Wave signal recorded for a granite plate as function of time, for two different time intervals

### 3. Theoretic model

The transverse vibrations in a horizontally placed plate (Fig. 1) are governed by de wave equation [Fletcher]:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -\frac{EK^2}{\rho} \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} \quad \text{Eq. 1}$$

where  $t$  is time, the direction of  $y$  is vertical, the direction of  $x$  is horizontal.  $E$  is Young's modulus,  $\rho$  is the density of the material, and  $K$  is radius of gyration of the cross section of the plate. In the case of rectangular plates  $K = h/(\sqrt{12})$ , and for the cylindrical plate (rod)  $K = a/4$ .

Young's modulus,  $E$ , is also called elastic modulus is a measure of the stiffness of a material.

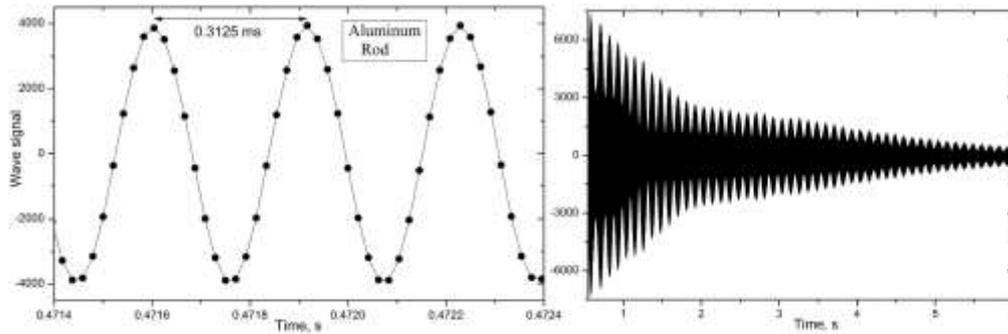


Fig. 4. Wave signal recorded for the aluminum rod (meditation chime) as function of time, for two different time intervals.

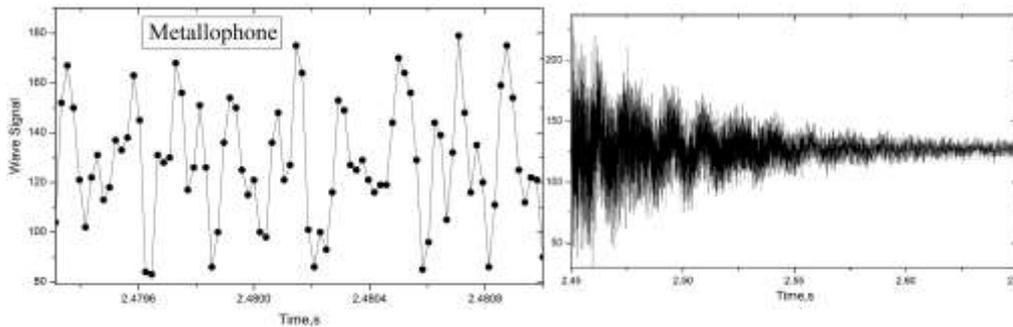


Fig. 5. Wave signal recorded for a Do plate of the metallophone as function of time, for two different time intervals

The boundary conditions for plates that can vibrate with free ends allow the frequencies given by [Fletcher]:

$$f_n = \frac{\pi K}{8L^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}} [3.011^2, 5^2, 7^2, \dots, (2n+1)^2] \quad \text{Eq. 2}$$

These frequencies are the natural or resonance oscillations of the system. The first frequency is also called fundamental frequency and the modes with  $n > 1$  are the higher overtones.

In 1822, Fourier demonstrated that a continuous and periodic function can be decomposed into a series of simple harmonic functions (sine and cosine) of suitable amplitudes and phases. In a previous work [Santos] we have implemented the Fourier spectral analysis with the use of the Fast Fourier Transform (FFT) technique to find the resonance frequencies of sound. FFT is a computer algorithm used to compute the Fourier method that transforms a function of time in a function of frequency. The peaks in the frequency profile indicate the resonance frequencies of the system.

#### 4. Analysis of sound spectra

Using the FFT method, we have analyzed the sound of the twelve plates of slate, and twelve plates of granite, in comparison to one aluminum rod and one *Do* metallophone plate. We show the power spectrum of a granite plate in Fig. 6. The power spectra presented in Fig. 7 are from the chime and the metallophone.

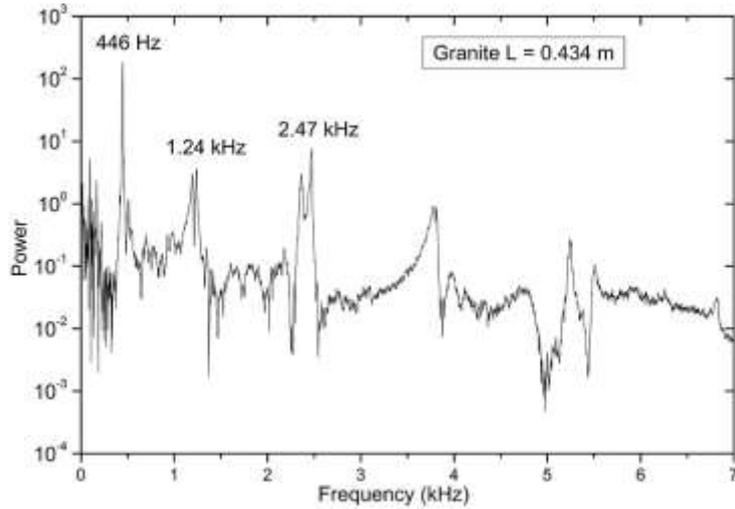


Fig. 6. Power Spectrum of the sound from a granite plate

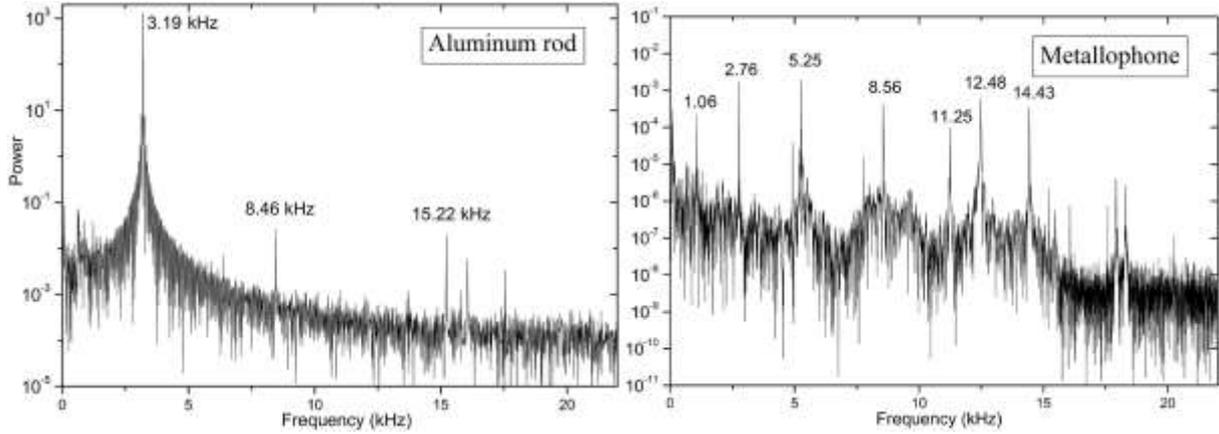


Fig. 7. Power spectra of the sound of the meditation chime (left) and of a Do plate of the metallophone (a child's metal xylophone) (right)

The ratios of the three first frequencies of these three systems are close to the ones predicted by Eq. 2, as shown in the Table 1.

Table 1	theory	granite	chime	metallophone
$f_2/f_1$	2.756	2.8	2.7	2.6
$f_3/f_1$	5.404	5.5	4.8	5.0

In Fig. 8, we show the logarithm of the first frequency of each rock plate as function of the plate length. The experimental data agree with theoretical prediction (Eq. 2), i.e., the frequency is inversely proportional to length square.

We have measured length, width, height (respectively  $L$ ,  $w$ ,  $h$ ) and the mass of the rock plates, in order to calculate the density ( $\rho$ ) of the samples. The average height of the samples is 21.1 mm for the granite plates, and 22.1 mm for the slate plates. Using the values of  $\rho$ ,  $L$ ,  $h$ , and the linear coefficients (intercept) of the fitted functions shown in Fig. 8, we have calculated the Young's modulus ( $E$ ) of the rocks. The values of  $\rho$  and  $E$  are presented in Table 2.

Table 2	Density, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Young's modulus, $E$ (GPa)
Granite	$2.85 \cdot 10^3$	48
Slate	$2.90 \cdot 10^3$	78
Aluminum	$2.70 \cdot 10^3$ [Kochkin]	69

Young's modulus is a critical parameter to describe the rock's behavior under loading [Santi]. For the rocks plates we have used the coefficient of the fitted function, for the aluminum rod we have used just the fundamental frequency ( $f_1$ ), the density ( $\rho$ ), the length ( $L$ ) and the diameter ( $a$ ) of the rod in Eq. 2.

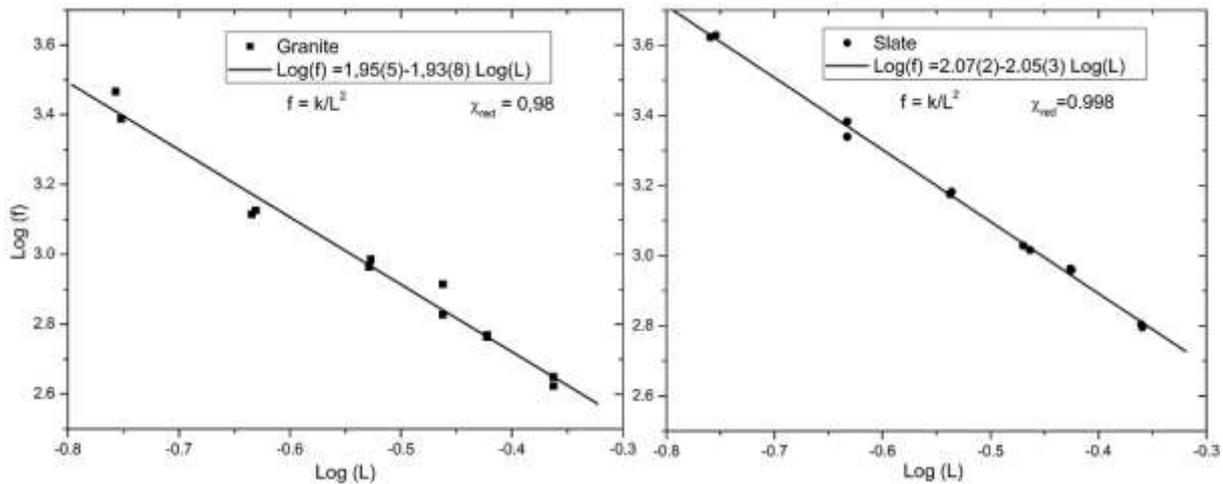


Fig. 8. The fundamental frequency ( $f_1$ ) versus the length ( $L$ ) of the rock plates in logarithm scales. The function described by Eq. 2 is fitted to the data

## 5. Conclusion

Using a personal computer with a common microphone and software to perform the spectral analysis, the sound of musical instruments made of rock plates can be studied. The observed data are predicted by a simple physical model. The method can also be used to characterize mechanic features of the material, and the approach works for instruments based on rock and metal. The appeal of music and musical instruments can turn a lithophone project into an educational tool in areas such as Geology, Physics and Arts. The work presented may be useful even in apparently unrelated fields such as Physiology, since our ears do perform a sort of frequency analysis.

## References

- [Fletcher] Neville H. Fletcher, Thomas D. Rossing, "The Physics of Musical Instruments", Springer, New York, 1991.
- [Kochkin] N. I. Kochkin, M. G. Chirkevitch, "Prontuário de Física Elementar", Mir, Moscow, 1986.
- [Ng] Kia Ng, Bee Ong, "Interactive Multimedia Rocks for Geology", in International Conference of Electronic Visualisation and the Arts, British Computer Society, 2010.
- [Santi] P. M. Santi, J. E. Holschen, R. W. Stephenson, "Improving Elastic Modulus Measurements for Rock Based Geology", Environ. & Eng. Geoscience, v. VI, n.4, 333, 2000.

[Santos] E. M. Santos, C. Molina, A. P. B. Tufaile, “Violão e guitarra como ferramentas para o ensino de física” (*Acoustic and electric guitars as tools for the physics teaching*) *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, 2013.

## GEOCHEMICAL AND ISOTOPIC STUDIES ON THE PIRRIT HILLS GRANITE IN WEST ANTARCTICA

Hyo Min Lee<sup>1,2</sup> and Seok Won Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, [hmlee@kigam.re.kr](mailto:hmlee@kigam.re.kr)*

<sup>2</sup> *Department of Geoenvironmental Sciences, Kongju National University*

Antarctica is composed of East Antarctica and West Antarctica, which are separated by the Transantarctic Mountains (TAM) and has been known as the key place to reconstruct the paleogeography of the Gondwana supercontinent. West Antarctica with relatively thin crust (25-30km) can be divided into five discrete crustal blocks that form topographic highs. The Mesozoic geology of West Antarctica is largely related with the break-up of the Gondwana supercontinent and offers a good example for understanding magmatism associated with the continental break-up process. The Pirrit Hills granite occurs as an isolated pluton in the Ellsworth-Whitmore Mountains block, which is the center of five blocks in the present configuration.

The Pirrit Hills granite mainly consists of quartz, alkali feldspar, and plagioclase with minor amounts of biotite, muscovite, and opaque minerals. It is a highly homogeneous, strongly fractionated, and mildly peraluminous granite and belongs to A-type granites with A2-type characteristics, suggesting its generation in an anorogenic environment. The strong enrichment of HREE and significant negative Eu anomalies suggest that the granitic magma was produced by a small degree of partial melting of a garnet granulitic source in the unusually hot lower crust.

The  $\epsilon_{Nd}(t)$  of the Pirrit Hills granite ranges from -4.0 to -4.4 and is quite uniform. The ranges of initial Nd isotope ratios for the Pirrit Hills granite are quite constant, whereas initial Sr isotope ratios are a considerable spread, due to the REE tetrad effect. However, on the Rb-Sr and Sm-Nd isochron diagrams, initial Sr isotope ratio is  $0.711 \pm 0.025$  ( $2\sigma$  SE) and initial Nd isotope composition is  $0.512207 \pm 0.000017$  ( $2\sigma$  SE). Thus, the continental crust are suitable for the major source region of the Pirrit Hills granite.

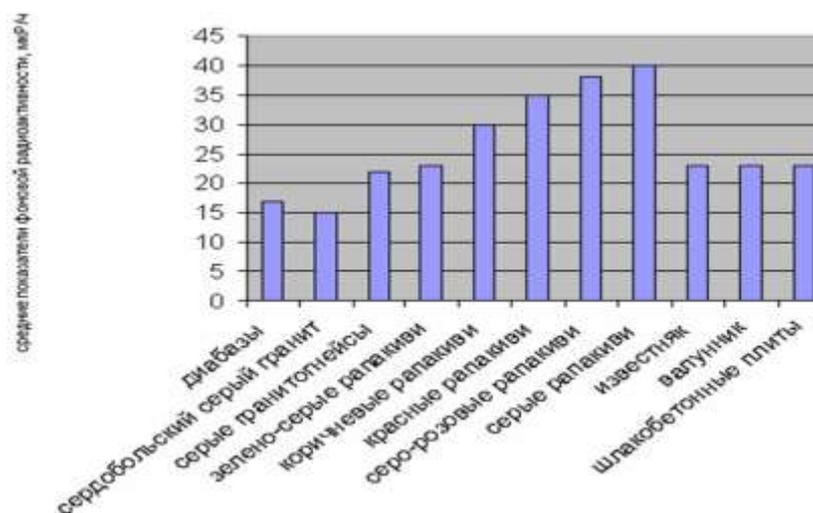
The U-Pb zircon age, the Rb-Sr and Sm-Nd whole rock ages are  $164.5 \pm 2.3$  Ma (MSWD=1.3),  $159 \pm 7.5$  Ma (MSWD=42), and  $168 \pm 23$  Ma (MSWD=32), respectively, which is 8 to 9 Mys younger than a former Rb-Sr whole rock age ( $173 \pm 3$  Ma), and correspond to the first rifting stage of the break-up of Gondwana (at 165 Ma). We suggest this age to be the emplacement age of the Pirrit Hills granite. The A-type Pirrit Hills granite was emplaced in the Middle Jurassic accompanying crustal thinning due to the break-up of Gondwana.

## О ПРИЧИНАХ ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ ГРАНИТОВ ВЫБОРГСКОГО МАССИВА

*В.В. Гавриленко, О.Л. Галанкина, М.А. Коломоец, А.А. Мелешко  
РГПУ им. А.И. Герцена, ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург*

Гранит рапакиви является одним из каменных символов Санкт-Петербурга. Из него высечена Александровская колонна, на монолите из этого гранита установлен «Медный всадник», из рапакиви сделаны колонны Исаакиевского собора, пьедесталы скульптур в саду у Адмиралтейства и подножие памятника Николаю I на Исаакиевской площади, им облицованы многие дома, набережные и улицы города. Начиная с XVIII века, красный и розовый граниты с характерной овоидной структурой добываются из Выборгского массива. В XX в. на севере Карельского перешейка начал добываться и очень широко использоваться серый, тоже овоидный, гранит рапакиви.

Радиометрические исследования, проведённые нами на различных площадках в центральной части города, свидетельствуют о том, что среди различных типов облицовочного камня, использованного в строительстве, все цветовые разновидности рапакиви выделяются повышенным радиоактивным фоном (рис. 1). Следует, впрочем, отметить, что при этом уровень радиоактивности остаётся достаточно низким и не представляет никакой опасности для населения.



*Рис. 1. Сводная диаграмма показателей радиоактивного фона для различных типов облицовочных пород*

Для выявления причин относительно повышенной радиоактивности рапакиви, образцы серых и розовых гранитов были подвергнуты микрорентгеноспектральному анализу, в результате которого выявлены различные минералы, несущие радиоактивные элементы. Следует отметить, что подобное детальное минералого-геохимическое исследование рапакиви проведено впервые, и при этом выявлены минералы, ранее не известные в Выборгском массиве.

Прежде всего, как в красных, розовых, так и в серых разновидностях гранитов установлен торит ( $\text{ThSiO}_4$ ). Он образует многочисленные кристаллы размером до нескольких десятков нм, которые обычно приурочены к выделениям биотита или развивается на границе биотита и полевого шпата. При этом во всех случаях вокруг зёрен торита наблюдается кайма хлорита, что, очевидно, свидетельствует о более позднем возникновении торита, по отношению к вмещающей слюде. Состав торита отражён на рис. 2, на котором приведены отдельные примеры состава этого минерала. Во многих случаях в торите наблюдается и примесь урана, содержание которого в торите составляет более 10%  $\text{UO}_2$ . Из других примесей отмечаются редкоземельные элементы, железо, фосфор, свинец и некоторые другие.

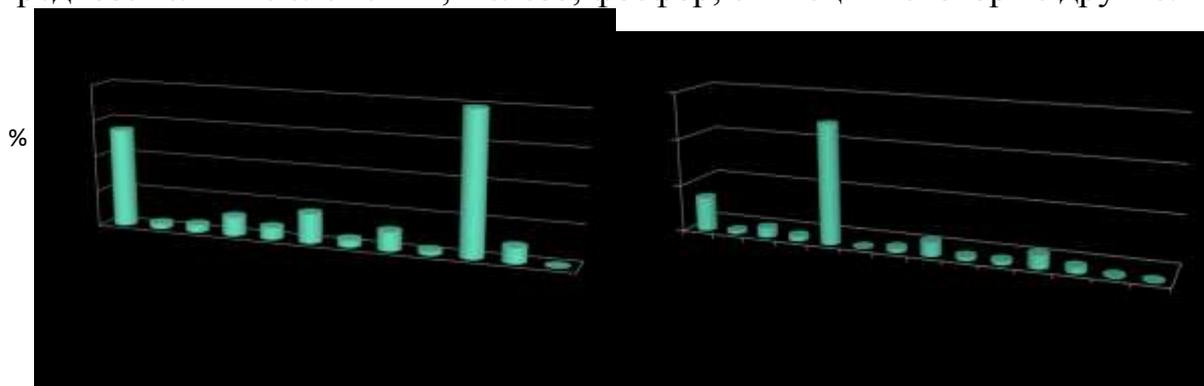


Рис. 2. Состав торита в розовом (слева) и сером (справа) гранитах

Одним из наиболее распространённых акцессорных минералов во всех типах гранитов является циркон ( $\text{ZrSiO}_4$ ), обычный состав которого приведён на рис. 3. В качестве примесей на уровне десятых долей % часто устанавливается торий, уран, редкоземельные и другие элементы.

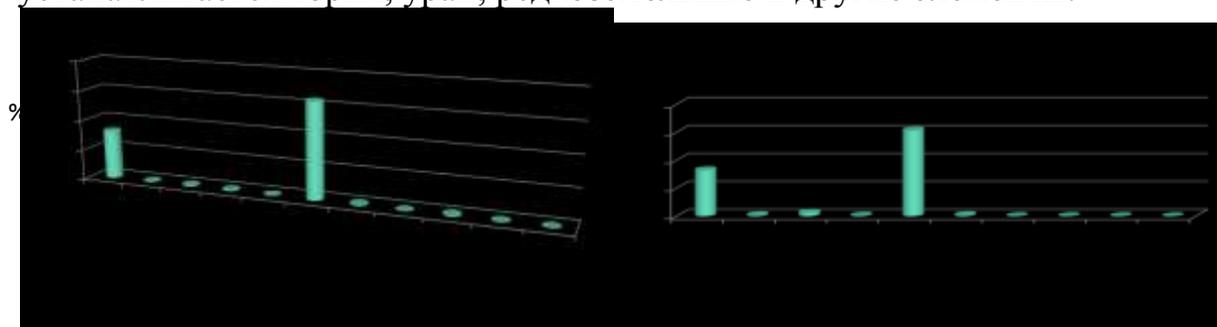


Рис. 3. Состав циркона в розовом (слева) и сером (справа) гранитах

Из других минералов, вызывающих интерес, с точки зрения проблемы радиоактивности пород, обращает на себя внимание бастнезит  $(\text{Ce, La...})\text{FCO}_3$ , широко распространённый преимущественно в розовых гранитах. Однако чувствительность микрорентгеноспектрального анализа не позволяет оценить уровень содержания в бастнезите урана и тория. То же можно отметить и относительно алланита, мелкие выделения которого лишь в единичных случаях встречены в гранитах.

Таким образом, в результате проведённой работы установлено, что в составе акцессорных минералов, определяющих повышенную радиоактивность гранитов рапакиви, ведущую роль играет торит, впервые установленный в породах массива. Важную роль играет, по-видимому, и циркон за счёт его достаточно широкой распространённости. Другие минералы в общем балансе радиоактивных элементов играют второстепенную роль.

Полученные данные могут быть использованы и при анализе других аспектов экологической геологии района. Известно, что Выборгский массив является зоной повышенной радоноопасности. В связи с вновь полученными данными, в составе изотопов радона здесь должен присутствовать, прежде всего,  $^{220}\text{Rn}$ , обычно называемый тороном, с периодом полураспада 55,6 сек. Для выявления конкретной картины радоноопасности в районе необходимы дальнейшие, более детальные исследования площадной распространённости радиоактивной минерализации в различных породах массива.

## **ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ФОНА ГАТЧИНСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Волков В.В., Зарина Л.М., Филиппова В.О.  
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Оценка радиационного фона является одним из важнейших условий для обеспечения безопасности населения. Потенциальная радиационная опасность для жителей г. Гатчины и Гатчинского района связана с наличием таких объектов, как ПИЯФ РАН (реактор ВВР-М, мощностью 18 МВт) и находящейся в 40 километрах от г. Гатчины ЛАЭС (4 реактора РБМК, мощностью 1000 МВт каждый). Не решена проблема с утилизацией отработанного ядерного топлива, оно хранится на самой станции. Кроме того, на территории района работают следующие предприятия, использующие радиоактивные вещества и другие источники ионизирующего излучения: НПО «Радиевый институт», ЦНИИ КМ «Прометей», ЦНИРРИ, Отделение протонной терапии, НПО «Ленинец», ЭМЗ «Буревестник», НПО «Азимут», поликлиники и военные части. Через территорию района и города Гатчины проходит ветка железной дороги в порт Усть-Луга, который, согласно информации Администрации Санкт-Петербурга, является источником радиационной опасности.

Под радиационным фоном понимается радиоактивное излучение от естественных и техногенных источников, которое суммируется из следующих компонентов: космическое излучение, излучение от природных радионуклидов, находящихся в воздухе, земной коре и других объектах окружающей среды, а так же излучение от техногенных радионуклидов.

На поверхности Земли с момента её образования и до наших дней ни в одну из геологических эпох не было зон, свободных от радиоизотопов или

полностью защищённых от ионизирующего излучения. Основные радионуклиды, встречающиеся в горных породах, –  $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$  и изотопы двух радиоактивных семейств, берущих начало от  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$ . Из горных пород и почв продукты их распада ( $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  и др.) поступают в грунтовые воды, реки, моря и океаны, накапливаются в живых организмах.

Источниками техногенного радиационного фона являются: атомная энергетика, ядерные аварии и испытания, захоронения ядерных отходов, строительные материалы из природного камня, обладающего повышенной радиоактивностью, медицинские учреждения, кроме того, короткоживущие изотопы попадают в окружающую среду в результате сжигания углеводородов.

На территории Гатчинского района начиная с 1956 г. – года постройки ПИЯФ РАН, – проводится гамма-спектрометрический мониторинг. Сейчас, помимо сотрудников ПИЯФ, этим занимаются местные экологические организации (Общество друзей Гатчинского парка) и ученики школьных экологических кружков, в т.ч. Экологического кружка Лицея №3 (г. Гатчина). Огромный вклад в изучение радиационного фона внесли педагоги Вижуткина Л.П., Красильников Ю.А., а также их ученики.

Согласно Нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009), нормой радиационного фона принято считать значение, не превышающее  $0,20$  мкЗв/час. Безопасным уровнем для человека считается порог в  $0,30$  мкЗв/час, т.е. облучение дозой  $0,30$  мкЗв в течение часа. Измерение уровня радиационного фона обычно ведется в мкЗв/час или мкР/час.  $1$  мкР/час по биологическому действию примерно равен  $0,01$  мкЗв/час.

На территории Гатчинского района в 2012 г. нами были произведены следующие гамма-спектрометрические замеры с помощью широкодиапазонного дозиметра ДРГ-01Т1 по методике, изложенной в НРБ-99/2009:

1) Замеры радиационного фона воздуха, проводились с учётом уровня солнечной радиации: солнечные дни  $+2-4$  мкР/ч в зависимости от альбедо поверхности Земли, пасмурные  $+1-3$  мкР/ч, ночь  $+0,5-1$  мкР/ч.

2) Замеры радиационного фона грунта проводились без его изъятия в полевых условиях. Поэтому погрешность замеров может составлять до 15-20%.

3) Замеры радиационного фона искусственных и натуральных камней и материалов в полевых условиях.

4) Замеры радиационного фона древесины.

В каждой точке проводилось по три измерения, для каждого измерения высчитывались поправки.

Всего было произведено более 1500 измерений.

В наиболее густонаселённых районах г. Гатчины (Хохлово поле, Рошинский, Въезд, Центр, Аэродром) проводились площадные измерения по регулярной сети. Максимальное отклонение от заданных точек не превышало 15 м. Помимо этого, точки замеров были заложены у всех потенциально опасных объектов.

В населённых пунктах Коммунар, Вырица, Сиверский, Колпаны, остальных районах г.Гатчины проводились маршрутные замеры. Точки были расположены возле потенциально опасных мест и мест массового скопления народа.

Во всех остальных населённых пунктах Гатчинского района проводились точечные замеры с целью выявления общих закономерностей радиоактивного фона Гатчинского района.

К потенциально опасным объектам были отнесены: предприятия и учреждения, использующие радиоактивные вещества и источники ионизирующего излучения; свалки и предприятия по переработке мусора; гранитные сооружения и валуны; известняковые обнажения (в т.ч. карьеры); места выходов на поверхность радона (берега р. Оредеж и её притоков); места обнажений сланцев (в районе г. Коммунар).

Результаты исследования приведены в таблицах 1-2.

*Табл. 1. Результаты гамма-спектрометрических измерений, г. Гатчина*

Объект измерения	Минимальное значение, мкР/ч	Среднее значение, мкР/ч	Максимальное значение, мкР/ч
Воздух	7,0	12,7	17,0
Грунт	11,0	13,4	18,0
Гранит	20,0	<b>32,3</b>	<b>57,0</b>
Известняк	16,0	18,8	<b>22,0</b>
Кирпич	13,0	15,8	20,0
Бетон	13,0	16,5	<b>27,0</b>
Древесина	9,0	12,4	18,0

Как показывают данные таблицы 1, уровень фоновой радиации в г.Гатчине и Гатчинском районе находится в пределах установленных норм (< 20 мкР/ч). Диапазон значений экспозиционной дозы для воздуха (7-17 мкР/ч), кроме воздействия радионуклидов, содержащихся в почвах, растительности, излучения от антропогенных объектов, зависит от уровня солнечной активности, проветриваемости местности. Диапазон значений для грунтов (11-18 мкР/ч) определяется химическим и механическим составом грунта, наличием на его поверхности гранитной или известняковой крошки.

И верхний и нижний пределы уровня фоновой радиации для древесины находятся в пределах установленных норм, разница в результатах измерения зависит от погрешности измерений и уровня солнечной активности. Большинство полученных результатов находятся в пределах от 10 до 15 мкР/ч, единственный выделяющийся показатель 18 мкР/ч был обнаружен около лабораторного корпуса ЦРБ г. Гатчины. Данное отклонение, возможно, обусловлено использованием радиоактивных веществ в данной лаборатории.

Минимальный показатель для кирпича составляет 13 мкР/ч, максимальный – 20 мкР/ч. Такой разброс значений обусловлен погрешностью изме-

рений, уровнем солнечной активности и различным происхождением глины, используемой для изготовления кирпича.

Большинство результатов замеров по бетону находится в пределах от 13 мкР/ч до 18 мкР/ч. Резко выделяется лишь один результат. Замер проведенный под окном кабинета флюорографии стоматологической поликлиники показал уровень 27 мкР/ч. Такой повышенный показатель, видимо, объясняется использованием рентген оборудования в кабинете.

Разброс результатов по известняку (16-22 мкР/ч) также зависит от уровня солнечной активности и погрешности измерений. Из полученных данных можно сделать вывод, что известняк, также как бетон и кирпич не обладает повышенным радиационным фоном.

Единственным исключением является гранит (валуны, облицовки зданий и сооружений), с его средним значением экспозиционной дозы в 32,3 мкР/ч. Однако, большого влияния на здоровье жителей г. Гатчины данное излучение фактически не оказывает, т. к все граниты расположены вдалеке от мест проживания и работы жителей города.

Схожие результаты были получены нами в 2011 г. при оценке радиационного фона центральной части Санкт-Петербурга [1]. Значения экспозиционной дозы варьировали от 10 мкР/ч (растительность в сквере наб. р. Мойки, 48, корп.11-12) до 26 мкР/ч (гранитное основание решетки в Воронихинском сквере, ул. Казанская, 1-3). Средние значения экспозиционной дозы для воздуха составили 14,7 мкР/ч, для грунта – 14 мкР/ч, для бетона – 14,9 мкР/ч, для известняка – 14,1 мкР/ч.

*Табл. 2. Результаты гамма-спектрометрических измерений, промышленные центры Гатчинского района*

Объект измерения	Минимальное значение, мкР/ч	Среднее значение, мкР/ч	Максимальное значение, мкР/ч
Воздух	12,0	16,3 Сиверская 12,9 Коммунар 14,7 Вырица 14,8 Колпаны	20,0
Грунт	10,0	13,4	20,0
Гранит	19,0	<b>23,5</b>	<b>33,0</b>
Древесина	11,0	13,1	17,0

Как показывают данные таблицы 2, уровень фоновой радиации в населенных пунктах Сиверская, Коммунар, Вырица, Колпаны находится в пределах нормы. Слегка повышенный уровень в пос. Сиверский объясняется возвышенным рельефом местности, возможным нахождением  $^{137}\text{Cs}$ , выпавшего на данной территории в результате аварии на ЧАЭС, наличием выходов на поверхность радона. Единственным источником, превышающим установленные нормы, также как и в г.Гатчине является гранит. В ходе исследования не установлено негативное влияние других источников

радиационного загрязнения, включая деятельность предприятий, медицинских и военных объектов.

Точечные замеры у потенциально опасных объектов в других населенных пунктах Гатчинского района не выявили радиоактивных аномалий. Незначительные превышения норм были отмечены в известняковых карьерах на западе района (Борницкий карьер, до 23 мкР/ч) и на руинах кирхи в дер. Шпаньково (до 25 мкР/ч).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в целом радиационный фон на территории Гатчинского района находится в пределах установленных норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Не зафиксированы случаи превышения уровня фона в северной части района, примыкающей к южным окраинам Санкт-Петербурга. Не зафиксированы случаи загрязнения крупными предприятиями и другими потенциально-опасными объектами. В большинстве случаев незначительное превышение норм объяснялось повышенным естественным фоном гранита. Уровень фоновой радиации воздуха повышался постепенно с севера на юг и достигал своего максимума в долине р. Оредеж.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Филиппова В.О., Зарина Л.М. Радиоактивность горных пород в архитектуре и скульптуре территории РГПУ им. А.И. Герцена // Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация. Т.1 / Под ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – С.44-49.

## **МОНИТОРИНГ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

*Н.В. Смирнов, В.П. Челибанов, А.М. Маругин  
НИУ ИТМО, ЗАО «ОПТЭК», г. Санкт-Петербург*

Озон и синглетный кислород являются, так называемыми, активными формами кислорода. Главная особенность этих газов – высокая реакционная способность. Это позволяет им вступать в химические реакции с другими веществами, что, в свою очередь, определяет их роль, как положительную, так и отрицательную, в атмосферном воздухе, содержащем и иные малые газовые составляющие (МГС). Активные формы кислорода вступают во взаимодействие как с живыми организмами (растения, животные, человек), так и с различными конструкционными материалами. Поэтому, научно-исследовательские мероприятия – мониторинговые измерения, натурные и лабораторные эксперименты, а также научно-конструкторские разработки в области контроля активных форм кислорода – приобретают важнейшее значение.

Планируемые исследования предоставят данные по суточному изменению концентраций активных форм кислорода, происходящему в двух противоположных районах Земли – в районах южного и северного полярного круга. Исследования позволят оценить многосуточный тренд изменения концентрации активных форм кислорода (АФК). К тому же измерения АФК в закрытой экосистеме Антарктиды позволят в перспективе предложить эвристическую схему возможного обеспечения экологического баланса в природе. Понимание такого баланса является важнейшим критерием рационального природопользования, отражает процесс устойчивого развития в условиях наблюдаемой урбанизации природной среды.

В рамках составленной программы сформулированной как мониторинг изменчивости приземной концентрации синглетного кислорода и озона при различных уровнях солнечной радиации в условиях районов, близких к южному и северному полярным кругам, были выполнены следующие работы:

1. Мониторинговые измерения концентраций синглетного кислорода и озона в приземном воздухе в городе Санкт-Петербург;
2. Измерение концентраций синглетного кислорода и озона в приземном воздухе на антарктической станции Прогресс;
3. Выполнение измерений спектрального состава солнечной радиации и ее интенсивности в зените неба посредством портативного спектрометра на антарктической станции Прогресс.

#### **Методы исследования**

##### **1. Метод определения озона**

Для измерения озона был использован газоанализатор «3.02П-Р». Газоанализатор «3.02П» предназначен для измерения массовой концентрации и объемной доли озона в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны, а также для исследовательских целей. Газоанализатор представляет собой стационарный автоматический одноканальный показывающий прибор непрерывного действия, конструктивно выполненный в одном блоке. По принципу действия – хемилюминесцентный.

##### **2. Метод определения синглетного кислорода**

Для измерения синглетного кислорода был использован газоанализатор «102». Газоанализатор «102» предназначен для измерения массовой концентрации и объемной доли синглетного кислорода ( $^1\text{O}_2$ ) в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны, а также для исследовательских целей.

##### **3. Измерительный комплекс «СКАТ»**

Мониторинговые измерения концентрации активных форм кислорода в Санкт-Петербурге проводились на измерительном комплексе «СКАТ», в состав которого входят газоанализаторы активных форм кислорода (синглетный кислород и озон).

Измерительный комплекс «СКАТ» представляет собой конструктивно объединенную совокупность технических средств, в т.ч.: автоматические измерительные приборы, размещенные на приборных стойках, программно-

аппаратный комплекс ПАК 8816, системы пробоподготовки, которые размещены на стационарном посту наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, согласно требованиям ГОСТ 17.2.3.01-86 и РД 52.04.186-89.

#### 4. Портативный спектрометр

Для съема спектрального состава солнечного излучения использовался портативный спектрометр зарубежной приборостроительной организации Ocean Optics – USB2000. Спектральный диапазон прибора: 340...1020 нм.

#### Промежуточные результаты

1. В атмосферном воздухе Антарктики выявлена способность изменения (увеличения) оптической прозрачности в ультрафиолетовой области спектра в течение суток, что может быть связано с процессами окисления веществ синглетным кислородом. При этом роль возможного влияния озона на обнаруженное явление по результатам измерений не выявлена. Обнаруженная способность атмосферы Антарктики в присутствии низкого уровня концентрации антропогенных загрязнителей может рассматриваться как естественно-природное свойство самовосстановления баланса концентрации МГС атмосферы. Напротив, для атмосферы городов с развитой промышленной инфраструктурой это явления не наблюдается, процесс самовосстановления не работает.

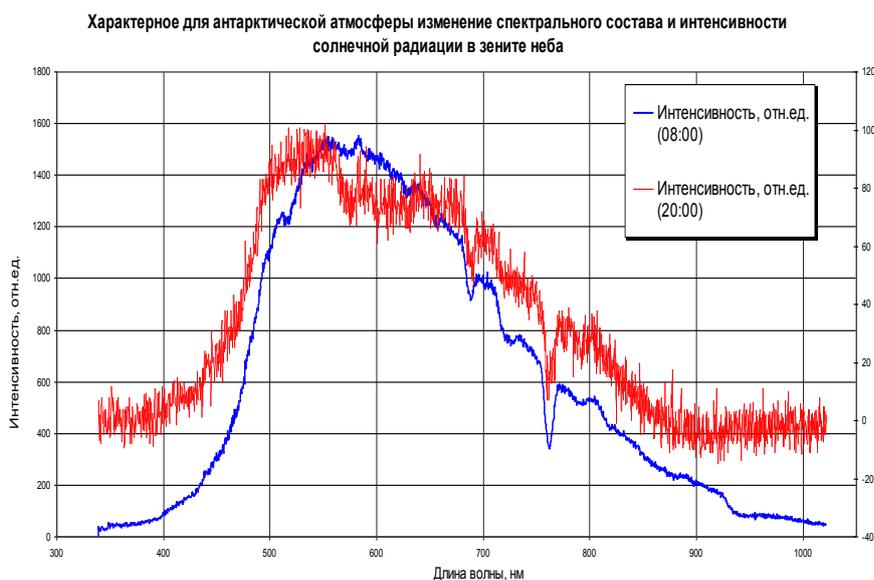


Рис. 1. Характерное распределение спектрального состава в Антарктике утром и вечером

2. Анализ изменчивости приземной концентрации синглетного кислорода и озона с одной стороны и метеорологических условий (направление и скорости ветра) с другой позволяют использовать информацию о трендах окислителей в атмосфере, как индикатор уровня воздействия антропогенных загрязнителей на окружающую среду.

3. Впервые экспериментально подтвержден эффект природного образования синглетного кислорода в полярной атмосфере на поверхности льда и снега под действие солнечного излучения.

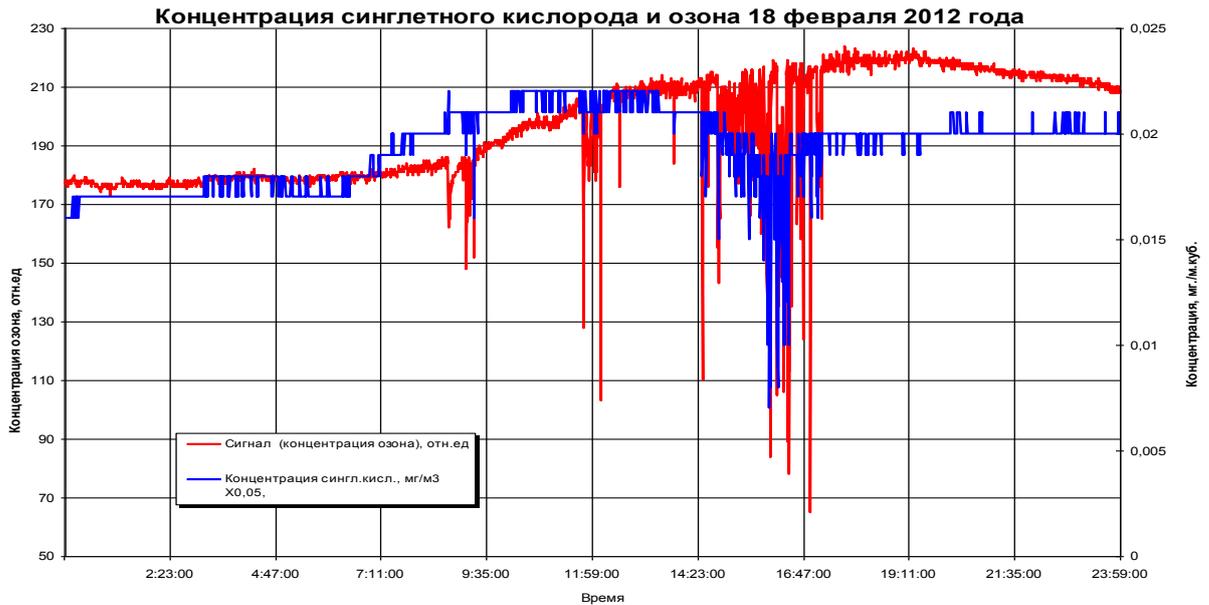


Рис. 2. Концентрация синглетного кислорода и озона 18 февраля 2012 года



Рис. 3. Наблюдаемое направление ветра в течение суток 18 февраля 2012 года

4. Получены тренды изменчивости концентраций синглетного кислорода и озона в приземном воздухе со следующих точек измерения:

- Санкт-Петербург (59°57'с.ш. 30°19' в.д.);
- Антарктическая станция Прогресс (69°23'ю.ш. 76°23'в.д.).

Точки измерения находятся в непосредственной близости к северному и южному полярным кругам.

### Интерпретация и выводы

1. Были выполнены мониторинговые измерения синглетного кислорода и озона в Санкт-Петербурге, находящемся близ северного полярного круга, а также измерения синглетного кислорода и озона на антарктической стан-

ции Прогресс в районе южного полярного круга. Проведено сопоставление полученных данных;

2. Получены данные по изменению спектрального состава солнечного излучения в приземном слое Антарктики в УФ-области (в сторону его увеличения) в течении суток, которые находятся в корреляции в уровне приземной концентрации синглетного кислорода;

3. Получены данные по синглетному кислороду и озону, предоставляющие возможность оценки возможного уровня антропогенного воздействия на окружающую среду;

4. Впервые получены данные натурального эксперимента в Антарктике, подтверждающие эффект гетерогенного образования синглетного кислорода на поверхности льда и снега под воздействием солнечной радиации.



Рис. 4. Карта места проведения измерений активных форм кислорода в Антарктиде

## **К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*Е.М. Нестеров, Д.А. Морозов, М.А. Веселова  
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Применение геохимических индикаторов при реконструкции генезиса донных отложений представляет особый интерес ввиду того, что они, сформировавшиеся в различных палеоэкологических условиях, могут иметь высококонтрастную геохимическую специализацию, что может использоваться для реконструкций прошлых природных обстановок и определения новых хронологических реперов при невозможности применения традиционных методов да-

тирования. Для анализа условий осадконакопления традиционно используют ряд отношений химических элементов и модулей, изучение распределения которых дают ключ к пониманию процессов образования этих отложений и влияния на них палеогеографических факторов [1, 3].

К настоящему времени геохимической индикации условий формирования осадочных пород уделяется значительное внимание [1]. Наиболее ранние отечественные работы, посвященные применению геохимических методов для определения условий образования различных литотипов, были проведены Страховым Н.М (1947, 1963, 1968), однако наиболее широкое распространение получили с 1980-х годов [3], и системно впервые применены Я.Э. Юдовичем и М.П. Кетрис в конце прошлого века [1, 2].

Что же касается зарубежных достижений в данной области, то здесь можно отметить следующее. В научной публицистике выделяется отдельная дисциплина, изучающая данные вопросы – геохимическая палеолимнология. Делается различие между неорганической геохимической палеолимнологией и неорганической геохимией в целом. Разделяя между собой многие технологии и информационные ресурсы, данные предметы фундаментально различаются в целях. Неорганическая геохимия ставит своей целью понимание химических свойств естественной среды и поведение химических веществ в её пределах. Геохимическая палеолимнология использует такую информацию, чтобы описать и охарактеризовать окружающую среду. Геохимический анализ в палеолимнологии, возможно впервые, в зарубежных исследованиях был применен Макеретом (1966), который, изучая голоценовые отложения в Английском озерном регионе, сформулировал три палеолимнологических принципа (для пресноводных озерных систем с преобладанием кластического материала). Во-первых, стратиграфические изменения в составе озерных отложений могут быть легко объяснены, если они будут рассмотрены как последовательность почв, извлеченных из водосборного бассейна. Во-вторых, состав донных осадков в большей степени управляет водосборным бассейном. В-третьих, пики в концентрации минерального материала в осадках соответствуют эрозионным событиям. Кроме того, он показал, как водосборная территория и озерные условия влияют на концентрации железа и марганца, и установил порядок действий для различения водосборных эффектов от окислительно-восстановительных эффектов водной толщи, используя концентрации и отношения железа и марганца. Работа Макерета была преимущественно основана на валовых элементных концентрациях, и была взята на вооружение в то время, когда относительно мало было известно о геохимии озерных осадков. Ситуация изменилась в последующие два десятилетия, когда появилось больше специфических методов анализа элементов в почвах и донных осадках. Работа Макерета к 1980-м годам была пересмотрена Энгстромом и Райтом, публикации которых могут считаться самым влиятельным зарубежным трудом в области геохимической палеолимноло-

гии. Количество основных принципов, заданных Макеретом, было поддержано, но многие положения были отклонены или модифицированы. Например, в олиготрофных системах донные отложения отражают водосборный бассейн, как и предполагал Макерет; но в более сложных системах осадки сильно модифицируются самим озером, следовательно, факторы озера и его водосборного бассейна перекрываются в таких озерах. Химическая стратиграфия, по предложению Энгстрема и Райта, лучше всего интерпретируется совместно с биологическими методами.

В течение 1980-х и 1990-х годов развитие геохимической палеолимиинологии продолжалось благодаря целому ряду достижений в сфере интерпретации геохимических особенностей озерных систем и их бассейнов, таких как циклы железа и марганца (напр., Дэвисон, 1993; Нюрнберг и Диллан, 1993; Брайнт и др., 1997), закономерности переноса элементов из озера в осадки (напр., Кариньян и Тессьер, 1985; Даймонд и др., 1990) и многие другие [6].

В настоящее время методы неорганической геохимии лучше всего используются как дополнительный инструмент общей палеолимиинологии. Однако не вызывает никаких сомнений важность вклада геохимии донных отложений в междисциплинарное изучение истории озер [7, 8, 9].

Совместно с диатомовым и пыльцевым анализами, данные по геохимии донных осадков обеспечивают всеобъемлющую картину длительных палеоэкологических изменений или недавнего человеческого воздействия [4]. При отсутствии биологических методов, геохимическая палеолимиинология более спекулятивна. Однако геохимические методы индикации осадков являются важным инструментом палеоэкологических реконструкций из-за их относительно низкой цены [5]. Для анализа предварительных данных и для детализации общей картины хорошо изученных мест, они имеют много того, что могут предложить как независимый метод. Более того, геохимическая индикация прошлых природных обстановок может использоваться как самодостаточный метод в тех случаях, когда применения других способов палеоэкологических реконструкций представляется невозможным.

#### *Литература*

1. *Енгальчев С. Ю., Панова Е. Г. Геохимия и генезис песчаников восточной части главного девонского поля на северо-западе Русской плиты // Литосфера №. – 2011. С. 16–29.*
2. *Интерпретация геохимических данных: Учебное пособие / Е.В. Скляр и др.; Под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.*
3. *Кулькова М.А. Методы прикладных палеоландшафтных геохимических исследований: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012.*
4. *Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Маслова Е.В. Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – №2. – С. 96-99.*
5. *Boyle J. F. Rapid elemental analysis of sediment samples by isotope source XRF / J. F. Boyle // Journal of Paleolimnology. Vol. 23. 2000. P. 213–221.*

6. Boyle. J.F. *Inorganic geochemical methods in palaeolimnology*. In: W.M. Last and J.P. Smol ed(s). *Tracking environmental change using lake sediments: physical and chemical techniques*. Dordrecht, Kluwer Academic. 2001. P. 83-141.

7. Freitas M.C., Andrade C., Rocha F., Tassinari C., Munha J.M., Cruces A., Jesus Vidinha J., Silva C.M. *Lateglacial and Holocene environmental changes in Portuguese coastal lagoons: the sedimentological and geochemical records of the Santo Andre coastal area* / M.C. Freitas, C. Andrade, F. Rocha, C. Tassinari, J.M. Munha, A. Cruces, J. Jesus Vidinha, C.M. Silva // *The Holocene*. Vol 13. Issue 3. 2003. P. 433-446.

8. Lomas-Clarke S.H., Barber K.E. *Human impact signals from peat bogs – a combined palynological and geochemical approach* / S.H. Lomas-Clarke, K.E. Barber // *Vegetation History and Archaeobotany*. Vol. 16. 2007. P. 419–429.

9. Young, R.B., King, R.H. *Sediment chemistry and diatom stratigraphy of two high arctic isolation lakes, Truelove Lowland, Devon Island, N.W.T., Canada* / R.B. Young, R.H. King // *Journal of Paleolimnology*. Vol. 2. 1989. P. 207–225.

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИЙ НА ГРУНТЫ**

*Т.Т. Абрамова, МГУ им. М.В.Ломоносова, г. Москва*

Геоэкологическая проблема современных мегаполисов включает в себя и вибрационную загрязненность. Этому способствует интенсивное движение, высокая скорость автомобилей, поездов и другого транспорта на территориях с высокой плотностью населения. В связи с этим резко возросло и продолжает нарастать вибрационное воздействие на грунтовый массив, потеря несущей способности которого может привести к просадкам, необратимым деформациям и повреждению различных сооружений. Можно указать ряд факторов и явлений, например, виброползучесть насыпных грунтов и разжижение водонасыщенного песчаного грунта, которые способствуют сдвигению и проседанию фундаментов зданий даже при относительно небольших воздействиях на такие грунты. В связи с этим первоочередной задачей является оценка наиболее перспективных мероприятий по устранению или снижению колебаний, распространяющихся в грунте.

В настоящее время существует огромный арсенал способов для исключения вредного воздействия вибраций от различных источников. Проведенный анализ всех известных методов показал, что наиболее перспективными являются следующие направления:

- экранирование;
- искусственное улучшение свойств слабых грунтов.

Первое направление основывается на явлении дифракции поверхностных волн (R - волн Рэлея) при наличии преграды на пути их распространения. Конструктивно такая преграда представляет:

1) открытую траншею (щель, трещину в горной породе); 2) траншею, заполненную энергопоглощающими материалами; 3) монолит – «стена в грунте».

Колебания в зданиях можно уменьшить путем создания барьеров в виде щелей, траншей, трещин в грунте и других пустот между сооружением, подвергающимся вибрации, и ее источником. Анализ исследования распространения R-волны по траншее представлен во многих работах. Эффективность такой изоляции возрастает с увеличением отношения глубины траншеи к длине релеевской волны ( $T/L_r$ ), достигая максимума непосредственно за траншеей, вдоль центральной линии. В этом месте средний изоляционный эффект составляет около 75%. Тип грунта большого влияния на изоляционный эффект не оказывает. Даже наличие тектонического разлома, например, в основании Ингурской плотины снижает энергию колебаний падающей сейсмической волны в 3-4 раза.

Волногасящие свойства экрана зависят от его формы и размеров, а также от природы и характеристики падающих на него волн. Важнейшим фактором виброизоляции открытых траншей является их глубина, которая должна соответствовать примерно одной длине волны максимальной частоты.

Определено, что открытые траншеи – могут применяться лишь при достаточно высоких частотах возмущения, когда распространяющиеся в грунте упругие волны имеют относительно небольшую длину. Наиболее ярким примером может служить опыт экранирования волн, возбуждаемых движением поездов метрополитена неглубокого заложения, имеющих достаточно высокий спектр.

Повышение эффективности гашения колебаний потребовало от исследователей усложнения таких экранов, в связи с чем они изменяли форму траншей. Например, защищаемый объект окружали по контуру траншеями либо с наклонными стенками, либо в виде сплошной или прерывистой кольцевой щели и т.п. За счет криволинейного очертания препятствия перед таким экраном образуется усиленная зона рассеивания колебаний. Прошедшие через экран колебания будут фокусироваться при соответствующем подобранном радиусе кривизны стенки траншеи в некоторой точке, отстоящей от экрана.

Эффект экранирования с помощью траншей усиливается, если пространство между её стенками заполнено энергопоглощающими материалами (грунты и их композиты) и упругими элементами (резиновая крошка, вспененный полистирол и др.). Кроме этого используют и антисептированные древесные опилки. Торонтской комиссией городского транспорта была построена траншея, имевшая в плане форму U. Длина участка траншеи, параллельного железнодорожному пути, составила 24 м и боковых ответвлений, перпендикулярных пути - 10 м. Глубина траншеи равнялась 4,3 м. Траншея была заполнена слоями материала «Styrofoam» толщиной 0,1 м. Участок траншеи, располагался на расстоянии 8 м от оси пути. Уменьшение уровня виброускорений поверхности грунта на расстоянии 9,8 м составило 5 дБ при снижении уровней в некоторых местах до 10 дБ.

Метод газонаполненных подушек успешно используется в течение 20 лет за рубежом. Цель создания таких барьеров – резкое уменьшение изменения сопротивления в грунте. В глубокие траншеи помещают вертикальные панели в виде упругих подушек, наполненных газом. В них создается давление, уравнивающее внешнее давление грунта. Релеевские и сдвиговые волны распространяются в подушках с очень низкой скоростью. При этом плотность газа незначительна по сравнению с плотностью грунта. В последнее время (третье поколение данного метода) процесс установки таких экранов изменился. Основными составными частями экранов являются: 1) бентонитовый раствор, защищающий газовые подушки от химических и механических воздействий; 2) два слоя газовых подушек (поддерживают баланс внутреннего давления газа и внешнего давления грунта), которые состоят из пятислойного пластика (алюминиево-пластиковой фольги); 3) бентонитовые панели.

В отечественной практике снизить вертикальные и горизонтальные перемещения фундаментов до предельно допустимых значений позволяют экраны с использованием принудительного нагнетания объема воздуха и газа. Волны от источника колебаний гасятся в них за счет упругого сжатия воздуха. Устройство воздушных или воздушно-пузырьковых завес впервые в мире предложено для изоляции колеблющихся при землетрясении плотин водохранилищ (Криворожская, Миатлинская ГЭС). В его основе лежит свойство аэрированной воды уменьшать значение своего модуля объемной деформации в 10 раз на каждый процент количества воздуха, содержащегося в воде. Для гашения упругих волн при землетрясении предложена оригинальная вакуумная стена в траншее. В грунте размещают полые блоки из полиэтилена, внутри которых создается вакуум.

Метод «стена в грунте» существенно снижает динамическое и вибрационное воздействия и поэтому наиболее широко используется в различных областях строительства: 1) промышленно-гражданском (для устройства подземных этажей и фундаментов многоэтажных зданий и сооружений, тоннелей и др.); 2) транспортном и коммунальном (для сооружения опор мостов, путепроводов, эстакад, станций и тоннелей метрополитенов мелкого заложения; реконструкции существующих объектов, архитектурных и исторических памятников др.); 3) гидротехническом (при строительстве водозаборов и насосных станций, основании плотин и др.). Анализ материалов по его использованию позволяет выделить несколько типов. В данной работе рассматривается «стена в грунте», выполненная только траншейным способом двумя методами. Первым методом возводят стены подземных сооружений в водонасыщенных неустойчивых грунтах. Сущность его заключается в разработке траншеи при постоянном заполнении ее глинистым раствором, предотвращающим обрушение грунта, с последующим замещением раствора материалом-заполнителем. В зависимости от назначения будущей конструкции в качестве заполнителя применяют монолит-

ный или сборный железобетон. Второй – при котором не требуется глинистый раствор, применяется при возведении стен в маловлажных устойчивых грунтах. Например, максимальное снижение вибраций, генерируемых линиями метрополитена, может составить 5 дБ, если стенка имеет высоту 10 м и врыта в землю на расстоянии 20 м.

При анализе виброизоляционной эффективности барьеров различных видов большое внимание уделяется соотношению барьера и грунта. Отражение распространяющихся волн зависит от разницы в сопротивлениях грунта и материала, из которого сделан изоляционный барьер. Высокий изоляционный эффект наблюдается при наибольшем сопротивлении барьера.

Из вышесказанного следует, что глубина траншеи является функцией частоты вибраций. В связи с этим такие экраны могут применяться лишь при достаточно высоких частотах возмущения, когда распространяющиеся в грунте упругие волны имеют относительно небольшую длину. Поэтому наиболее эффективно экранирование волн, возбуждаемых, например, движением поездов метрополитена неглубокого заложения, имеющих достаточно высокочастотный спектр (30-50 Гц). Что же касается вибраций, вызванных работой виброактивного оборудования, то в этом случае такие экраны малоэффективны, ибо наибольший интерес здесь представляют низкочастотные вибрации, распространяющиеся со слабым затуханием на большие расстояния.

Основной задачей второго направления является получение нового искусственно созданного грунтового массива с заданными структурно-механическими свойствами. Выбор способа зависит от задач, определяющих соответствующую область использования преобразованного грунта: дорожное и аэродромное строительство; фундаментостроение; горное дело; гидротехническое строительство; охрана геологической среды и др. Один из них предусматривает создание системы «грунт-вяжущее» путем использования природного грунта в качестве наполнителя и сырья при обезвоживании и уплотнении массива, другой – коренное видоизменение исходного грунта.

Для закрепления структурно-неустойчивых грунтов широко используется инъекционная технология (методами пропитки и разрывами). Разработаны классификации методов технической мелиорации искусственного улучшения различных типов грунтов в зависимости от пористости, проницаемости и других свойств. Несмотря на то, что имеются многочисленные примеры успешного усиления грунтовых массивов традиционными методами (цементация, смолизация, силикатизация, зашпачивание), они не всегда обеспечивают необходимую устойчивость различных объектов в связи с невозможностью четкого отслеживания проникновения растворов в грунт и образования прорывов и трещин, что может еще больше ослабить грунт. Лучших результатов можно достичь, если размещать множество точек инъектирования под чувствительными сооружениями, устраивая инъекционную плиту между этими точками.

Выбор способа закрепления грунтов для каждого конкретного объекта должен осуществляться с учетом инженерно-геологических условий. Например, территория Средней Азии относится к сейсмически активным районам, поэтому необходимо учитывать сейсмические свойства лессовых грунтов, которые существенно зависят от влажности. Повышение уровня подземных вод и влажности грунтов основания, происходящие при застройке территории, приводят к увеличению сейсмического балла. От прохождения сейсмических волн в лессовых грунтах кроме обычных просадок могут возникнуть дополнительные – сейсмические. В связи с этим, сейсморазведочные исследования, в процессе которых регистрируются продольные и поперечные волны, необходимо выполнять для сравнения на упрочненном и незакрепленном грунте. Результаты исследований по закреплению лессовых суглинков в основании здания Литературно-издательского центра Союза писателей Узбекистана показали, что  $R$  и модуль Юнга  $E$  после силикатизации повысились в 2-3 раза. Оценка влияния силикатизации на изменение степени сейсмической опасности по данным продольных и поперечных волн доказало снижение сейсмической интенсивности на 0,3-0,4 балла.

Строительство крупнейших объектов (например, транспортные тоннели с совмещением нескольких систем и др.) в стесненных условиях городских мегаполисов всего мира и сложные грунтовые условия потребовали использования современных технологий (буросмесительной – Dry Jet Method, струйной – Jet Grouting, манжетной). Бесспорным лидером среди них является струйная. Она основана на гидравлическом разрушении грунта и перемешивании с укрепляющим раствором, что позволяет устранить многие недостатки и трудности, характерные для инъекционной технологии. Струйная технология дает возможность применять химические растворы, мало зависящие от свойств грунта, создавать массивы с заданными свойствами, сооружать под землей фундаменты, сваи, искусственные основания, подпорные стены, горизонтальные и наклонные плиты и экраны, дренажные конструкции, ограждения котлованов и др. Яркими примерами выполнения струйной цементации в Москве стали: укрепление грунтов при проходке Серебряноборского тоннеля, при строительстве Алабяно-Балтийских тоннелей, реконструкции универмага «Детский мир» и т.д.

В последнее время, как в нашей стране, так и за рубежом для защиты различных сооружений от сверхнормативных деформаций используют совмещение различных методов и технологий (например, отсеченных экранов, «стен в грунте», свай с анкерным креплением, многократных инъекций грунта по различным технологиям и др.).

Таким образом, применение перечисленных методов и современных технологий позволило значительно расширить диапазон и существенно снизить динамическое воздействие, как на конструкции сооружений, так и на грунты оснований.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*В.Е. Марков, ЗАО «ЛИМБ», г. Санкт-Петербург  
О.В. Кочубей, ФГУП «ВНИГРИ», г. Санкт-Петербург*

Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) являются самостоятельным видом работ, входящих в перечень необходимых при проектировании объектов капитального строительства. Существующая в настоящее время нормативно-техническая документация, к сожалению, не всегда дает четкие указания к действиям специалистов при выполнении отдельных видов работ в рамках ИЭИ. Кроме этого, использование традиционных методов ИЭИ зачастую не позволяет получить адекватную информацию о состоянии природной среды изучаемого объекта. В связи с этим очень важно не только совершенствовать нормативно-техническую базу инженерной экологии, но и применять новые методические разработки при выполнении изысканий.

Перспективной, с нашей точки зрения, является возможность применения палинологического метода при геоботанических исследованиях. Получить адекватную информацию о таксономическом составе травяно-кустарничкового яруса в зимний период не представляется осуществимым, что создаёт значительные трудности при получении геоботанической информации. Попыткой решения этой проблемы стал анализ результатов, полученных при сопоставлении данных спорово-пыльцевого анализа современных спектров (из поверхностных проб) с традиционным для инженерно-экологических изысканий геоботаническим описанием пробных площадок.

Объектом наших исследований, выполненных в ноябре 2012 г., явились антропогенно трансформированные фитоценозы Выборгского района ЛО (пос. Каннельярви). Для исследуемой территории характерна значительная мозаичность растительного покрова. Все отмеченные на данной территории фитоценозы подвергались антропогенной нагрузке в той или иной степени и в настоящий момент представляют собой производные сообщества на различных стадиях восстановления. В ходе полевых исследований были описаны 23 типа растительных сообществ, помимо этого произведено описание техногенно нарушенных фитоценозов. Описание проводилось в пределах визуально однородных контуров растительного покрова без проведения границ пробной площади. Кроме этого, на территориях с наиболее типичными фитоценозами (разнотравно-злаковая залежь) были отобраны две поверхностные пробы почв (глубина отбора 0,0-0,02 м) для проведения спорово-пыльцевого анализа (СПА).

В лаборатории ФГУП «ВНИГРИ» отобранные образцы были подвержены технической обработке по модифицированной методике Поста (Дзюба, 1984). Исследование и микрофотографирование пыльцы производилось с помощью светового микроскопа (СМ) марки «Leica DLMS» с использованием системы анализа изображений «Видео-Тест». Пыльцевые

зерна по возможности определялись до таксона ранга семейства, рода, в оптимальном случае – вида. Особое внимание уделялось выявлению пыльцевых зерен, присутствие которых, могло бы подтвердить наличие хозяйственной деятельности человека в современное растениям, продуцировавшим эти пыльцевые зерна время. Для уточнения диагностики пыльцевых зерен отдельных таксонов использовалась «коллекция сравнения» пыльцы современных культурных и диких растений. Подсчет содержания пыльцы в спектрах производился общепринятым при изучении палинологических образцов четвертичного времени групповым методом [1].

В ходе полевых геоботанических исследований было отмечено 24 травянистых растения, относящихся к 13 семействам, 2 вида кустарника, относящихся к 2 семействам, и 5 видов деревьев из 3 семейств. Подавляющее большинство видов сосудистых растений, встречающихся на исследуемой территории, принадлежит к отделу покрытосемянных. На долю остальных приходится незначительное количество видов. На всей территории, в травяно-кустарничковом ярусе, заметное преобладание злаковых видов, в древесном ярусе преобладание пород семейства березовых (береза, ольха серая).

По результатам СПА из образца №1 выделено 216, а из образца №2 – 373 пыльцевых зерен и спор. В обоих образцах доминируют представители древесно-кустарниковой группы растений: образец №1 – 47%; образец №2 – 63%. Травянистые и споровые растения, представлены практически равными количествами пыльцевых зерен и спор: образец №1 – 26% споровые и 27% травянистые; образец №2 – 19% споровые и 18% травянистые.

В образце №1, который был отобран на территории разнотравно-злаковой залежи, среди пыльцевых зерен древесно-кустарниковой группы растений преобладает сосна (36%). Также среди часто встречающихся в спорово-пыльцевом спектре зафиксировано 16% и 11% пыльцевых зерен ели и ольхи соответственно. Единично представлены пыльцевые зерна березы и ивы. В травяно-кустарничковой группе растений в образце №1 доминируют злаковые (67,86%), среди которых присутствуют культурные злаки (рожь).

Образец №2 был отобран на границе разнотравно-злакового и лесного биоценозов. Среди пыльцевых зерен древесно-кустарниковой группы 33,19% принадлежит березе, ольхе и сосне – 24,26 % и 19,15 % соответственно. Также зафиксировано значительное количество пыльцевых зерен ели – 13,62%. Среди пыльцевых зерен травяно-кустарничковой группы растений преобладают злаковые (66,2%). Субдоминантами являются астровые и зонтичные – 7 % и 5% от общего количества пыльцевых зерен травяно-кустарничковой группы соответственно.

Полученные результаты (рис. 1) подтверждают высокое соответствие составов растительного покрова и спорово-пыльцевого спектра на исследованных площадках. Отсутствие некоторых видов растений при натуральных наблюдениях, споровые зерна которых были единично обнаружены, может быть обусловлено несколькими факторами: окончание периода цветения (отмира-

ние) к моменту проведения инженерно-экологических изысканий; отсутствие благоприятных природно-климатических условий для развития растения.

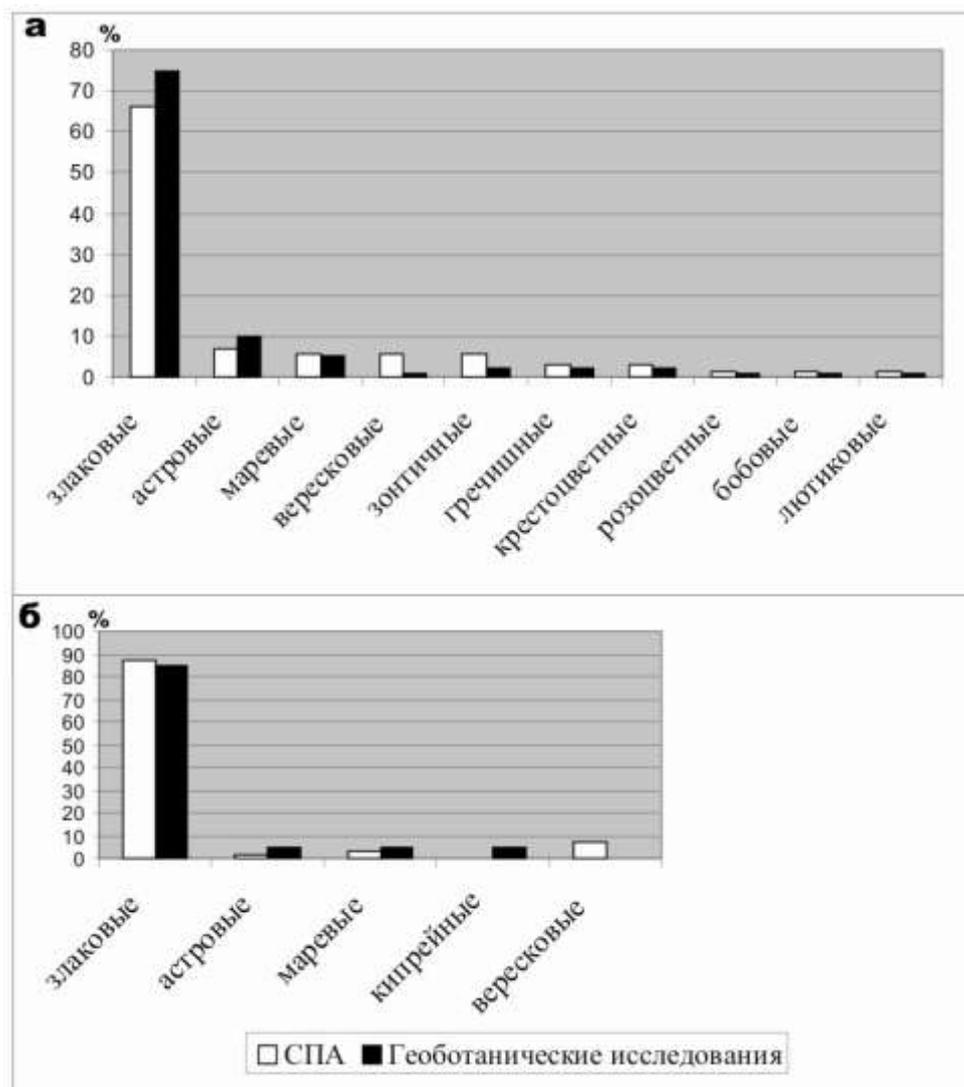


Рис. 1. Сопоставление результатов геоботанических и палинологических исследований (травяно-кустарничковая группа): а) образец №1; б) образец №2

Использование результатов палинологических исследований в целях выявления состава растительности актуально исключительно при изучении травяно-кустарничкового яруса, поскольку пыльца древесных пород, продуцируется в огромных количествах и способна переноситься на дальние расстояния (например, пыльца сосны до 1000 км). Для достижения максимальной эффективности при производстве подобного вида работ в зимний период мы рекомендуем комплексный подход: состав древесных пород определять в процессе полевых маршрутных наблюдений, а состав травяно-кустарничкового яруса – по результатам спорово-пыльцевого анализа поверхностных проб.

#### Литература

1. Пыльцевой анализ / Покровская И.М. (ред.). М.: Госгеолитиздат, 1950. 553 с.

# РАДИОУГЛЕРОД В РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Т.А. Федосеева, М.А. Кулькова  
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

## **Введение**

Проблемы загрязнения поверхности земли радионуклидами с каждым годом становятся все более актуальными. Ученые разных стран ищут пути борьбы с этим пагубным явлением и пытаются выработать рекомендации для решения назревшего экологического вопроса.

Образуются радионуклиды, как в естественных, так и в искусственных условиях. Повышение концентраций антропогенных  $C^{14}$  во внешней среде, источниками которых являются ядерные взрывы и выбросы предприятий ядерной энергетики, представляет большую экологическую проблему.

В наземных экосистемах в процессе фотосинтеза радиоуглерод накапливается в почвах и растениях, потом он мигрирует по пищевым цепям, поступая по ним и к человеку. Участвуя в обменных процессах, радиоуглерод включается во все молекулярные структуры живых организмов, в их органы и ткани.

Высокие концентрации радиоуглерода влияют на жизнедеятельность организмов, приводя к серьезным нарушениям в их развитии. Попадание  $C^{14}$  в организм человека с пищей, воздухом или водой может представлять серьезную угрозу для здоровья.

Поэтому изучение состояния растительности через контроль содержания и поведения радиуглерода на территории региона Санкт-Петербурга и Ленинградской области является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Были проведены исследования по оценке загрязнения растительности радиоуглеродом Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

## **Методы определения радиуглерода**

Образцы биологических объектов (трава, листья), были высушены в сушильном шкафу при  $T=105^{\circ}C$  и спрессованы в таблетки, весом 0,3-0,5 г. Подготовленные образцы были сожжены в установке SampleOxidizer307, количество подаваемых реактивов было выбрано CARBO-SORB® E (10 мл) + PERMAFLUOR® E+(10 мл), MONOPHASE®-S (15 мл). Образцы почв и гуминовых кислот также высушенные в сушильном шкафу, помещались в специальные Combustion Cone, которые используются для сыпучих образцов.

Активность  $^{14}C$  была измерена на низкофоновом жидкостном сцинтилляционном счетчике Quantulus 1220, предназначенном для измерения предельно низких уровней активности, соответствующий нормам ГОСТ 23077-78 (Детекторы ионизирующих излучений сцинтилляционные). Время измерения одного образца составляло 1200 мин. С помощью жидкостного сцинтилляционного счетчика также был определен SQP параметр, который характеризует гашение образца и определяется как 1% от хвосто-

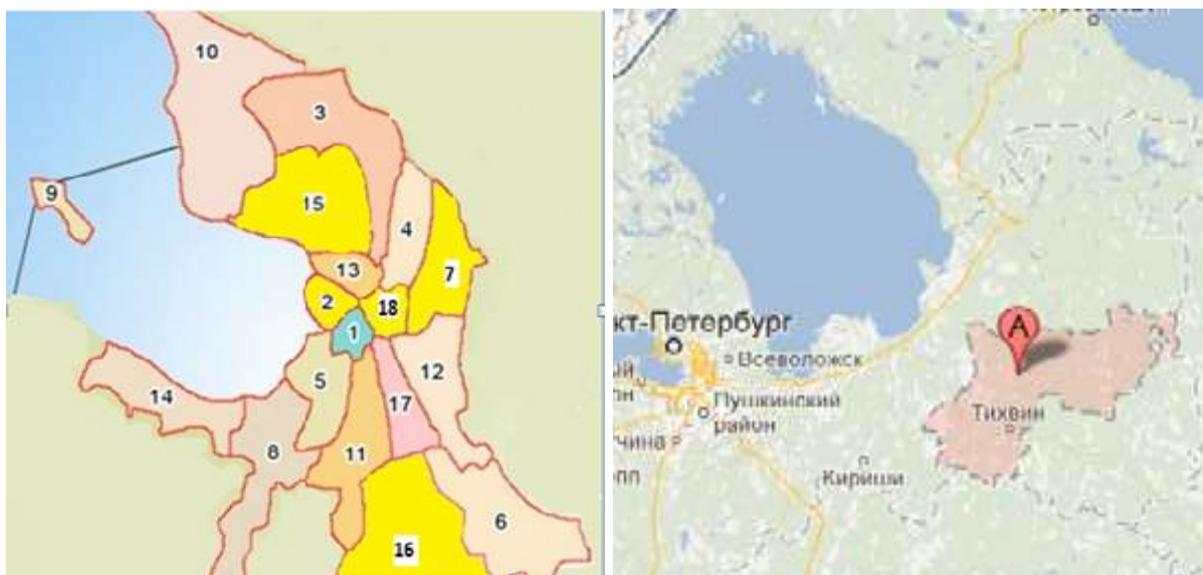
вой части спектра внешнего стандарта, т.е. количество каналов, за пределами которых находится 1% общего счета. В качестве внешнего стандарта используется капсула с  $^{152}\text{Eu}$ .

### **Quantulus 1220**

Этот ультра-низкофонный жидко-сцинтилляционный спектрометрический радиометр. Область его применения включает в себя радиоуглеродное датирование, исследование состояния окружающей среды, геофизические и другие исследования, в которых требуется определить наличие малых количеств альфа- и бетаизлучателей. Quantulus имеет пассивную и активную защиту и с точки зрения подавления фона обладает рекордными характеристиками по сравнению с любым жидкостцинтилляционным радиометром в мире [2].

### **Объект и методы исследования**

В качестве региона исследования были выбраны Центральный (18), Красногвардейский (3), Василеостровский (2), Пушкинский (16) и Приморский (15) районы города Санкт-Петербурга и Тихвинский район Ленинградской области (рис. 1).



*Рис. 1. Объекты исследования*

### **Результаты исследования**

Распределение радиоуглерода в травяном покрове Красногвардейского (рис. 2), Пушкинского района (рис. 3) и Центрального (рис. 4) района, и Тихвинского района Ленинградской области (рис. 5).

Измеренная активность радиоуглерода в образцах травяного покрова в различных точках г. Санкт-Петербурга и Тихвинского района Ленинградской области, показали, что содержание радиоуглерода находится на уровне не превышающем ПДК. В районах Санкт-Петербурга высокая активность радиоуглерода зарегистрирована в растениях, расположенных в зоне интенсивного транспортного движения, около автомагистралей и железнодорожного полотна. Активность радиоуглерода в этих точках составляет 60-100 рМС%.

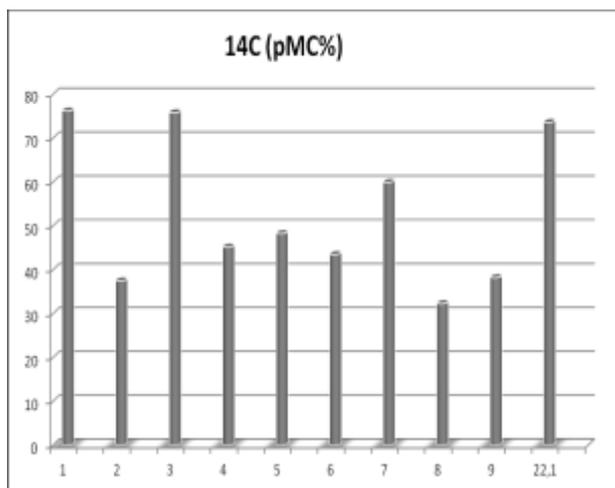


Рис. 2. Распределение радиоуглерода в травяном покрове Красногвардейского района Санкт-Петербурга

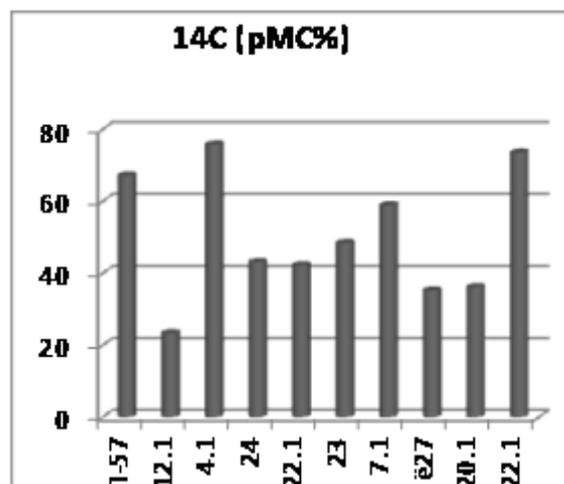


Рис. 3. Распределение радиоуглерода в травяном покрове Пушкинского района Санкт-Петербурга

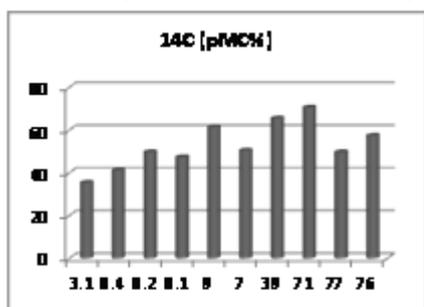


Рис. 4. Распределение радиоуглерода в травяном покрове Центрального района Санкт-Петербурга

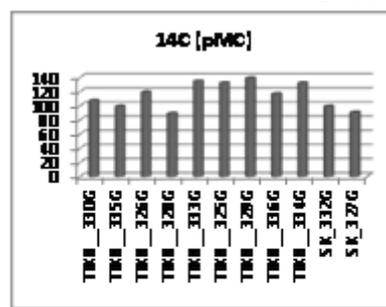


Рис. 5. Распределение радиоуглерода в травяном покрове Тихвинского района Ленинградской области

В Красногвардейском районе (1) эти зоны были расположены на пересечении Российского проспекта и проспекта Пятилеток (1), Заневский парк ближе к автомагистрали (3) и на пересечении Среднеохтинского проспекта и шоссе Революции. В Пушкинском районе (2) эти зоны были расположены на улице Новодеревенской (12.1). Районный парк ближе к автомагистрали и (22.1) Павловскому шоссе. В Центральном угол (71) Фонтанки и Гороховой и (39) набережной Пряжки. В зонах парков и скверов активность радиоуглерода не превышает 60 pMC%. В Тихвинском районе Ленинградской области активность радиоуглерода составляет 60-137 pMC%, повышенные значения радиоуглерода зарегистрированы в 100 м южнее от газонапорной станции (137 pMC%). В целом, средняя активность радиоуглерода в травяном покрове Тихвинского района выше, чем в растительности районов Санкт-Петербурга.

По данным многих авторов [1], уменьшение концентрации радиоуглерода в окружающей среде связано с разбавлением «мертвым» радиоуглеродом, так называемый «эффект Зюсса», который поступает в процессе использования ископаемого топлива (каменный уголь, нефть, газ и т.д.). Этот процесс был зафиксирован с середины 19 века, когда началась Индустриальная Революция. После запрета ядерных испытаний 1950-1960-х годов, когда максимальная концентрация радиоуглерода в атмосфере в 1963 г. увеличилась в два раза по сравнению с природным уровнем, содержание радиоуглерода в атмосфере начало снижаться за счет обмена  $\text{CO}_2$  между атмосферой и океаническим углеродным резервуаром и в результате поступления «мертвого» радиоуглерода в процессе использования ископаемого топлива. В настоящее время, на период 1991 года, содержание  $^{14}\text{C}$  в атмосферном  $\text{CO}_2$  снизилось до 115 pMC [1].

На основании этих данных можно отметить, что поступление большого количества  $\text{CO}_2$  в результате работы городского транспорта должно уменьшать концентрацию радиоуглерода в однолетних травах. Другими источниками локального увеличения содержания радиоуглерода в травах может быть его поступление при сжигании мусора, современной органики или регенерации биомассы растений в результате интенсивных процессов метаболизма. Можно предположить, что в местах плотного транспортного потока в городской среде происходит накопление  $\text{CO}_2$ , который усваивается растениями и приводит к их быстрой деградации и быстрому частичному возобновлению [3], что может существенно изменять вегетативную способность растений. Пока этот вопрос еще не достаточно хорошо изучен.

### **Выводы**

Изменение активности радиоактивного изотопа углерода связано с различными факторами, главным образом, в настоящее время, это загрязнение радиоактивными веществами, сжигание ископаемого топлива, изменение баланса углекислого газа в результате антропогенного влияния, промышленные предприятия. Эти факторы могут приводить как к увеличению концентрации радиоуглерода травяного покрова, так и к уменьшению.

Изменение концентрации радиоуглерода в травяном покрове города может быть использовано, как индикатор изменения уровня содержания углекислого газа и, следовательно, техногенного и антропогенного загрязнения городской среды. Этот механизм пока еще плохо разработан, т.к. в некоторых случаях выбросы углекислого газа, например, при сжигании ископаемого топлива уменьшают концентрацию радиоуглерода в окружающей среде, в других случаях, углекислый газ, который образуется при сжигании органики, мусора может увеличивать содержание радиоуглерода. Не совсем понятны биогеохимические процессы в растениях, которые происходят при загрязнении окружающей среды  $\text{CO}_2$ . Эти вопросы требуют дальнейших исследований, и радиоуглеродный анализ может быть полезен в этом направлении.

Радиоуглеродный анализ является чутким инструментом для регистрации радиоактивного загрязнения, особенно вблизи АЭС. Процессы выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду могут быть зарегистрированы радиоуглеродным методом в кольцах деревьев вблизи опасных объектов. Активность радиоуглерода в кольцах деревьев может отражать уровень локального радиоактивного загрязнения, что позволяет оценить степень опасности.

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (ГС №14.В37.21.1897) и в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Болин Б. Круговорот углерода // Биосфера. М., 1982. С. 91-104.
2. Кулькова М.А. Радиоуглерод ( $^{14}\text{C}$ ) в окружающей среде и метод радиоуглеродного датирования: Учебно-методическое пособие. – СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. 40 с.
3. Сахаров А. Д. Радиоактивный углерод ядерных взрывов и непороговые биологические эффекты. - Наука и всеобщая безопасность. 1991. №4. Т.1. С. 159-169.

## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

*Д.М. Файтилевич, научный руководитель, д. г.-м. н., профессор  
Е.Г. Панова, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Одной из острых экологических проблем современного мира является загрязнение атмосферного воздуха. Чистый воздух Санкт-Петербурга это одна из наиболее важных проблем настоящего времени. Это обуславливается тем, что за счет перемещения воздушных масс локализовать загрязнение атмосферы невозможно. В окружающем атмосферном воздухе присутствуют взвешенные частицы, образующие воздушную пыль. Выбросы источников загрязнения города и промышленных объектов переносятся воздушными потоками на значительные расстояния, определяя региональный фон загрязнения атмосферного воздуха. Косвенным показателем состояния загрязнения атмосферы могут служить данные о химическом составе проб атмосферных осадков и снежного покрова. Таким образом, предметом исследования стал снежный покров. За счет депонирующих свойств снежного покрова, можно исследовать пыль. Пыль – это мельчайшие твердые взвешенные частицы, которые имеют как неорганическое, так и органическое происхождение. От химического состава пыли зависит ее биологическая активность и воздействие на организм человека: токсическое, отравляющее, раздражающее и др. Пыль оказывает вредное действие главным образом на дыхательные пути, вызывая заболевания, как

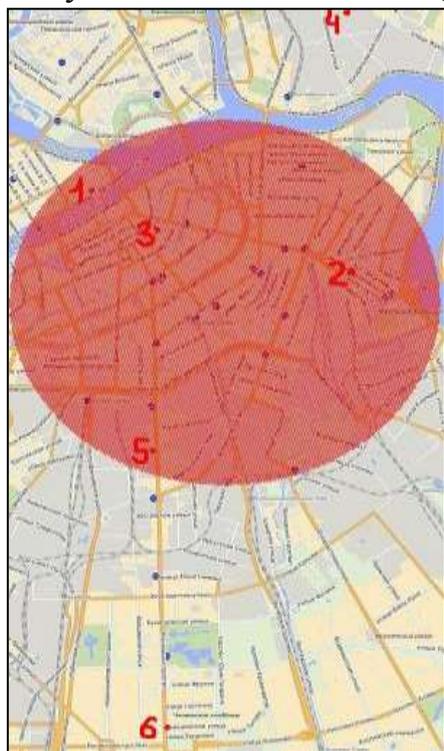
их верхних отделов, так и легких, а также действует на кожу и роговицу глаза. Воздух – жизненно важный компонент окружающей среды. Одной из важнейших составных частей профилактики заболеваний, связанных с воздействием пыли, является установление ПДК пыли и проведение контроля запыленности воздуха на рабочих местах и в атмосферном воздухе. **Таким образом, актуально выявить структурные и вещественные особенности пыли Санкт-Петербурга.**

**Целью данной работы является** дать эколого-геохимическую характеристику пыли Центрального района Санкт-Петербурга. Выбор района обусловлен тем, что Центральный район является историческим центром города, наиболее оживленный, ввиду чего уровень загрязнения окружающей среды достаточно высок.

Для достижения поставленной цели в работе решаются **следующие задачи:**

1. Провести литературный обзор данной проблемы;
2. Выявить минеральный состав пыли;
3. Выявить морфологические особенности частиц пыли;
4. Оценить геохимические особенности пыли.

Для проведения исследовательской работы нами было отобрано 19 проб снежного покрова в 6 точках Санкт-Петербурга (рис. 1). Как видно из рисунка 1 все точки можно условно подразделить на два главных района: центральная часть города (точки 1, 2, 3, 5) и окраина (точки 4, 6). Пробы отбирались в период с 1.03 по 18.03. снеговой покров собирали в 5 и 2-литровые пластиковые банки, после чего снег таял при комнатной температуре, и талая вода отстаивалась сутки. Отстойную воду сливали, а воду с взвесью ставили, что бы вода испарилась. Далее собирали оставшуюся пыль из банок жесткой кистью. Проводили гранулометрический анализ пыли. Пыль разделяли на 7 фракций 2-1 мм, 1 мм, 0,5-1 мм, 0,25-0,5 мм, 0,1-0,25 мм, 0,05-0,1 мм, <0,05 мм. Каждая фракция взвешивалась на весах, и анализировали на Спектраскане «Макс». Морфологические особенности изучали под биноклем.



*Рис. 1. Место отбора проб*

Из литературных источников стало известно, какое большое влияние может оказывать пыль, как на организм человека (аллергии, силикоз, повреждение покровов кожи, слизистой оболочки, оболочки глаза и др.), так и на другие живые организмы (оказывают негативное влияние на фотосинтез

растений). Состояние атмосферного воздуха Санкт-Петербурга оценивается по основным загрязняющим веществам, такие как оксид углерода, оксид и диоксид азота, формальдегид, бензапирен, сернистый ангидрид, серный ангидрид, озон, а так взвешенные вещества.

Загрязненность снежного покрова отражает степень антропогенного воздействия на окружающую среду, так как снежный покров способен накапливать и сохранять вещества, поступившие с зимними осадками.

Изучив весовое соотношение пыли в 6 точках СПб, мы выделили 2 основные группы (рис. 2). Первая, центральная часть города (точка 1, 2, 3, 5) наблюдается уменьшение суммарного показателя от первой к третьей точке. Вторая группа, точка 4 и 6 окраина города. Обнаружено, что в точке 4 сохраняется высокий весовой показатель. Это возможно связано с локальным распределением ветров и степени застройки района. Точка 6, напротив является самой удаленной из исследуемых и по весу пыли, можно судить о значительном снижении запыленности района.

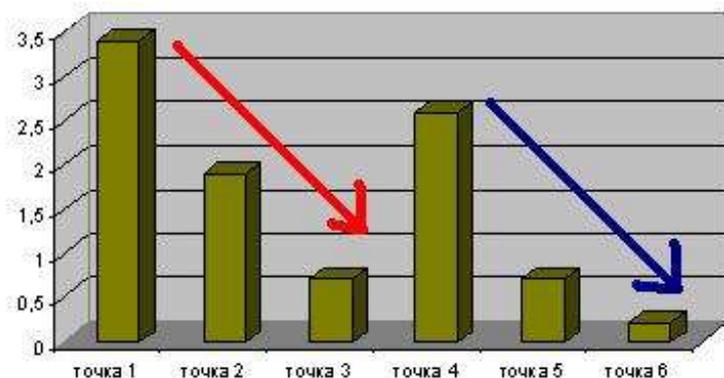


Рис.2. Суммарный вес пыли, г

Минералогический анализ выявил наиболее распространенные минералы пыли являются: кварц → полевой шпат → амфиболы → железоксиды, железооксиды → фосфаты → ильменит, рутил → циркон → минералы ниобия и тантала → слюда → плагиоклаз.

Морфологическое описание исследуемой пыли выявило: чаще встречается пыль темного окраса (38%), меньше всего – цветной окраски (28%). Среди морфологических типов пыли присутствуют частицы овальные с неровными краями, овальные, яйцевидные, шарообразные, шарообразные с неровными краями, неправильной формы, волокна, пористые (табл. 1). Наиболее опасными являются остроугольные зерна, вызывающие повреждение роговицы глаза, силикоз дыхательных путей.

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа выявлены две основные группы элементов: петрогенные оксиды и примесные элементы (табл. 2).

Наибольшая доля петрогенных оксидов принадлежит  $\text{SiO}_2$  – 79%. Кремний доминирует во всех точках и фракциях. Помимо кремния доминирующие позиции занимали  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (29%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (21%) и –  $\text{MgO}$  (10%). Эти оксиды входят в состав таких групп минералов, как  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  к полевые шпаты,  $\text{MgO}$  – карбонаты.

Табл. 1. Форма пыли в снежном покрове Санкт-Петербурга

Форма пыли	Рисунок	Доля, %
Овальная с не ровными краями		9,1
Овальные		16,4
Яйцевидная		5,5
Шарообразная		27,3
Шарообразная с неровными краями		9,1
Неправильной формы		16,4
Волокна		7,3
Пористые		9,1

Таблица 2. Основные группы химических элементов и их соединений

Петрогенные оксиды	TiO <sub>2</sub> , MnO, CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO, Na <sub>2</sub> O, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Элементы-примеси	V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb, Rb, Ba, La, Y, Zr, Nb, As

В составе пыли присутствуют элементы 1, 2 и 3 класса токсичности:

1. Zn>Cr>As >Pb; 2. Co>Cu>Ni; 3. Ba>V.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).

## ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ СНЕГОВОЙ ВОДЫ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРИМОРСКОМ РАЙОНЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*К.П. Кокорина, Л.М. Зарина, РГПУ им. А.И.Герцена, г. Санкт-Петербург*

Проблема загрязнения воздушного бассейна урбанизированных территорий является в настоящее время одной из наиболее приоритетных. В настоящее время во многих регионах России с устойчивым залеганием снегового покрова для выявления закономерностей распространения загрязняющих веществ в атмосфере используются данные снеговых съемок. Снег является надежным индикатором состояния атмосферы в зимний период,

поскольку обладает высокой сорбционной способностью. После того как снег тает, накопившиеся в нем вещества попадают в почву, водоемы и растения.

Одним из информативных показателей, позволяющих с наименьшими трудовыми и финансовыми затратами выявить геохимические аномалии в снежном покрове, связанные с техногенными источниками, является водородный показатель (рН). Он позволяет в известной мере судить о локальном загрязнении воздушного бассейна, поскольку показывает отклонение от показателя незагрязненных атмосферных осадков с величиной рН = 5,6 [1].

Основное влияние на рН талых вод оказывают промышленные процессы и сжигание ископаемого топлива. В результате в атмосферу попадает большое количество веществ, присущих любому виду промышленного производства, которые приводят к образованию таких сильных кислот, как серная, азотная, соляная и фтористоводородная. Тем не менее, величина рН талых атмосферных вод зависит не от абсолютных значений концентраций ионов, а от соотношения анионов и катионов. Поэтому в районах, где в выбросах предприятий преобладают соединения, имеющие щелочную реакцию (СаО, MgO), в результате их нейтрализующего действия, следует ожидать более высоких значений рН талых вод, чем у незагрязненных атмосферных осадков. Таким образом, значение рН талых вод на урбанизированных территориях сдвигается в сторону щелочности в соответствии с мощностью выбросов промышленных предприятий [1].

Исследования рН талой снеговой воды проводились в Приморском районе. Приморский район является одним из крупнейших районов Санкт-Петербурга. Благодаря своему географическому положению район занимает особое место в структуре Санкт-Петербурга. Он является буферной зоной между центральной урбанизированной частью города и курортной зоной. По территории района проходит трасса, соединяющая Санкт-Петербург с Финляндией. На территории района расположены Юнтоловский заказник, большое количество зеленых зон, водоемов, побережье Финского залива.

В основном промышленность Приморского района представлена энергетикой, химической, пищевой промышленностью. Среди крупных промышленных предприятий, расположенных на территории района: Северный завод, Абразивный завод, завод «Метробетон», завод компании «Чупа-Чупс», фабрика «Бритиш Америкэн Тобакко-СПб».

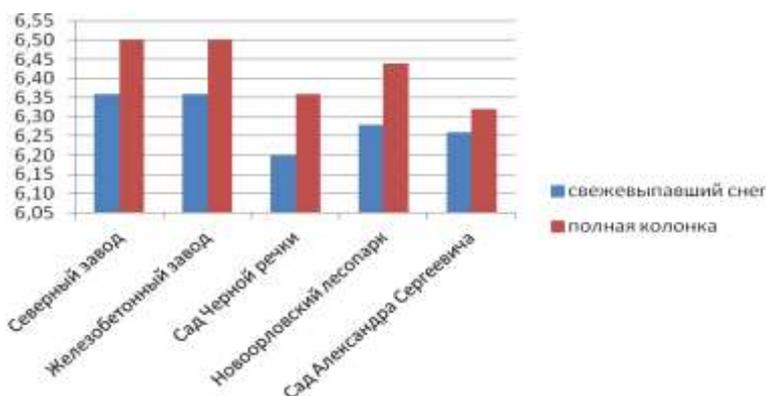
Для отбора проб снежного покрова было выбрано 5 объектов с различной степенью техногенной нагрузки: 2 промышленных объекта (Завод железобетонных конструкций и Северный завод) и 3 озелененных территории (Сад Александра Сергеевича, Сад Черной речки, Новоорловский лесопарк). По периметру территории, прилегающей к объектам исследования в зоне 50-100 м от объекта (для заводов) и на территории садов и лесопарка было отобрано по пять проб снежного покрова. Пробы отбирались методом «конверта».

Отбор снега производился два раза за зимний период: в декабре 2012 г. и в марте 2013 г. В декабре был собран свежеснег, а в марте была отобрана полная колонка за весь зимний период. После таяния проб с помощью рН-метра был измерен водородный показатель талой воды.

Полученные результаты показали, что значения рН снеговой воды на территориях объектов исследования колеблются в интервале от 5,7-6,9, что характеризует талые воды как слабощелочные по сравнению с незагрязненными осадками. Минимальное значение рН=5,7 было отмечено для свежеснега в Новоорловском лесопарке, максимальное (рН=6,9) – для свежеснега на территории, прилегающей к железобетонному заводу. Усредненные данные представлены в таблице и на рисунке.

*Результаты измерения рН снеговой воды, 2012-2013 гг.*

Дата отбора	Северный завод	Железобетонный завод	Сад Черной речки	Новоорловский лесопарк	Сад Александра Сергеевича
Декабрь 2012 г., свежеснег	6,36	6,36	6,20	6,28	6,26
Март 2013 г., полная колонка	6,50	6,50	6,36	6,44	6,32



*Результаты измерения рН снеговой воды, 2012-2013 гг.*

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) Для полной колонки снега, отражающей загрязнение атмосферы за весь зимний период, отмечается сдвиг рН в сторону щелочности по отношению к рН свежеснега, отражающего загрязнение атмосферы в момент своего выпадения (табл., рис.).

2) Для территорий с повышенной техногенной нагрузкой (Северный и Железобетонный заводы) отмечаются повышенные значения рН по сравнению с озелененными территориями.

Полученные данные хорошо согласуются с результатами Научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН, полученными при исследовании снежного покрова Ленинградской области и Юго-Восточной Финляндии в 1992-2001 гг. [2], авторы которых отмечают, что все зоны техногенного загрязнения по сравнению с фоновыми районами ха-

рактируются более высокими значениями рН снеговой воды; а также с данными инициативных мониторинговых исследований снежного покрова Санкт-Петербурга и Ленинградской области, проводимых на базе ЦКП «Геоэкология» с 2003 г. [1].

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Нестеров Е.М., Грачева И.В., Зарина Л.М. Об информативности показателей общей минерализации и кислотно-щелочных свойств при определении степени загрязненности снегового покрова урбанизированных территорий // *Экология урбанизированных территорий*. – 2012. – №3. – С.81-88.

2. Яхнин Э.Я., Томилина О.В., Чекушин В.А., Салминен Р. Сравнительный анализ данных о составе атмосферных осадков и снежного покрова на территории Ленинградской области и юго-восточной Финляндии и уточнение параметров атмосферного выпадения тяжелых металлов // *Экологическая химия*. – 2003. – 12 (12). – С. 1-12.

## **ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ**

*А.Н. Петрова, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, [anactac85@bk.ru](mailto:anactac85@bk.ru)  
П.В. Питуримов, СПбГУ, г. Санкт-Петербург, [PitirimovPV@Lumex.ru](mailto: PitirimovPV@Lumex.ru)*

Аэрозоли – это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки [1].

Загрязнение почв аэрозольными выбросами предприятий обусловлено составом топлива и характером технологического процесса. На Северной ТЭЦ-21 частично используется уголь, который является экологически несовершенным видом топлива. При его сжигании образуются вредные выбросы, среди которых: зола, частицы недогоревшей угольной пыли, сажа, токсичные элементы (As, Cd, Pb, Cr, Ni, B, Mn, Mo, Se, Zn, Co, Cu). В крематории для проведения процесса кремации используются кремационные печи. Топливом для них является природный газ, сжиженный газ или жидкое топливо [2].

Химические элементы в почве находятся в двух основных состояниях:

1. в связанном, т.е. многие ионы, поступая в почву, быстро теряют подвижность в результате химических реакций;
2. в миграционно-способном состоянии. В целом растения легко поглощают форму микроэлементов, находящихся в почвенном коллоиде.

Подвижные формы химических элементов в почве в нашем исследовании были определены методом водной вытяжки, который разработали ученые СПбГУ и ВСЕГЕИ. Суть метода заключается в анализе частиц раз-

мером 1-1000 нм почвы. При этом высчитывается весовая доля фракции в составе пробы (как правило, 1-6 весовых процента), затем в этой фракции определяется содержание химических элементов. В водный экстракт переходят элементы, не образующие собственных минеральных фаз и находящиеся в пробе в виде коллоидно-солевой составляющей. Раствор анализируется методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Метод водной вытяжки определяет более 50 химических элементов [5] (табл. 1).

Табл. 1. Содержание химических элементов в почве района крематория и ТЭЦ-21 по результатам метода водной вытяжки

Химический элемент	Водная вытяжка почвы крематория, ppm	Водная вытяжка почвы ТЭЦ-21, ppm	Коэффициент накопления, ТЭЦ-21	Коэффициент накопления, крематорий
<b>Be</b>	0,13	0,11	0,09	0,07
<b>Sc</b>	27,1	21,8	<b>2,96</b>	<b>4,4</b>
<b>V</b>	36,8	13,9	0,2	0,61
<b>Cr</b>	18	14,6	0,23	0,34
<b>Co</b>	1,1	1,06	0,31	0,28
<b>Ni</b>	8,6	6,98	0,30	0,33
<b>Cu</b>	115	27,3	<b>1,49</b>	<b>3,1</b>
<b>Zn</b>	626	668	<b>14,21</b>	<b>5,2</b>
<b>Ga</b>	2,6	1,11	0,10	0,24
<b>Ge</b>	0,40	0,59	0,45	0,32
<b>As</b>	43,7	27,5	<b>2,5</b>	<b>3,1</b>
<b>Se</b>	4,9	2,99	<b>3,1</b>	<b>3,9</b>
<b>Rb</b>	88,2	10,1	0,15	0,78
<b>Sr</b>	88,2	59,9	0,36	0,65
<b>Y</b>	0,82	1,51	0,09	0,05
<b>Zr</b>	6,4	3,84	0,01	0,04
<b>Nb</b>	0,75	0,93	0,13	0,11
<b>Mo</b>	8,4	4,36	<b>4,23</b>	<b>8,3</b>
<b>Ag</b>	3,0	1,98	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>
<b>Cd</b>	0,35	0,17	0,85	0,62
<b>Sn</b>	2,3	1,4	0,26	0,69
<b>Sb</b>	7,5	4,26	<b>4,90</b>	<b>5,9</b>
<b>Cs</b>	0,11	0,13	0,09	0,06
<b>Ba</b>	436	493	1,01	0,72
<b>La</b>	1,4	1,9	0,07	0,06
<b>Ce</b>	2,3	3,67	0,07	0,05
<b>Tl</b>	0,05	0,031	0,06	0,07
<b>Pb</b>	15	17,4	0,26	0,23
<b>Bi</b>	0,07	0,067	0,25	0,02
<b>Th</b>	0,43	0,82	0,01	0,07
<b>U</b>	0,33	0,34	0,15	0,18

Почвы района ТЭЦ-21 содержат больше подвижных элементов и в большем количестве, по сравнению с почвами крематория. Более того, по результатам метода ИСП МС и метода водной вытяжки, был рассчитан коэффициент накопления химических элементов. Коэффициент накопления – это отношение содержания элементов во фракции размером 1-1000 нм к

валовому содержанию. В результате был получен ряд химических элементов, которые накапливаются в почве крематория:

Mo (8,3) – S (5,9) – Zn (5,2) – Sc (4,4) – Se (3,9) – As (3,1) – Cu (3,1) – Ag (2,5) и ряд химических элементов, которые накапливаются в почве ТЭЦ-21:

Zn (14,2) – Sb (4,9) – Mo (4,2) – Sc (2,9) – Cu (1,5) (в скобках указан коэффициент накопления). По построенному ряду химических элементов хорошо видно, что в почвах ТЭЦ-21 и крематория происходит накопление веществ 1 (Zn, Se, As) и 2 (Mo, Cu) класса токсичности.

Таким образом, ТЭЦ-21 и крематорий Санкт-Петербурга создают в результате своей работы геохимические ассоциации элементов, которые в свою очередь влияют прямо или косвенно на живые организмы.

Основными компонентами, выделяющимися в процессе сгорания топлива, являются микроэлементы, неорганические оксиды и полициклические углеводороды, которые в дальнейшем поступают в атмосферу. Атмосферные выпадения микроэлементов участвуют в загрязнении всех других компонентов биосферы – воды, почвы и растительности [4].

Почвы являются наиболее важным элементом в экосистеме, так как остальные элементы – растения, поверхностные и подземные воды – испытывают опосредованное почвой влияние техногенных факторов.

В почве происходят физико-химические и микробиологические процессы, которые регулируют процессы накопления, трансформации и выноса вещества. В зависимости от интенсивности и направленности этих процессов почва может стать либо источником вторичного загрязнения природной среды, либо мощным буфером, задерживающим или полностью перерабатывающим загрязняющие вещества [3].

#### *Литература*

1. Бримблкумб П. *Состав и химия атмосферы*. – М., 1988. – 352 с.
2. Добровольский В.В. *Химия Земли*. – М., 1980. – 176 с.
3. *Загрязнение подземных вод отходами животноводства / Министерство природных ресурсов РФ. Геологические исследования и охрана недр. Обзорная информация*. – М., 1998. Вып. 3. 17 с.
4. *Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение*. – М., 1997.
5. [www.journal.spbu.ru](http://www.journal.spbu.ru)

## **О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РТУТИ В ПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

*Я.В. Адясов, В.В. Гавриленко, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Опасность ртути для здоровья человека известна достаточно давно, ведь ртуть является одним из наиболее токсичных элементов. Кроме того ртуть имеет очень высокий потенциал ионизации, что позволяет ей восстанавливаться до металла из различных её состояний. Исходя из этого, исследова-

ние концентраций ртути в почвах урбанизированных территорий является одной из приоритетных задач, с точки зрения геоэкологии. В Санкт-Петербурге история использования ртути связана с тем, что с начала XVIII века город развивался как имперская столица, и на протяжении более чем двух веков золочение изделий и крупных архитектурных деталей (шпилей, куполов и др.) производилось в крупных масштабах. В ту эпоху была очень развита так называемая техника огневого золочения, которое заключалось в прокаливании растворённого в ртути золота (амальгамы) до полного испарения ртути. Естественно, при такой технологии большие количества ртути испарялись в атмосферу, а затем депонировались в почвах, что сказалось на общей загрязнённости территорий. Техника огневого золочения сыграла роковую роль и для многочисленных человеческих жизней (по литературным данным многие мастера, работавшие в золотильных цехах, впоследствии погибли от ртутного отравления). В XX и начале XXI вв. источниками поступления ртути в окружающую среду стали различные производственные отходы, промышленные сливы, свалки ТБО, свалки газортутных ламп и др., что также сказалось на загрязнении ртутью почв и почво-грунтов. За последние десятилетия Региональным геоэкологическим центром ГГП «Невскгеология» были проведены площадные работы по изучению распределения валового количества ртути и других металлов в почвах Санкт-Петербурга и зависимости от них заболеваемости населения. В результате выявлены основные закономерности распределения ртути на территории города, а также отражены локальные аномалии в распределении исследуемого металла. По данным РГЦ, средняя концентрация ртути в верхнем слое городских почво-грунтов (0-10 см) составляет 0,36 мг/кг, что в 12 раз превышает региональный фоновый уровень 0,03 мг/кг. При этом повышенные концентрации ртути локализовались в основном на наиболее загрязнённых участках исторического центра города и на территориях некоторых промышленных зон, что позволило внести ртуть в список наиболее опасных токсикантов, влияющих на здоровье населения.

Задачей настоящей работы являлось определение концентрации атомарной ртути непосредственно в почвенном и приземном слое воздуха Центрального и Приморского районов Санкт-Петербурга, которые являются контрастными как по истории застройки, так и по промышленному использованию, что делает актуальным и интересным их сравнение, с точки зрения геоэкологической ситуации. В работе была использована методика измерений массовой концентрации паров ртути в атмосферном воздухе атомно-абсорбционным способом с Зеemanовской коррекцией неселективного поглощения с использованием анализатора ртути РА-915+, позволяющего проводить прямое непрерывное определение ртути в воздухе от 0,3 нг/м<sup>3</sup>. Естественное (фоновое) содержание ртути в незагрязненной атмосфере составляет 1–3 нг/м<sup>3</sup>. ПДК ртути в воздухе населенных мест и жилых помещениях в Российской Федерации – 300 нг/м<sup>3</sup>. В каждой точке

было произведено несколько измерений в лунке глубиной 10 см, после чего были вычислены средние значения концентрации ртути в воздухе почвы. По результатам анализов построены карты распределения этого металла в почвенном воздухе исследованных районов города. Фоновые содержания в обоих районах исследования для почвенного и приземного воздуха колебались от 1 до 10 нг/м<sup>3</sup>. Также наблюдалась прямая корреляция между значениями концентраций ртути непосредственно в почвенном воздухе и концентрациями в приземном слое, что в дальнейшем сняло необходимость производить в нём замеры.

В Приморском районе, где застройка и промышленное освоение территории началось лишь в середине XX века, участок исследования граничит с промышленно-складской зоной, кроме того местами заметны скопления бытового мусора, а кое-где и несанкционированные свалки. Всё это, по видимому, и является причиной повышенных концентраций ртути. Ртутное загрязнение в южной части района значительно менее выражено, чем в северной, но и здесь присутствуют отдельные области повышенных значений (до 50 нг/м<sup>3</sup>). Северная часть территории представляет собой парковую зону и резко отличается от застроенной южной части. Довольно заметно практически полное соответствие границ незастроенной зоны и территории с повышенными содержаниями ртути в почвенном и приземном воздухе. Это может быть связано как с захоронением свалочных масс до появления лесопарковой зоны, так и с длительным депонированием в почве ртути, выводящейся из атмосферного воздуха. В приземном слое воздуха концентрации ртути однородны и не столь ярко выражены, (в отличие от ртутных загрязнений почвенного воздуха) чему вероятно способствуют приповерхностные потоки воздуха.

В Центральном районе зоны повышенных значений менее размыты, более локализованы и ярко выражены. В данном случае аномалии по ртути наблюдаются на следующих участках: в районе Пушкинской улицы, улицы Марата и Лиговского проспекта (значения в этой области варьируют от 11 нг/м<sup>3</sup> до 51 нг/м<sup>3</sup>, значения достигают своего пика в районе памятника Пушкину на Пушкинской улице). На Манежной площади показатели концентраций ртути составляли 18 нг/м<sup>3</sup>, в районе Кременчугской и Атаманской улиц наблюдается значительная площадь с показателями от 11 до 18 нг/м<sup>3</sup>.

В районе РГПУ им. А.И. Герцена повышенные значения колеблются от 13 нг/м<sup>3</sup> до 19 нг/м<sup>3</sup>; на 5 советской улице наблюдается точечная аномалия с концентрацией ртути 147 нг/м<sup>3</sup>, что является самым высоким показателем по обоим районам. Несмотря на разрозненность, пятнистую распространённость повышенных значений в Центральном районе, они, в среднем, выше, чем показания повышенных значений Приморского района, что, скорее всего, связано с длительной историей застройки исторического центра города и использования в нем рассматриваемого нами металла. Для

Центрального района средние значения на аномальных участках составляют 24 нг/м<sup>3</sup>, для Приморского – 19 нг/м<sup>3</sup>.

В целом же, в Центральном районе, как и в Приморском, значения концентраций ртути в приземном и почвенном слоях воздуха не превышают ПДК (300 нг/м<sup>3</sup>). Исходя из этого, ртуть как отдельно взятый металл не представляет весомой опасности для здоровья населения на рассмотренной территории.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

## **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ Г.КОММУНАР И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (Р.ИЖОРА)**

*А.Н. Рякина, С.П. Сергеева, Л.А. Нестерова  
РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

В современном мире геоэкология является одной из важнейших наук. Геоэкологические проблемы широко исследуются и изучаются. К ним можно отнести хозяйственную деятельность человека, производство энергии, сведение лесов, загрязнение подземных вод, загрязнение природных вод и многие другие немаловажные проблемы.

Человечество практически полностью зависит от поверхностных вод суши – рек и озер, которые в свою очередь подвергаются наиболее интенсивному воздействию. Вода рек и озер покрывает потребности в питьевой воде, используется на орошение в сельском хозяйстве, в промышленности, служит для охлаждения атомных и тепловых электростанций.

Геоэкологические исследования проводились на территории Ленинградской области (г. Коммунар, река Ижора). Коммунар – город с 1993 года в России в Гатчинском муниципальном районе Ленинградской области. Коммунар расположен на берегу р.Ижоры в 2 км. от ж/д станции Антропшино и в 25 км. от Гатчины на автомобильной трассе Гатчина-Павловск, в 35 км. от Санкт-Петербурга и примыкает к южной границы г.Павловска. Территория г. Коммунар относится к «зоне пограничья» между Санкт-Петербургом и Ленинградской областью; в освоение «зоны пограничья» наблюдается две противоположные тенденции: размещение на ней высокотехнологических и экологически безопасных объектов со стороны Ленинградской области и вынос на пограничную полосу, а то и за нее, на областную территорию, полигонов для захоронения отходов и экологически вредных производств со стороны Санкт-Петербурга. Экологические проблемы г. Коммунар, связанные с дистанционными и местными источниками загрязнения, оказывают значительное влияние на экологическое состояние окружающей среды в окрестностях р.Ижоры.

Начало р. Ижоре дают карстовые источники в западной и южной части Ижорского плато. Основные водные ресурсы Ижорского плато связаны с

подземными водами ордовикского карбонатного комплекса. Подземные воды Ижорского плато практически не защищены от поверхностного загрязнения. Потенциальными загрязняющими веществами подземных вод Ижорского плато могут служить: азотные соединения, хлориды, сульфаты, органика, нефтепродукты. Эти загрязняющие вещества представляют большую опасность для всех рек, берущих начало из подземных источников Ижорского плато, в том числе р.Ижора.

Потенциальными загрязняющими веществами подземных вод Ижорского плато могут служить: азотные соединения, хлориды, сульфаты, органика, нефтепродукты. Эти загрязняющие вещества представляют большую опасность для всех рек, берущих начало из подземных источников Ижорского плато, в том числе р.Ижора.

В г. Коммунаре находятся четыре промышленных предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, связанных друг с другом общими схемами тепло, парообеспечения, и водопользования. На исследуемой территории находится «Санкт-петербургский картонно-полиграфический комбинат». ОАО «СПб КПК» обеспечивает паром свое производство, а теплоэнергией свое производство, и все промышленные предприятия города, коммунальные предприятия и жилой фонд.

На всей территории города протекает река Ижора, которая с ее многочисленными притоками и ручейками оказывает значительное влияние не только на экологическое состояние окружающей среды Гатчинского района, но и на экологию р.Невы, так как имея большой водный расход и небольшую длину, р.Ижора выносит значительную часть взвешенных частиц разрушенных горных пород, нефтепродуктов и различных химических элементов, вредных для здоровья человека. В настоящее время качество воды в р. Ижора ухудшается и из категории «загрязненная» она переведена в категорию «грязная». Устье р. Ижора считается наиболее загрязненным участком акватории р.Нева.

Основным загрязнителем атмосферного воздуха в г. Коммунаре являются выбросы от автотранспорта (особенно от автотранспорта сторонних организаций осуществляющих доставку грузов на предприятия города, и вывозящих готовую продукцию).

Основой исследования геоэкологического состояния территории, прилегающей к комбинату Коммунар (р.Ижора) явились 54 пробы почвенного материала, отобранные осенью 2010 года из трех профилирующих разрезов, которые проходили рядом с «Санкт-Петербургским картонно-полиграфическим комбинатом», а также по правому берегу р. Ижоры до автомобильного моста на ул. Павловская и после моста.

Анализируя результаты содержания химических элементов в почвах г.Коммунар, можно отметить, что закономерность распределения химических элементов заключается в следующем. Основное превышение фоновых значений находится на территории, прилегающей к «Санкт-Петербург-

скому картонно-полиграфическому комбинату». Наблюдаются явные зоны относительного обогащения Zn, Sr, Cr, Cu, Ni до уровня ПДК. Следует обратить внимание, что данные элементы входят в состав полиграфии. Полученные результаты зависят от следующих факторов: климатические условия, роза ветров, геологическое строение данной территории, близ лежащие промышленные предприятия, в нашем случае Санкт-Петербургский картонно-полиграфический комбинат, работой очистных сооружений, течением реки, а также различных антропогенных вмешательств.

Следующим этапом отбирались пробы донных отложений, зимой 2012 года. Было отобрано два керна в двух различных точках. Первая точка находилась приблизительно 60 метров выше по течению реки Ижоры, слева от моста, находящегося на улице Павловская. На данной точке пробоотбора льда не наблюдалось. Донные осадки отбирались ствола павшего дерева (ива). Мощность илов 8-10 см. Илы обводненные сильно, серого, темно-серого цвета, а также наблюдались примеси песчанистого материала. Наблюдения с моста показали, что илистых отложений нет, только песчано-гравистые образования. Следующая точка находилась вверх по течению, реки Ижоры, около 100 метров от моста, на улице Фабричная. Правый берег р. Ижоры, заводь небольшая, мощность донных отложений превышает 1 метр, до поверхности илов, глубина 30 см. воды. Донные отложения – сложная комплексная система, образованная нанесением и отложением на дно водоемов различных неорганических и органических веществ, в результате химических, физических и биологических процессов. При анализе данных кернов, отобранных зимой 2012 года, была составлена колонка разреза с его описанием. Составлены гистограммы распределения химических элементов, в зависимости от глубины дна. Анализ гистограмм позволяет сделать выводы о том, что основное скопление высокого содержания химических элементов приходится на глубине 45-55 и на глубинах дна, что повышенное содержание наблюдается при переходе от окислительной фракции к восстановительной. Данное распределение содержаний химических элементов связано с внешними факторами, а т.е. само строение дна реки, климатических условий, глубины реки, возможность вымывания веществ с верхних слоев погодными условиями или же различными антропогенными вмешательствами (например, катер). Также была составлена сравнительная гистограмма в 2-х точках пробоотбора, по которой видно, что выше по течению химических элементов осаждается больше. Связано это с геоморфологическим фактором. В точке, которая находится выше по течению, располагается равнинный разлив реки Ижора и происходит накопление в илистой фракции. Элементы, несущие по течению накапливаются именно в этой точке.

Рассчитав суммарный коэффициент загрязнения для данной территории, можно сделать вывод, что геоэкологическая обстановка в городе Коммунар и его окрестностей в пределах нормы, однако, установлено

влияние комбината на прилегающую территорию, что необходимо учитывать при планировке застройки города.

Дополнительный вклад в сохранение окружающей природной среды Гатчинского района, в том числе изученной территории ОАО «СПб КПК» г. Коммунар в настоящее время вносят сотрудники лаборатории геохимии окружающей среды РГПУ им. А.И. Герцена.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Васильев А.А., Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. - М.: Лесн. пром-сть.
2. Гавриленко В.В., Панова Е.Г. Введение в геохимию осадочных пород. – СПб., 2007.
3. Даринский А.В. Ленинградская область. – Л.: Лениздат, 1970.
4. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования. М.: Академия, 2009.
5. Маринченко А.В. Экология. – М.: Академия, 2009.
6. Методика измерения массовой концентрации металлов. НПО «Спектроскан». Аттестована ФГПУ 2ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.
7. Экология. Безопасность. Жизнь. Вып. 7: Информационно исследовательский комплекс по программе «Школьная экологическая инициатива». – Гатчина, 1998.
8. Официальный сайт г. Коммунар. - <http://www.kommunar.ru/>
9. Устав ОАО «Спб КнК», 2006. - <http://spbcpk.spb.ru/>

## **СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ БЕЛОЕ – ЛИПОВСКОЕ**

*Е.А. Бороздин, Л.А. Нестерова, РГПУ им. А.И. Герцена,  
г. Санкт-Петербург, [unpodvox@mail.ru](mailto:unpodvox@mail.ru)*

На юго-западном побережье Финского залива в Кингисеппском районе Ленинградской области в 140 км от Санкт-Петербурга располагается Кургальский полуостров. Он разделяет Нарвскую и Лужскую губы залива. Северная оконечность Кургальского полуострова на 12 км выдается в Финский залив и продолжается комплексом каменных гряд, островов и отмелей Кургальского Рифа (в других источниках Курголовская Рейна или Рейма) [5], еще на 16 км в направлении острова Мощный. Самая северная точка – мыс Питкенен-Нос. Также на полуострове находятся мысы Пихлисар, Луто и др. Общая площадь полуострова составляет от 50 до 70 тыс. га, включая материковую часть, острова, акваторию поверхностных водных объектов и Финского залива [3]. В качестве восточной и южной границ полуострова принято считать нижнее течение реки Луги и ее притока р. Россонь. На юго-западе полуострова Россонь впадает в р. Нарова (Нарва) в 1,5 км от ее устья [4].

Полуостров является интересным объектом для изучения: на его территории располагается Кургальский заказник, созданный в целях охраны эн-

демичных биоценозов; одновременно похожие и очень разные озера, которые являются предметом нашего исследования, и много прочих интересных объектов.

Озерная система Липовское – Белое представляет собой два крупных озера, расположенных на расстоянии полутора километров друг от друга и, имеющих связь через небольшую протоку. Одно из озер имеет связь с Финским заливом через двухкилометровую речку. Озера относятся к группе «малых» озер (по классификации П.В. Иванова, 1948 г. [2], с площадями 1-10 км<sup>2</sup>), но занимают значительную площадь Кургальского полуострова, что говорит о маленькой площади их водосборного бассейна.

Серьезные различия этих озер по нескольким важным показателям, таким как прозрачность, соленость, глубина, несомненно, связаны с историей формирования озерной системы, которая непосредственно связана с развитием Балтийского моря.

Активные преобразования территории Кургальского полуострова завершились, в среднем 7,3-4 тыс. л.н. На конечной стадии Литоринового моря в ходе регрессии уровень Балтики максимально приблизился к современному. Кургальское плато полностью сложилось и в дальнейшем испытало лишь небольшое поднятие. Озеро Белое осталось неизменным, как и 10 тыс. лет назад. Липовский лиман 4,5 тыс. лет назад представлял собой соленый «придасток» Балтийского моря. При сравнении конечной Литориновой стадии и современного состояния данной территории необходимо отметить корректировку уровня воды в сторону понижения, т.к. в наше время связь Липовского озера с Балтийским морем представляет собой неширокую протоку (около 100м). Такая связь не позволяет называть Липовское лиманом, но около 4 тыс. лет назад это можно было сделать.

Липовское озеро наиболее крупный водоем Кургальского п-ова. Его площадь составляет 5,5 км<sup>2</sup>. Это озеро является уникальным водоемом на всем побережье Балтийского моря. Озеро ледникового происхождения, о чём говорит история, его расположение с северо-запада на юго-восток (направление движения ледника), а также коэффициент удлиненности, который в соответствии с классификацией Верещагина Г.Ю. показывает, что Липовское относится к удлиненным озерам (7-10). Оно находится в непосредственной близости от Финского залива и отделено от него двухкилометровой протокой. Что характерно течение протоки направлено из озера в залив. Близость Финского залива накладывает сильный отпечаток на ихтиофауну озера. Для него характерен заметный подъём воды во время западного ветра или приливов. И наоборот, при восточном ветре уровень воды в водоёме заметно падает. Постоянное перемешивание огромных масс воды делает её в озере солоноватой, морской. Связь озера с заливом осуществляется при сгонно-нагонных колебаниях уровня воды, причиной которых являются ветры. При северном и северо-восточном направлении ветров соленая вода поступает в озеро, а пресная, соответственно, выно-

сится в залив. Таким образом, Липовское озеро имеет соленую воду. Соленость составляет до 3-4‰ в северной части и до 0‰ в южной [6].

Табл. 1. Морфометрические характеристики озер

Название озера	Липовское	Белое
Характеристика		
<i>Длина</i>	6,7 км	3,7 км
<i>Ширина</i>	0,8 км	1,1 км
<i>Глубина, ср.</i>	9,8 м	5 м
<i>Глубина, макс.</i>	17 м	10 м
<i>Площадь</i>	5,5 км <sup>2</sup>	3,2 км <sup>2</sup>
<i>Площадь зеркала</i>	5,5 км <sup>2</sup>	3,2 км <sup>2</sup>
<i>Объем водной массы</i>	53,9 тыс. м <sup>3</sup>	16 тыс. м <sup>3</sup>
<i>Длина береговой линии</i>	17,1 км	10,7 км
<i>K развития береговой линии</i>	2,06	1,69
<i>K емкости</i>	0,57	0,5
<i>K удлиненности</i>	8,3	3,3

По своей форме озеро напоминает скорее морской лиман, учитывая историю формирования котловины это вполне объяснимо. Коэффициент развития береговой линии показывает, что береговая линия озера не сильно изрезана, хотя озерам с ледниковым происхождением характерна более высокая изрезанность. Котловина относится к параболическому типу ( $K_{емкости} 0,4-0,6$ ). Такой тип котловин встречается чаще всего у тектонических и ледниковых озер [8]. Прозрачность воды в озере (по замерам с помощью диска Секки) очень сильно колеблется в зависимости от времени года – от 1м весной и осенью до 3-4м летом и зимой.

Берега пологие по всей длине, преимущественно песчаные, местами заболоченные (в юго-западной части). В нескольких местах при «низкой» воде отмечается образование пляжей, которые активно используются человеком.

Глубина озера увеличивается постепенно, но в некоторых местах отмечаются резкие углубления (свалы) и ямы, максимальная глубина в одной из которых достигает 17-18 метров. Яма является характерной особенностью рельефа дна, в основном преобладают меньшие глубины. Происхождение этой ямы, скорее всего, объясняется деятельностью человека. Возможно, в это место во времена Великой отечественной войны упал снаряд мощного действия, нарушив ровное дно. Не исключено, что такой рельеф дна был сложен очень давно – в периоды морских трансгрессий.

В центральной части Курголовского плато располагается озеро Белое, оно имеет соединение с Липовским через небольшую, иногда пересыхающую протоку. Озеро значительно меньше Липовского и имеет площадь 3,2км<sup>2</sup>. Из характерных отличий отмечается пресная вода, что говорит нам об отсутствии связи с Финским заливом и практически ничтожном водообмене с Липовским. Котловина озера, так же как и Липовского, относится к параболиче-

скому типу ( $K_{емкости}$  0,4-0,6). При визуальном сравнении озер на карте видно, что озеро Белое имеет более округлую форму. Коэффициент удлиненности подтверждает это; по классификации Г.Ю. Верещагина котловина озера Белое относится к «близкой к овальной» ( $K_{удлиненности}$  3-5). Коэффициент развития, равный 1,69, показывает, что береговая линия Белого развита меньше, чем Липовского. Причиной такому невысокому показателю является маленькая длина озера в сравнении с длиной береговой линией.

Стабильная прозрачность воды – 8-10м не меняется в течение года. Этот факт дает весомые основания полагать, что озера имеют различную современную стадию развития.

### Трофическое состояние озер

Трофность, в первую очередь, это характеристика водоема по его биологической продуктивности, обусловленной содержанием биогенных элементов. Принципиальный момент при оценке процесса эвтрофирования – определение трофического состояния водоемов, которое фактически отражает поступление, накопление и расходование энергии водоема. Предложенное Науманом разделение водоемов на олиготрофные, мезотрофные и эвтрофные до сих пор остается основополагающим при оценке развития водных систем.

Наибольшую известность и распространенность среди лимнологов получил индекс, предложенный Р. Карлсоном и названный TSI (Trophic State Index) [2], основанный на простых связях между важнейшими показателями трофического состояния: прозрачности по диску Секки в летний период, концентрации общего фосфора и азота в воде водоема. За основу индекса Р.Карлсоном были взяты значения прозрачности воды по диску Секки.

Таблица 2. Замеры прозрачности озер с помощью диска Секки на разных участках озер Белое и Липовское (авторские данные)

	Липовское (весной)			Липовское (летом)			Белое (весной)			Белое (летом)		
Прозрачность, м. (в 3х точках)	1	1,2	0,9	2,5	2,7	2	7,5	8,3	8	9,5	9	9,7
Прозрачность, ср., м.	1,03			2,4			8,13			9,4		

Таблица 3. Результаты лабораторных исследований на концентрацию общего фосфора (P) и азота (N) в озерах Белое и Липовское (авторские данные)

Название озера	Широта	Долгота	P <sub>общ</sub> , мг/м <sup>3</sup>	N <sub>общ</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Липовское	59°44'35"N	28°8'59"E	18	390
Белое	59°41'27"N	28°6'41"E	3,7	<300

Как видно из таблицы, данные показатели существенно различаются. Теперь, после получения необходимых показателей, можно совместить их и определить статус озер по индексу TSI. Используя методику Р. Карлсона необходимо сопоставить результаты со шкалой TSI.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что статус трофности озера Белое – олиготрофный, Липовского – мезотрофный.

Этот результат очень хорошо сопоставляется с действительностью, т.к. озеро Белое в течение всего года имеет высокую прозрачность, видовой состав живности очень специфичный (в озере обитает ряпушка) и не богатый, а летом не наблюдается процесс «цветения воды», т.е. у фитопланктона нет возможности размножаться – это связано с кислородным режимом. Индекс, находящийся в промежутки 20-30 не дает сомнений в переходе озера из одного трофического состояния в другое. Таким образом, нашим исследованием подтверждено, что озеро Белое является олиготрофным; это означает, что процесс эвтрофирования озера находится в своей начальной стадии и протекает очень медленно. При современных климатических условиях превращение озера Белое в болото можно ожидать очень нескоро.

На озере Липовское летом наблюдается «цветение» воды. При мезотрофном типе водоема, кислородный режим позволяет размножаться фитопланктону. Прозрачность озера колеблется в течение года, это связано с жизнедеятельностью живых микроорганизмов. Их присутствие в таком количестве является характерной чертой следующей стадии эвтрофирования водоема. Если провести исследования на Липовском озере весной, результатом, скорее всего, будет – эвтрофный статус озера. Прозрачность озера понижается до 1м, по причине появления фитопланктона, который зарождается и размножается, благодаря увеличенному количеству органики, т.е. фосфора и азота в воде. Если показатель фосфора увеличится не менее чем в 2 раза, то состояние озера будет признано как эвтрофное. В таком случае индекс TSI находится в пределах колебания от 40 до 60, этот факт не дает права утверждать, что озеро Липовское является исключительно мезотрофным. По проведенным исследованиям можно сказать, что этот водоем находится в мезотрофной стадии только летом и зимой. В целом, более правильным будем считать, что озеро Липовское находится в мезо-эвтрофной стадии развития.

Таким образом, два водоема в одной водной системе имеют разную стадию трофности, в каждом озере устанавливается свой кислородный режим и концентрация органических соединений. Насколько сильно отличается нынешнее состояние водоемов, настолько же и разные перспективы ждут их в будущем. Нагрузка на озеро Липовское будет только увеличиваться, а озеро Белое находится, и будет находиться в спокойствии еще много сотен лет.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Демель К. «Наша Балтика»: пер. с пол. - Л.: Гидрометеиздат, 1971.
2. Захаров С.Г. Мы изучаем озера: учебно-методическое пособие для учителей общеобр. школ и педагогов доп. обр. / С.Г. Захаров. – Челябинск, 2001.
3. Каталог рекреационных ресурсов ООПТ Ленинградской обл. в рамках проекта «LIFE» / Под ред. И.А. Жаворонковой, Н.М. Калиберновой, А.К. Щукина. СПб., 2000. С.11.

4. Кургальский полуостров / Под ред. А.К. Щукина. СПб., 2000.

5. Материалы общественной экологической организации «Зеленый Мир»: <http://www.greenworld.org.ru/>

6. План управления заказника «Кургальский» в рамках программы LIFE «Охрана прибрежных территорий и местная Повестка-21 – Пилотный проект для России» / под ред. И.А. Жаворонковой, Н.М. Калиберновой, А.К. Щукина. СПб., 2000. С.65.

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ВНУТРЕННИХ ОЗЕР ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

*И.В. Дербенёв, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург  
Научный руководитель – д-р пед. наук, к. г.-м. н., проф. Е.М. Нестеров.*

Валаамский архипелаг помимо историко-культурного и духовного значения представляет собой действующую уникальную естественную лабораторию, удобную для исследовательской работы, тем более что все её богатства собраны на небольшой и легкодоступной территории. На Валааме практически отсутствуют локальные источники химического загрязнения, а загрязнения от удаленных промышленных районов носят нерегулярный характер. Особенностью архипелага, удивляющего исследователя любого направления, является разнообразие природных сообществ, растительных и животных видов, микроландшафтов на относительно небольшой территории.

Несмотря на то, что изучение Валаамского архипелага началось с конца XVII века и продолжается по сей день, на многие вопросы исследователи так и не смогли найти окончательного ответа. До сих пор остаются открытыми вопросы об этапах формирования Ладожского озера, времени образования Невы и, как следствие, образования Валаамского архипелага, появления человека на Валааме и т.д. Изучение геохимии донных осадков позволяет выявить этапы изменения уровня древней Ладоги, характер эволюции окружающей среды после выхода острова на дневную поверхность, оценить степень воздействия различных факторов на геохимию его внутренних озёр [1]. **Цель работы** заключается в изучении особенностей распределения химических элементов и породообразующих оксидов в донных отложениях внутренних озёр Валаамского архипелага и определении особенностей осадконакопления в голоцене.

В основу работы легли результаты тематических исследований на опорном участке Урочище Тихойнинсилти (болото в центральной части о. Валаам). Основой фактического материала исследования явились керны донных отложений рассматриваемого водоема. Отбор образцов производился Нестеровым Е.М., Гильдиным С.М., Марковым В.Е. в 2009 году с помощью озерного и торфяного буров. Автором было проанализировано более 420 образцов в лаборатории Геохимии окружающей среды имени А.Е. Ферсмана следующими методами исследования:

- выполнение измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV»;
- статистическая обработка данных с помощью пакета прикладных программ Statistics 6.0.

На основании описания отобранных образцов были построены колонка донных отложений и графики распределения химических элементов и оксидов по разрезу (рис. 1, 2, 3).

Описание разреза донных отложений и графиков распределения элементов позволило выделить следующие этапы:

1-й этап (850-210 см) – накопление глинистой толщи, сформировавшейся в относительно глубоководных условиях, скрытых Ладожским водоёмом.

2-й этап (210-150 см) – образование супесчаного слоя. Песчаные отложения свидетельствуют о падении уровня Ладожского озера и установлении условий, характерных для мелководных прибрежных обстановок. Скорее всего, на данном этапе происходит отделение Урочища Тихойнинсилти от Ладоги.

3-й этап (150-30 см) – накопление толщи илов с большим количеством неразложившейся органики в изолированном водоёме. Эти донные осадки формировались в условиях, когда рассматриваемый объект был сформирован, и осадкообразование в водоёме приобрело самостоятельный характер.

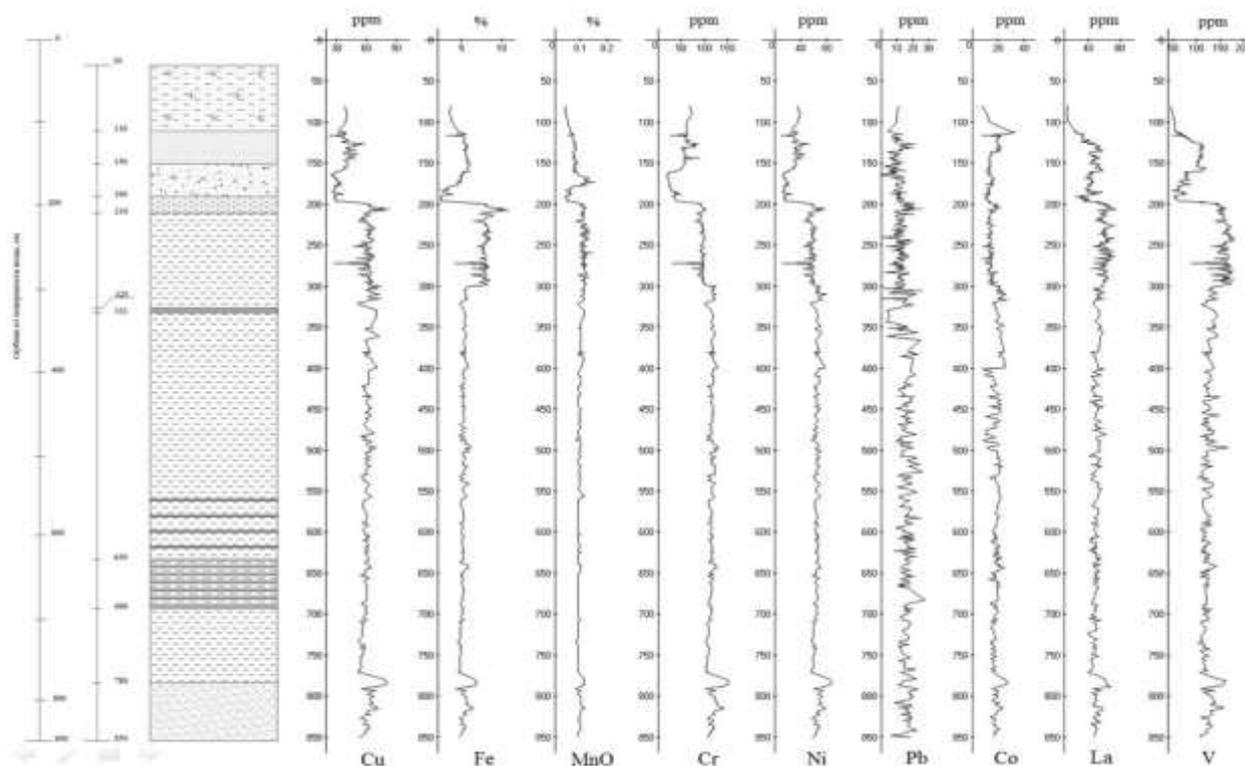


Рис. 1. Распределение химических элементов по разрезу донных отложений урочища Тихойнинсилти (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppt; %)

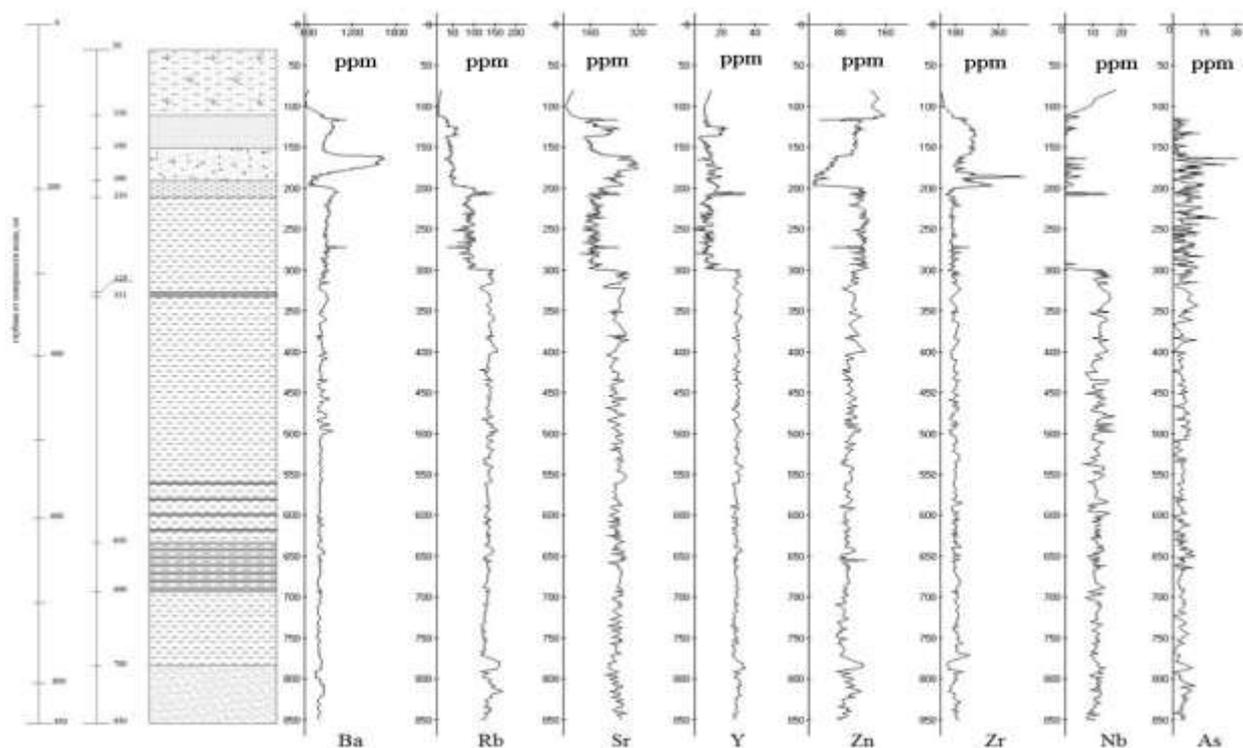


Рис. 2. Распределение химических элементов по разрезу донных отложений урочища Тихойнинсилти (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

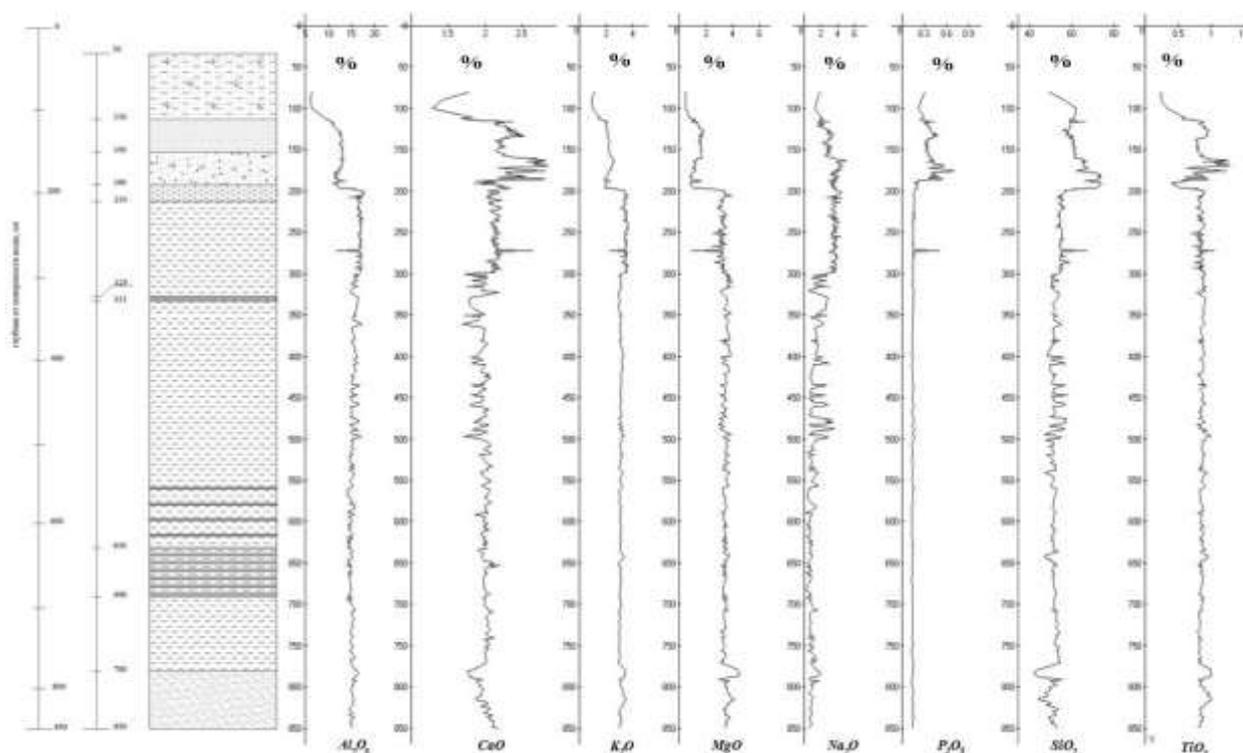


Рис. 3. Распределение оксидов по разрезу донных отложений урочища Тихойнинсилти (по вертикали – глубина, см; по горизонтали – концентрация, ppm; %)

Таким образом, каждый новый этап в осадкообразовании рассматриваемого нами внутреннего водоема Валаама, связанный со сменой природ-

ных обстановок, характеризуется изменением геохимических условий окружающей среды, что фиксируется автором по распределению содержаний химических элементов и оксидов по разрезу донных отложений.

Анализ геохимических данных по донным отложениям разреза Урочища Тихойнинсилти показал, что разброс значений концентраций незначительный. Исключение составляют **Na<sub>2</sub>O**, **As** и особенно **Nb**.

Сравнение кларков концентраций элементов в рассматриваемом разрезе обнаруживает следующие особенности: большинство элементов присутствуют в отложениях в концентрациях, приближающихся или равных кларковому значению ( $K_k=0,7-1,4$ ). **MnO**, **Sr**, **Nb** обнаруживают значения концентраций ниже кларковых ( $K_k=0,3-0,6$ ). **La**, **Y** находятся в отложениях в концентрациях, превышающих кларк ( $K_k=1,4$ ), однако и это превышение незначительно. Исключение составляет **As** ( $K_k=2,9$ ).

Факторный анализ донных отложений Урочища Тихойнинсилти выявил положительную корреляционную связь между концентрациями большинства элементов. Анализ корреляционных матриц показал, что для большинства элементов характерна сильная прямая связь. Установлены достаточно надёжные связи элементов с **V**, **Cr**, **Cu**.

Анализ главных компонент показал, что веса двух значимых факторов составляют 67%. Фактор 1 описывает 45% изменчивости исходных признаков. Наиболее тесную связь с ними имеют (в порядке ослабления связи) **Ni**, **MgO**, **Cr**, **Cu**, **SiO<sub>2</sub>**. Для фактора 2 (22% изменчивости исходных признаков) установлена высокая связь с **Fe**, **Zr**, **Na<sub>2</sub>O**.

По первому фактору выделяются следующие ассоциации: 1) **V**, **MnO**, **Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** и 2) **Rb**, **Cr**, **Cu**, **Ni**, **MgO**.

Факторный анализ позволил также определить влияние факторных нагрузок в зависимости от глубины донных отложений. Выделяются три зоны с различной геохимией: 30-150 см, 150-210 см, 210-850 см, что можно считать подтверждением выделенных этапов осадконакопления, сделанных на основе описания разреза донных отложений и элементных графиков. Результаты кластерного анализа подтвердили ассоциации: **V-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** и **Rb-Cr-Cu-Ni-MgO**.

Произведённый анализ образцов донных отложений урочища Тихойнинсилти и статистическая обработка данных, включающую в себя различные виды анализа позволили:

- установить особенности геохимического состава донных отложений;
- выделить этапы осадконакопления урочища Тихойнинсилти, с характерными для них особенностями изменений условий прошлых природных обстановок;
- оценить степень загрязнения водоёма тяжёлыми металлами, несмотря на то, что подобное сравнение довольно условно.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена (проект 2.3.1).*

### *Литература*

1. Марков В.Е., Морозов Д.А., Гильдин С.М. Геоэкологические особенности позднеголоценового седиментогенеза внутренних водоемов Валаамского архипелага // Вестник МАНЭБ. Серия Геоэкология. 2011. № 5. Т. 15. – С.24-28.

## **О ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ НЕУСТОЙЧИВЫХ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ БЛОКОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ОРЕНБУРГСКОМ ПРИУРАЛЬЕ**

*А.П. Бутолин, ОГПУ, г. Оренбург*

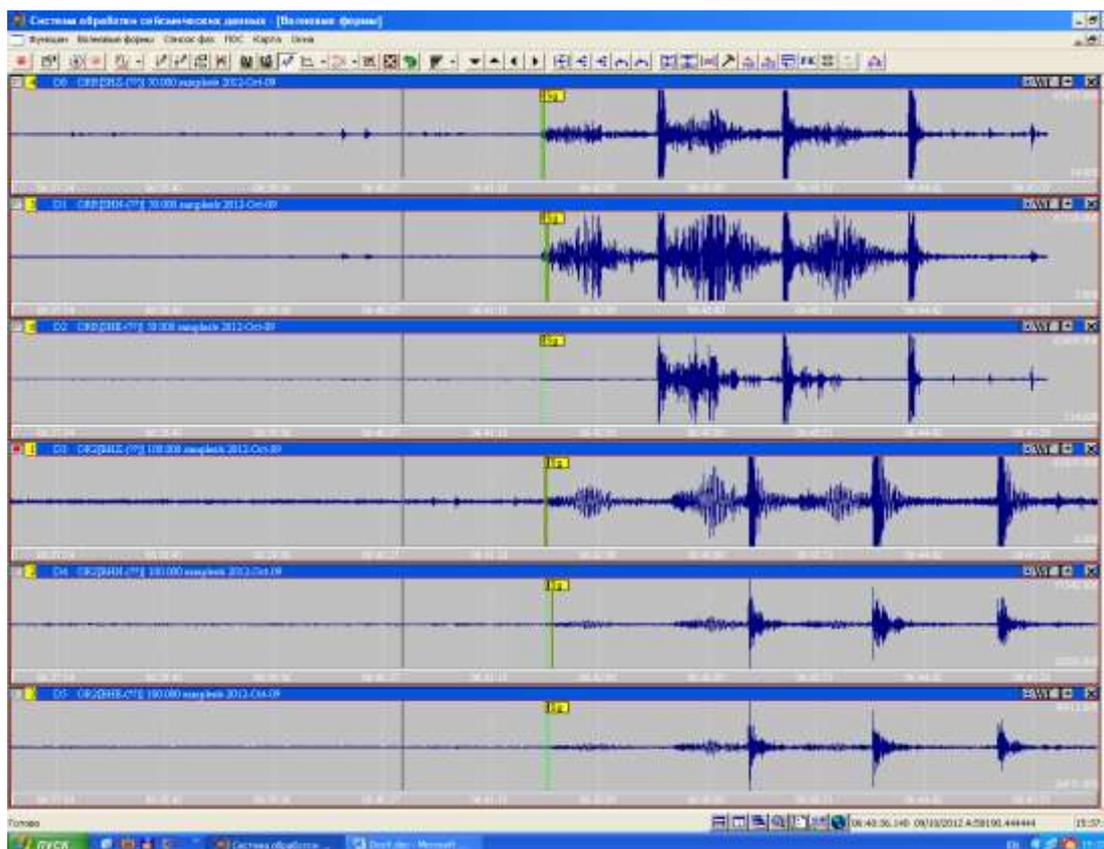
*В.А. Щерба, МГГУ им. М.А. Шолохова, г. Москва*

В ходе войсковых учений на Тоцком полигоне Оренбургской области в 1954 году был подорван авиационный ядерный заряд эквивалентной мощностью около 40 тысяч тонн тротила. Взрыв был воздушным (высота подрыва составила 350 м) [7]. Кроме того ядерные взрывы в пределах области проводились в толщах карбонатных горных пород и каменной соли с целью формирования емкостей для хранения газа и технологических емкостей, а также взрывы для изучения строения глубинных зон Земли на территории Оренбургской области в 60-70-е годы прошлого столетия. Осуществлялись взрывы по утилизации боеприпасов на Донгузском полигоне, ранее предназначенном для испытания зенитно-ракетных вооружений войск ПВО, и «самопроизвольный взрыв» 4 тонн артиллерийских боеприпасов 9 октября 2012 года [8], вызвавший акустическую и сейсмическую волну до 2 баллов по шкале Рихтера (рис.1).

Все эти техногенные воздействия приводят к возникновению геодинамически неустойчивых техногенно нарушенных зон в толщах горных пород. Кроме того, на территории юго-востока Волго-Уральской антеклизы ведется интенсивная добыча нефти (до 20 млн тонн в год), газа и газового конденсата. Здесь находится крупнейшее в Европе Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ), из продуктивных толщ которого извлечено уже более 1 трлн м<sup>3</sup> газа, а южнее контура газоносности расположен упомянутый выше Донгузский полигон. Подобная техногенная нагрузка на верхние слои земной коры, способствующая формированию активной геологической среды, позволяют предполагать, что сейсмические события техногенного характера могут ускорить природные процессы преобразования напряженно-деформационной устойчивости земной коры, сопровождающие разработку продуктивных нефтегазовых залежей на территории Оренбуржья. Эти обстоятельства должны стимулировать изучение и систематизацию признаков формирования геодинамически неустойчивых блоков и толщ горных пород на глубине и на земной поверхности. Отмеченные обстоятельства являются достаточным основанием для

постановки и проведения детальных исследований сейсмического мониторинга в регионе.

Вполне естественно назрела необходимость разработки методики комплексирования и распознавания признаков геодинамически неустойчивых зон в Оренбургском Приуралье с целью оценки сейсмического потенциала. Это позволит существенно уточнить схемы локального (крупномасштабного) и регионального сейсмического районирования нефтегазоносных площадей платформенного Оренбуржья и расширить возможности фундаментальной сейсмологии.



*Рис. 1. Приход сейсмической волны 09.10.2012 г. (По данным сейсмостанции отдела геоэкологии ОНЦ УрО РАН)*

В основе прогноза сейсмической опасности, как мы уже отмечали, лежит создание информационного блока и его постоянное расширение, определение главных принципов сейсмического крупномасштабного районирования и получение новых признаков прогноза [1, 2, 3].

Геологическое строение приповерхностных слоев земной коры Оренбургского Приуралья характеризуется чередованием выходов осадочных пород позднего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Взаимодействие неотектонической активности и экзогенных процессов, в зависимости от крепости осадочных толщ пород привело к формированию современных структурных и орографических форм в регионе. Кристаллический фундамент здесь глубоким бурением пока не изучен, вследствие его глубокого залегания.

Представления о строении и составе фундамента получены по данным геофизических исследований, а также на основании изучения кернового материала скважин, пробуренных по северному обрамлению.

Территория исследований расположена в зоне сочленения Волго-Уральской антеклизы, Прикаспийской синеклизы и Предуральского краевого прогиба. Причем отмечается ступенчатое погружение фундамента по разломам в сторону Прикаспийской синеклизы. Кроме того, прослеживаются субмеридиональные разломы фундамента, затухающие в осадочном чехле (рис. 2).

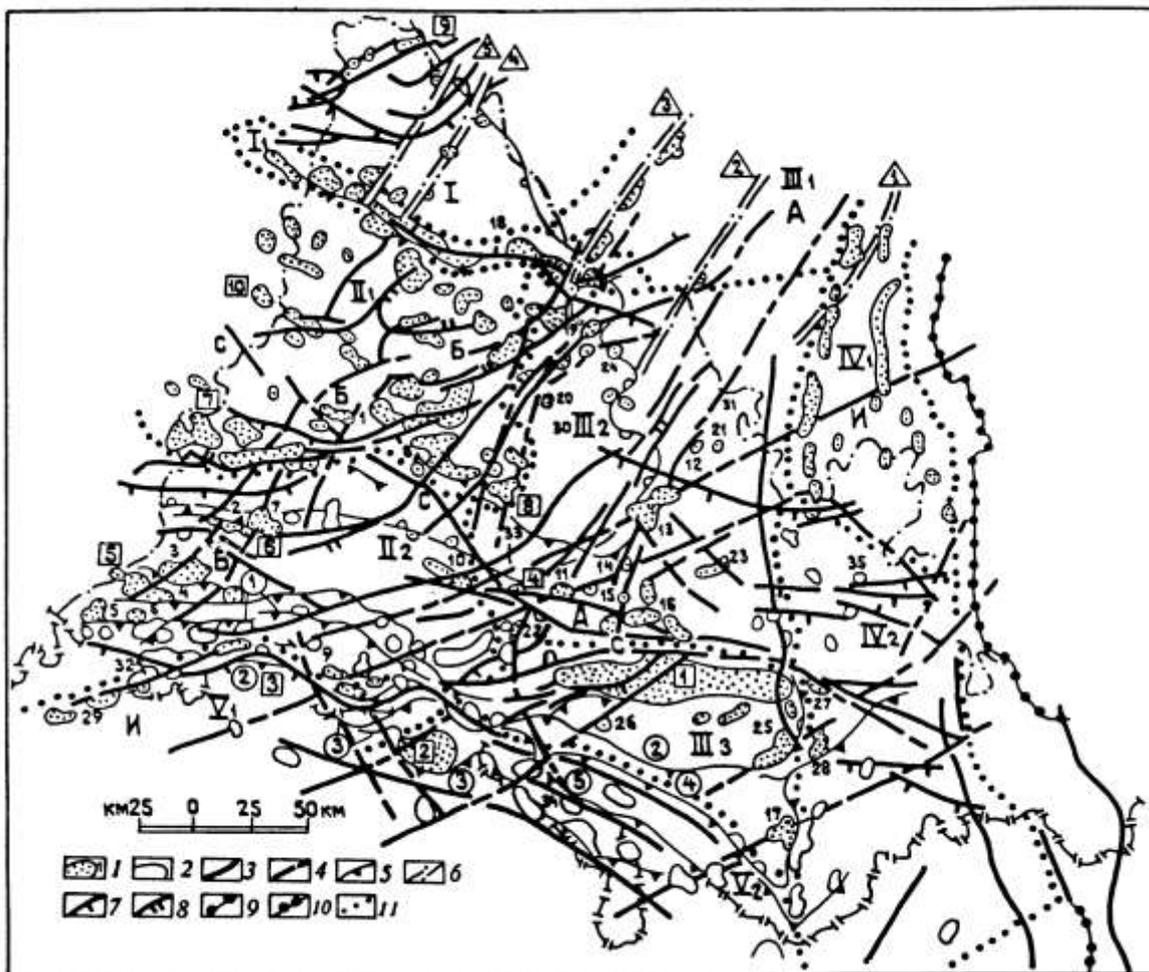


Рис. 2. Тектоническое строение платформенной части Оренбургской области [5]

Планетарная трещиноватость в Южном Предуралье, изученная авторами в период деятельности в Оренбургском НИИ охраны и рационального использования природных ресурсов, образует сложную многомерную сетку планетарно-трещинной делимости литосферы (рис. 3).

Эта сетка является той основой, на которую накладываются тектонические эндогенные, а также экзогенные процессы развития структур земной коры и рельефа. По материалам сейсмического мониторинга на совмещенных схемах сейсмических событий и тектонических структур осадочного чехла установлено, что сгущения эпицентров сейсмических событий тяготеют к Южной части Восточно-Оренбургского свода, Соль-Илецкого свода

и северному борту Прикаспийской синеклизы, в районе которых ведется интенсивная добыча углеводородов.

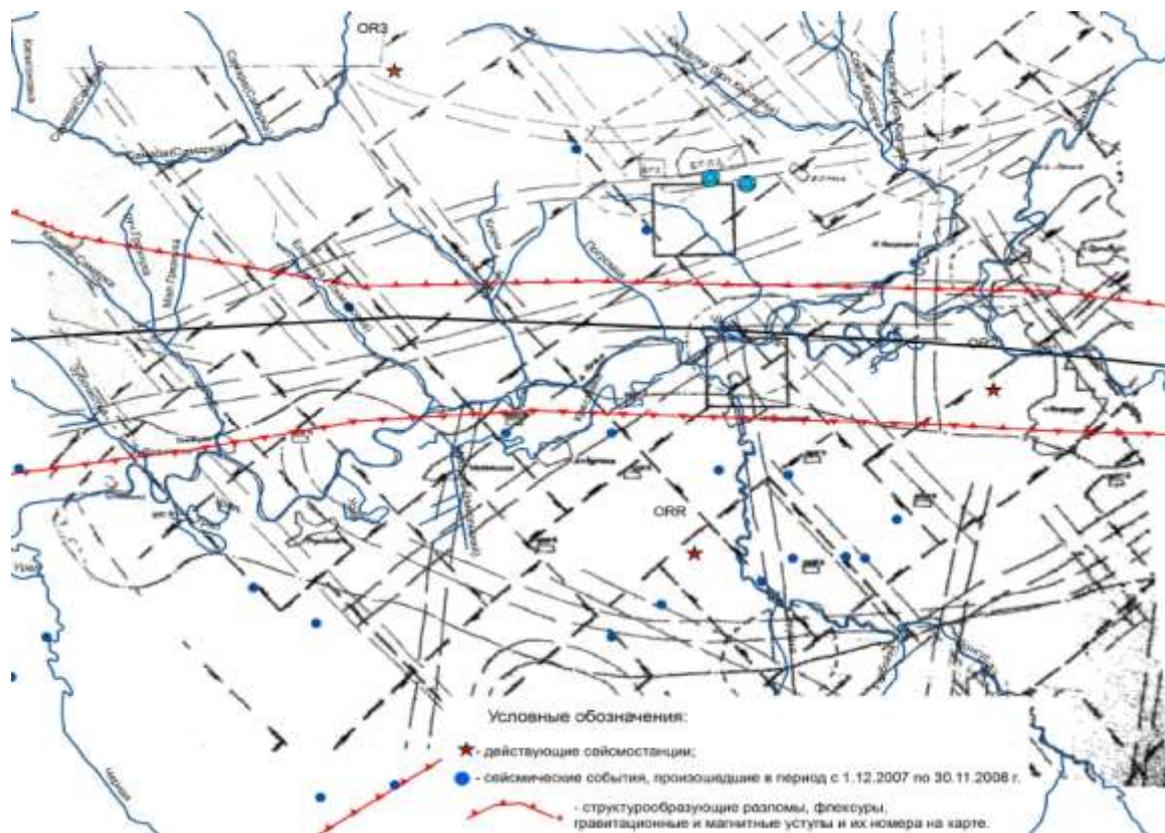


Рис. 3. Сопряженная схема трещинных зон осадочной толщи центральной части ОНГКМ [4]

Характерной особенностью рассматриваемой территории является наложение нескольких систем структурообразующих движений – субширотной и циклоидной литосферной, субширотной платформенной и субмеридиональной «уральской». В осадочном чехле юго-востока Восточно-Европейской платформы отражается субширотно ориентированное блоковое строение фундамента. Так, Урало-Сакмарский разлом, контролирующий с севера Соль-Илецкий свод, прослеживается также в Предуральском краевом прогибе. Почти параллельный ему Оренбургский разлом, расположенный к югу от Оренбургского вала тоже прослеживается в бортовом уступе, и, вероятно, достигает внутренней зоны прогиба.

Иртек-Илецкий разлом, проходящий в южной части Соль-Илецкого свода, делит его на два блока Оренбургский (приподнятый) и Нагумановский (опущенный) и также продолжается в Предуральском прогибе.

Морфологически Соль-Илецкий свод ограничен нижнепермскими бортовыми уступами: на юге и западе – Прикаспийской синеклизы, на востоке – Предуральского прогиба. На севере Соль-Илецкий свод отделяется от Восточно-Оренбургского сводового поднятия Павловским прогибом.

Крупнейшая тектоническая структура – Оренбургский вал, осложняющая Соль-Илецкий свод по подсолевым отложениям, по поверхности кри-

сталлического фундамента приурочена к части Урало-Сакмарского прогиба, имеющего рифтовую природу. Северное крыло вала более крутое ( $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ), чем южное ( $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ). Амплитуда по северному крылу вала составляет 530м и с глубиной увеличивается. Южнее Оренбургского вала выделяется Черниговско-Комаровская структурная зона, возможно седиментационно-тектонической природы.

Илекско-Яйсанская флексура тектоно-седиментационного генезиса является южной границей Соль-Илецкого свода. Амплитуда ее по нижнепермским отложениям составляет 800-1000 м. Формирование подобной бортовой зоны в южной части Соль-Илецкого выступа вызвано сочетанием систем субширотных и субмеридиональных тектонических напряжений, связанных с формированием Прикаспийской впадины и Предуральского прогиба.

На западном борту Предуральского прогиба прослеживается крупный разлом фундамента с опущенным восточным крылом. В структурном плане западный борт является тектоно-седиментационным образованием и вытянут в виде флексуры шириной 6-10 км. Амплитуда флексуры уменьшается с севера на юг от 1000м до 700 м.

Современный структурный план поверхности кунгурских отложений на юго-востоке рассматриваемой территории осложнен проявлениями солянокупольной тектоники (рис.4). Так в западной части Соль-Илецкого свода он отмечается высоким залеганием кунгурских солей и относительно простыми проявлениями соляной тектоники. Соляные гряды в основном имеют субмеридиональное простираение.

Как известно, за неоген-четвертичное время территория исследований сохраняла тенденцию общего подъема, амплитуда которого, по данным разных исследователей, достигла 300-400м. В результате процессов денудации и аккумуляции сформировались денудационные равнины олигоцен-миоценового и плиоценового возраста, а также аккумулятивные морские равнины акчагыльского возраста, озерно-аллювиальные равнины плиоцен-нижнечетвертичного возраста и аллювиальные равнины четвертичного возраста, а в рельефе выделяются южный склон Бугульминско-Белебеевской возвышенности, Большекинельские яры, возвышенности Общий Сырт, Меловой Сырт, Илекское плато, Слудные горы, Урало-Илекский прогиб.

Изменение напряженно-деформационного состояния земной коры в пределах Оренбургского вала от земной поверхности до верхней мантии обусловлено следующими факторами:

- большое количество пробуренных поисковых, разведочных, эксплуатационных, поглощающих, наблюдательных, специальных скважин, высокая их плотность по площади;
- строительство трубопроводов, УКПГ, ДКС, подземных специальных сооружений;
- извлечение гигантских объемов углеводородов и попутных пластовых вод;
- притоки и перетоки пластовых вод;

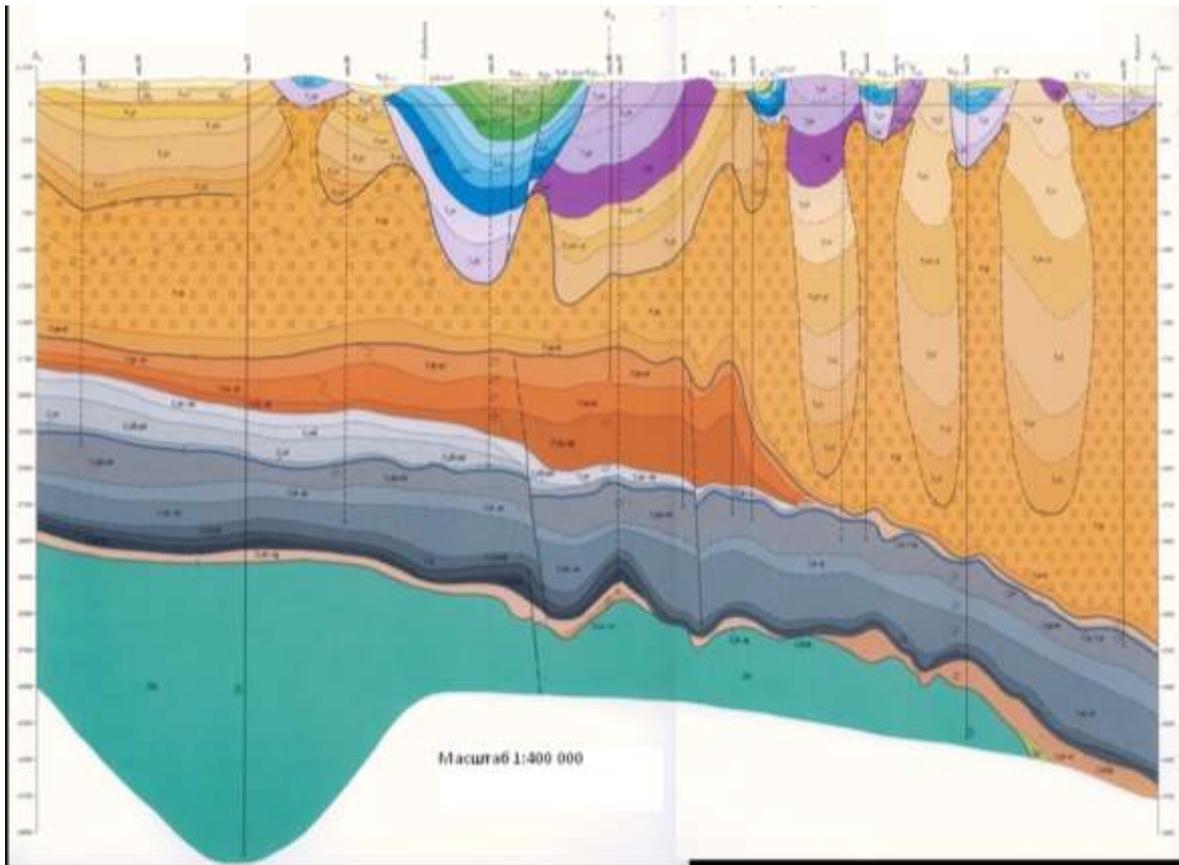


Рис. 4. Схематический геологический разрез по восточной половине района ОНГКМ [4]

- изменение пористости и трещиноватости блоков горных пород;
- изменение градиентов пластовых давлений, плотностей и температур горных пород и пластовых вод.

Перечисленные выше факторы при совместном воздействии могут кратковременно повлиять на неотектонический режим, рельеф территории и на естественно сложившиеся скорости протекания гидрогеодинамических и тектонических процессов.

Общее поднятие территории сопровождалось тектоническими деформациями, которые нашли свое выражение в орографических формах. Частные тектонические поднятия и впадины в областях общего подъема осложнены формированием ослабленных зон и полностью или не полностью компенсируются осадками. Техногенное влияние на литологические толщи месторождения в какой-то момент может вызвать уплотнение-разуплотнение в толщах горных пород и привести к изменению скорости экзогенных процессов на земной поверхности. Таким образом, преобразование напряженно-деформационного состояния блоков и толщ верхних слоев земной коры через тенденции неотектонического режима, динамику глубинных тепловых и газовых потоков, и фрагменты планетарно-тектонической трещиноватости должны отразиться на динамике экзогенных процессов. Дешифрирование космических снимков по годам, десятилетиям позволит выделить площади, испытывающие подъем или опускание, а интенсив-

ность экзогенных процессов в их пределах можно рассматривать как один из потенциальных признаков возможного сейсмического события.

Исследование динамики экзогенных процессов в районе нефтегазодобычи и на прилегающих территориях может дать дополнительную информацию для прогнозирования возможных сейсмических событий. Сравнение «полей экзогенных преобразований» по повторным космическим снимкам района Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения может указать эпицентры возможных изменений напряженно-деформационного состояния геологической среды в регионе.

#### *Литература*

1. Бутолин А.П., Нестеренко М.Ю., Шарапов А.С. Результаты мониторинга сейсмической активности на территории Оренбургского региона / «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы третьей Междунар. сейсмологич. школы Кисловодск, 20-24 октября 2008 г.». – Обнинск, 2008. – С.123-126

2. Бутолин А.П. Методика комплексирования распознавания признаков геодинамически неустойчивых зон в Оренбургском Приуралье. / Сборник материалов Пятой Международной сейсмологической школы. Владикавказ 4-8 октября 2010г. «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 44-45.

3. Бутолин А.П. «Проблемы региональной экологии». №5. 2011. – С. 121-124.

4. Бутолин А.П. Изучение экзогенных процессов в районах хозяйственной деятельности человека на уроках географии в школе с использованием стандартов нового поколения / Инновационные процессы в области химико-педагогического и естественно-научного образования: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Оренбург, 15-16 ноября 2012г. / Оренб. гос. пед. ун-т. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2012. – с.36-40.

5. Яхимович Н.Н., Денцкевич И.А., Кутеев Ю.М. Основные направления, перспективы и задачи геологоразведочных работ на нефть и газ в Оренбургской области. / М.: Ж. Отечественная геология. № 6. 1996. – С. 21-27.

6. Ефремов В.А., Пуцаев А.М. Карта дочетвертичных образований / М-40-II (Оренбург) // Южно-Уральская серия. – СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008.

7. <http://www.russianmontreal.ca/index.php?newsid=45>

8. <http://www.ural56.com/news/67/201117/>

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕВЕРА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ПО ДАННЫМ РАДИОУГЛЕРОДНОГО АНАЛИЗА ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

*Н.П. Мадянова, М.А. Кулькова, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

*Н.Н. Верзилин, СПбГУ, г. Санкт-Петербург*

### **Введение**

Реконструкция истории сейсмической активности в геологическом прошлом чрезвычайно важна для понимания и интерпретации современного рельефа. Одними из самых доступных материалов для реконструкции геологического прошлого являются четвертичные отложения. Четвертич-

ные отложения – это своего рода «летописи», в которых записана и сохранена информация о прошлых природно-климатических обстановках регионального и планетарного уровня, а также геологических процессах с разрешением от тысячелетий и столетий до года.

Радиоуглеродный метод широко применяется при исследовании факторов и механизмов устойчивости и эволюции геосистем и их реконструкции. Использование радиоуглеродного метода для датирования и хронометрирования катастрофических явлений в природе имеет большое значение, как для мониторинга, так и для прогнозирования экологических катастроф, а значит, и для возможности их предупреждения.

### **Регион исследования**

Пробы были отобраны из послеледниковых (голоценовых) разломов с побережья севера Кольского полуострова в районе поселка Териберка. Образцы озерно-болотных отложений взяты из разных разломов, охватывающих значительную территорию [1].

В местах отбора проб, породы, в которых отмечались тектонические нарушения, относятся к архейским и представлены гранитоидами. В тектонических нарушениях не были встречены ледниковые и более молодые терригенные осадочные породы. Данный факт говорит о том, что обследованные тектонические трещины и прилежащие участки понижений, возникли в послеледниковый период, причем к моменту их возникновения на поверхности крепких архейских образований отсутствовал чехол ледниковых пород. Вероятно, что последний был уже смыт в прибрежной полосе территории еще до возникновения соответствующих дислокаций.

В исследуемом районе, вскоре после оледенения наблюдался значительный подъем уровня моря, в результате которого в новых прибрежных участках были снесены ледниковые отложения, располагавшиеся на архейских крепких породах. Этот подъем проявился как в смыве основной массы ледниковых отложений на приподнятых архейских толщах, так и в накоплении в пониженных прибрежных участках галечно-валунных отложений разнообразного состава, достигающих иногда высот на прибрежных террасах более 20 м [1].

Интенсивные тектонические движения привели к возникновению современного сложного расчлененного прибрежного баренцевоморского рельефа, способствовали образованию и сопряженных с ним крупномасштабных тектонических нарушений. Эти нарушения возникали преимущественно в обстановке растяжения. Поэтому в изолированных разломах с поперечным измерением от одного метра и до первых метров или в разломных зонах шириной до первых десятков метров, в хорошо выраженных краевых разломах, среди глыб и обломков, заполняющих их, часто присутствует торфяной материал. Он заполняет пространство между обломками, в основном глыбами, архейских пород, в которых произошли разломы, и которые засыпали возникшие тектонические трещины.

Предполагается, что возраст торфа в отобранных образцах не значительно моложе, чем время начала накопления торфяников - ведь формирование торфа должно было идти близ поверхности и значительное проседание первичных (наиболее древних) разновидностей вряд ли имело место. Очевидно, что торф – относительно молодое образование, послеледниковое, а соответственно, и тектонические нарушения, его содержащие, также послеледниковые. Более того, нарушения, по возрасту более молодые, чем время формирования верхних галечно-валунных прибрежных образований, т.к. вероятно максимальный подъем уровня моря отвечал времени смыва с обширных прибрежных территорий пород последнего оледенения [1].

По мнению Никонова А.А. [5] и Николаева С.Б. [3], современный расчлененный рельеф, окружающий Териберскую губу, является молодым, образовавшимся в послеледниковое время, причем не в начале его, а после Баренцевоморской трансгрессии ответственной за формирование галечно-валунных отложений, венчающих грубообломочные образования береговой зоны моря. При морской трансгрессии с поверхности суши в основном был снесен ледниковый материал. Обследование территории говорит в пользу присутствия следов голоценовых землетрясений [1].

#### **Метод исследования**

Возраст озерно-болотных отложений был определен конвенционным радиоуглеродным методом. Для измерения активности радиоуглерода в образцах использовался низкофоновый жидкостной сцинтилляционный счетчик Quantulus 1220. Современные сцинтилляционные счетчики (Quantulus 1220) имеют надежную защиту от внешнего фонового излучения, что позволяет определять возраст образцов до 52 000 лет [2]. Для датирования из образцов щелочными растворами были выделены «холодные» и «горячие» гуминовые кислоты. «Холодные» гуминовые кислоты характеризуют более древнее органическое вещество. Таким образом, мы попытались оценить время начала формирования органических отложений, после этапа тектонических нарушений.

Результаты были приведены в виде калиброванных дат в годах до н.э. Для калибровки использовалась программа OxCal [6].

#### **Результаты исследования**

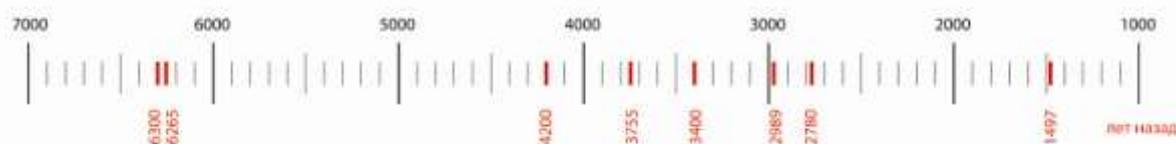
Результаты исследования показали, что озерно-болотные отложения из тектонических разломов на севере Кольского полуострова имеют голоценовый возраст. Полученные даты подтверждают наличие послеледниковой сейсмической активности на севере Кольского полуострова.

*Радиоуглеродный возраст органических образцов с района Териберки, полученный в Лаборатории геохимии окружающей среды РГПУ им. А.И. Герцена (СПб)*

<b>Код лаборатории</b>	<b>Радиоуглеродный возраст (лет назад)</b>	<b>Калиброванный возраст (2<math>\sigma</math>) лет до н.э.</b>	<b>Материал</b>
SPb_656h	2989±60	1400-1040	сапропель
SPb_665g	2480±90	800-400	
SPb_556h	3755 ± 100	2500-1900	сапропель

Код лаборатории	Радиоуглеродный возраст (лет назад)	Калиброванный возраст (2 $\sigma$ ) лет до н.э.	Материал
SPb_462g	2135 $\pm$ 100	400-60	
SPb_557h	3800 $\pm$ 80	2470-2020	сапрпель
SPb_558g	4200 $\pm$ 90	3050-2450	
SPb_559h	5950 $\pm$ 150	5250-4450	сапрпель
SPb_560g	6300 $\pm$ 80	5470-5190	
SPb_511g	1497 $\pm$ 50	430-650	сапрпель
SPb_512g	2780 $\pm$ 50	1050-810	сапрпель
SPb_463	3400 $\pm$ 65	1880-1530	Торф

Полученные данные позволяют предположить, что активизация сейсмической активности могла происходить около 6.3; 3.8; 3.4; 2.8 тыс. лет тому назад, а самое молодое около 1 500 лет назад. По результатам полученных данных можно отметить, что начало землетрясений в голоцене фиксируется около 6 300 лет назад, что позволяет утверждать, что наиболее древние процессы сейсмической активности в голоцене фиксируются именно в этот период. Также можно выявить периодичность сейсмической активности для данного региона примерно в 2 000 лет.



Подобные данные были получены Николаевой С.Б. при изучении палеосейсмодислокаций Карелии, периодичность землетрясений определена также примерно в 2 тыс. лет. [4] Такие результаты заставляют сомневаться в общепринятом взгляде на данный регион как на спокойный в сейсмическом плане.

Таким образом, обнаруженные на севере Кольского полуострова следы крупных голоценовых землетрясений, свидетельствуют о повышенной тектонической активности в прошлом, которая обусловила весьма сложный, дифференцированный расчлененный рельеф региона. Вполне вероятно, что тектонические процессы, независимо от их пространственной ориентации, происходили в условиях растяжения земной коры. В свою очередь в образовавшихся понижениях среди заполнявших разломную зону остроконечных глыб архейских пород формировались торфяники.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### Литература

1. Верзилин Н.Н., Бобков А.А. Следы голоценовых землетрясений на севере Кольского полуострова // Геология, геоэкология, эволюционная география IX. – СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. С. 20-25.

2. Кулькова М.А. Радиоуглерод ( $^{14}\text{C}$ ) в окружающей среде и метод радиоуглеродного датирования: Учебно-методическое пособие. – СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. 40 с.
3. Николаева С.Б. Палеосейсмические проявления в северо-восточной части Балтийского щита и их геолого-тектоническая позиция // Геоморфология. 2001. №4, С. 66-74.
4. Николаева С.Б. Палеосейсмодислокации южной части Кольского полуострова <http://matteuccia.narod.ru/index.html>
5. Никонов А.А. Фенноскандия - недооцененная сейсмогенерирующая провинция// Геофизика XXI столетия: 2002 год. - М., 2003. С. 207-214.
6. Bronk Ramsey, C. Development of the radiocarbon calibration program OxCal//Radiocarbon, 2001. – V. 43(2A). – P. 355-363.

## ОСОБЕННОСТИ ФЛОРЫ НИЖНЕГО ТРИАСА ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

А.В. Есенина, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург,  
[annaesenina@mail.ru](mailto:annaesenina@mail.ru)

В нижнем триасе и первой половине среднего триаса на территории провинции была распространена ксерофитная флора, которая была представлена очень не большим количеством видов. Это были виды растений, которые смогли приспособиться к условиям сухого климата. Прежде всего, это растения семейства плаунов *Tomiostrabus*, большая часть местонахождений которого связана с тропической областью. Наряду с этими родами, редко встречаются остатки стеблей хвощовых, еще реже папоротники и семена или летучки древних хвойных. Остатки растений рода *Tomiostrabus* приурочены к озерно-аллювиальным или болотно-аллювиальным фациям, как например находки этого растения в скважинах о. Колгуев [2]. Также на территории данной провинции в это время произрастало растение рода *Pleuromeia*, этот род близок по морфологическому строению роду *Tomiostrabus*. Однако его находки приурочены к прибрежным морским отложениям, прибрежным отложениям малосоленых озер или мелководных заливов и лагун. Данный род встречен в отложениях нижнего триаса Германского бассейна, в отложениях верховья р. Волги, Южного Мангышлака, Северного Кавказа, скважин Прикаспийской впадины, Восточного Предкавказья, Таймыре и Японии. Этот род был широко распространен по всей прибрежно-морской области, по побережью Тетиса. И. А. Добрускина указывает, что этот род приурочен к отложениям нижнего, первой половины среднего триаса [1].

На территории исследуемой нами провинции мы можем только косвенно говорить о распространении рода *Pleuromeia*, поскольку нами не встречены остатки растений данного рода. Однако Куликовой в 1982 году из нижнетриасовых отложениях лестаншорской и чаркабожской свит были

определены споры этого растения – *Densoisporites*, что подтверждает его существование на территории Тимано-Печорской провинции. Это было, без сомнения, солончаковое растение, на что указывает среда его обитания.

В пределах провинции, в нижнем и начале среднего триаса были широко распространены осадки руслового, аллювиально-озерного типа, осадки лагун и дельтовых пойм [4], что предполагает наличие значительных степных и полупустынных территорий с фауной тетрапод, остатки которых часто встречаются в этих отложениях [2].

Род *Tomiostrabus* так же является важным компонентом данной флоры, который изучался многими исследователями, поскольку это представляет интерес с точки зрения определения палеоклиматических обстановок. Этот род впервые выделила М. Ф. Нейбург в 1936 году из нижнетриасовых отложений Кузбасса [3]. Ею были найдены чешуи двух видов *Araucarites tomiensis* Neub и *Tomiostrabus radiatus* Neuburg. Она уже тогда предполагала, что они относятся к одному роду, только правда хвойных растений. Позднее похожие чешуи были описаны М. И. Брик из триасовых отложений Приуралья, и названы *Araucarites convecsus* Brik и Н. А. Шведовым из отложений триаса Восточного Таймыра – *Araucarites migayi* Schved. И только в 1967 году, когда В. П. Владимирович описала новый вид *Pseudoaraucarites gorski* Vlad, из отложений нижнего триаса Печорского бассейна, она обратила внимание на то, что у данного рода имеются не одно, а два семени в «чешуях» спорофилла. Это позволило ей исключить данные формы из рода *Araucarites* и она предложила им новое название рода – *Pseudoaraucarites*. В 1979 году С. Эшем были найдены подобные остатки в отложениях нижнего триаса (?) Австралии и названы родом *Skillostrobos*. Он выдвинул предположение о том, что это спорофиллы плауновидных. В 1981 году Мейен установил, что формы относимые авторами к родам *Araucarites* и *Pseudoaraucarites*, являются плауновидными, а не хвойными растениями. В 1982 году Садовников исследовал нижнетриасовую флору Таймыра и описал стробилы, отвечающие диагнозу *Tomiostrabus* которые ранее были описаны как *Araucarites*. Так же он установил наличие на «чешуях» лигульной ямки, особенно хорошо выраженной у вида *Tomiostrabus belozeroi* и *T aff. migayi* из отложений марининской и фадьюкудинской свит Восточного Таймыра. Он отметил, что применение к описанным остаткам родового названия *Araucarites* исключено, а название *Pseudoaraucarites* является поздним синонимом *Tomiostrabus* и не должно использоваться [5]. В 1988 году О. П. Ярошенко изучила микроспоры, извлеченные из спорофилл *Tomiostrabus radiatus* Neuburg, из образца предоставленного Мейеном и сделала вывод о том, что они по своему строению очень близки с микроспорами других родов плауновидных: *Lycostrobos* из Швеции, *Cylostrobos* и *Skillostrobos* из нижнетриасовых отложений Австралии, *Austrobos* из отложений верхнего триаса Аргентины и *Annalepis* из отложений Франции. Она указала на то, что ко всем этим ро-

дам прибавился и род *Tomiostrabus* из отложений нижнего триаса Кузнецкого бассейна. О. П. Ярошенко подчеркивает, что микроспоры такого строения продуцировались именно плауновидными растениями, относимыми к разным родам [6].

В 1967 году из нижнетриасовых отложений лестаншорской свиты, по обнажению на р. Адзьве, В.П. Владимирович определила вид *Tomiostrabus gorskii* Vlad. Нами так же был встречен данный вид на территории изучаемой провинции, только уже в верхней половине нижнетриасовых отложений скв. Ижимка-Тарская-6. Этот род был описан нами только по сохранившимся спорофиллам (рис.1).

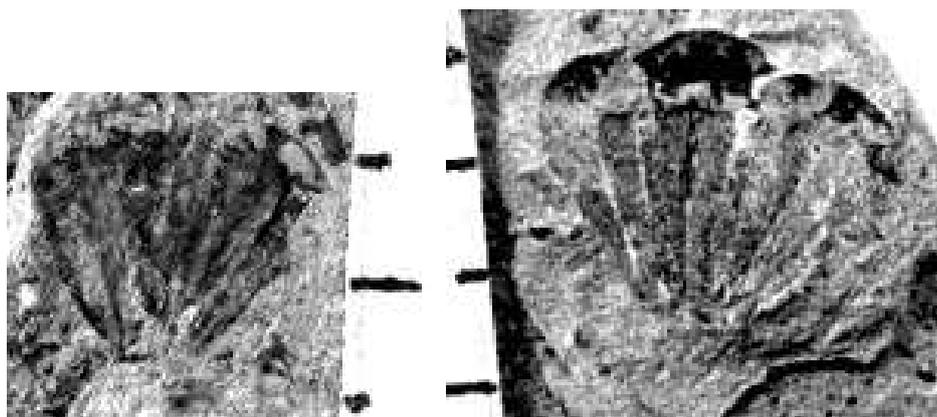


Рис. 1. Спорофиллы *Tomiostrabus gorskii* Vlad

Род *Tomiostrabus* был широко распространен в различных районах земного шара в нижнетриасовое время. Это свидетельствует о родстве флор Северного и Южного полушария. Находки остатков растений этого вида свидетельствуют о том, что возможно, существовали сходные палеогеографические условия, которые имели место во всем планетарном масштабе и благоприятствовали произрастанию плаунов [6].

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### Литература

1. Добрускина И.А. Стратиграфическое положение флороносных толщ триаса Евразия. – М.: Наука, 1980. – 163 с.
2. Киричкова А.И, Мораховская Е.Д. Средний триас ТиманоПечорской провинции: литофациальные особенности ангуранской свиты и ее аналогов // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 4. – С. 33-38.
3. Нейбург М.Ф. К стратиграфии угленосных отложений Кузнецкого бассейна // Изв. АН СССР. Отд. матем. и естеств. наук, вып. 4, 1936. – С. 469 – 510.
4. Новиков И.В. Биостратиграфия континентального триаса Тимано-Северо-Уральского региона по фауне тетрапод. – М.: Наука, 1994. – 139 с.
5. Садовников Г.Н. Морфология, систематика и распространение рода *Tomiostrabus* // Палеонт. журн. 1982. № 1. – С. 104 – 112.
6. Ярошенко О.П. Микроспоры из спорангия плауновидного *Tomiostrabus radiatus* Neuburg (нижний триас, Кузбасс). – Новосибир.: Наука. Палинология в СССР, 1988. - С. 77-79.

## УРАЛЬСКИЙ МИФ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

*В.Н. Кулиненко, А.С. Матушкин*

*Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров*

На протяжении более 300 лет от В.Н. Татищева, Палласа, великого М.В. Ломоносова и до наших дней геологи, тектонисты, географы и геоморфологи выдвигали и закрепляли ведущую роль Урала в формировании фациально-литологических, стратиграфических и петрографических комплексов фанерозоя востока и центра Русской платформы. Ведущую роль Урала в ритмическом (циклическом) осадконакоплении востока Русской платформы (нередко и центра) в герцинский орогенез со среднего карбона до триаса включительно признавали Р. Мурчисон, А.П. Павлов, А.П. Карпинский, П.И. Кротов, С.Н. Никитин, А.А. Штукенберг, Н.Н. Яковлев, М.Э. Ноинский, А.Д. Архангельский, Н.С. Шатский, Н.Г. Кассин, А.В. Хабаров, А.В. Пейве, Д.В. Наливкин, Г.И. Блом, В.И. Игнатъев, М.В. Муратов, А.П. Дедков, Г.Н. Фредерикс, А.А. Малахов, А.Н. Мазарович, Е.М. Люткевич, И.А. Ефремов, А.Н. Рябинин, С.К. Нечитайло, В.К. Соловьёв, Б.И. Фридман и др.

Установил пермскую пестро-красноцветную систему Русской платформы и Урала Р. Мучисон в 1841 г. [3, с. 331]. В неё входил и «будущий» триас всего региона. Его присоединил Н.А. Головкинский в составе «формации полосатого мергеля» в конце 19 века. Система получила формирование «пермо-карбон». В Приуралье и на Урале горный инженер Урала А.П. Карпинский (1847) выделил гониатитовые песчаники Приуралья в составе артинского яруса. Гипсово-доломитовые отложения Приуралья и Поволжья выше артинских А.А. Штукенберг стратифицировал как кунгурские (1890). Таким образом, к 20 столетию исходная стратиграфия перми имела 3-х членное строение: нижняя красноцветная толща ( $P_1$ ), «цехштейн» ( $P_2$ ), «ярус пёстрых мергелей» – верхи ( $P_3$  версии Штукенберга) или «татарский ярус» ( $P_T$ ) по С.Н. Никитину (1887) [3, с. 331–332].

Соленосную толщу Приуралья С.К. Нечаев отнёс к низам пермских красноцветов, однако А.А. Чернов (1908) выделил её в составе кунгура, что и принималось до региональной схемы 21 века, когда соленосная толща на западе Русской платформы отнесена к солигаличской свите сакмарского яруса. На востоке, в Предуралье и на Урале, эта соленосная толща отнесена к иренскому горизонту ( $P_{1in}$ ) – иренской свите кунгура и соликамской свите ( $P_{1sk}$ ) уфимского яруса нижнего – Приуральского отдела перми, трёхкратного её расчленения. Н.Г. Кассин (1928–1941) в верхах верхней перми выделил 9 свит, а 3 верхних свиты (X–XII) отнёс к нижнему триасу. Многие десятилетия, вплоть до 21 века, использовались стратиграфические схемы пермо-триаса В.И. Игнатъева и Г.И. Блома (1962–1963; 1968–1974). Эти отложения слагают рельеф от р. Обноры на западе, рр. Вычегды–Печоры – на севере, бассейнов рр. Камы, Вятки – на

востоке, до Жигулей и Астраханского Поволжья – на юге. Они перекрываются юрскими, меловыми и третично-четвертичными образованиями. Общая мощность пермских отложений в центре и на востоке Русской платформы от 600–750 м до 950–2627 м. Мощность нижнего триаса от 30–50 м до 218 м.

По новой региональной стратиграфии средней перми (казанский, уржумский ярусы) возвращено древнее топонимическое наименование – *биармийский отдел*, о чём ещё в 1969 г. говорил А.А. Малахов [3, С. 331–332]. Верхняя пермь объединяет татарский отдел, расчленённый на 2 яруса с двумя горизонтами: северодвинским и вятским, разбитые на 7 серий, свит и подсвит. Предуральскую и Западно-Уральскую пермь Д.В. Наливкин [9] назвал «мировым стратиграфическим стандартом – образцом, с которым сравниваются разрезы всех стран света. Они отличаются полнотой и представлены весьма разнообразными фациями... громадной мощности: 2,0–3,0 км и более. В водораздельной центральной части Урала верхний палеозой отсутствует». Он представлен морскими, озёрно-морскими (в т.ч. каменные, бурые угли Печорского, Кизеловского, Камского бассейнов, каменные, калийные соли, нефть, газ), континентальными отложениями молассово-флишевого характера, метаморфическими, вулканическими отложениями по разломам. Палеоклимат изменялся от тёплого влажно-морского до аридного полупустынно-пустынного саванного и влажного континентального в вятское время верхней перми и спасское (слудкинское) время нижнего триаса.

Нижний триас в схемах Г.И. Блома [2] подразделялся на индский и оленёкский ярусы. В составе индского яруса ветлужской серии выделялись (снизу–вверх): рябинский, краснобаковский, шилихинский и спасский (слудкинский) горизонты. Оленёкский ярус был представлен баскунчакской серией фёдоровского горизонта. В низах татарских, рябинских, краснобаковских и, частично, шилихинских горизонтов Н.Г. Кассин (1928), В.И. Игнатъев (1957–1967), Г.И. Блом (1954–1974), Б.И. Фридман (1969–2001) и др. отмечали крупные и средние кремнёво-кварцитовые и роговообманковые гальки. Их присутствие в отложениях объяснялось привнесением палеореками с западных склонов Урала. Для подтверждения своих воззрений эти авторы и другие многочисленные исследователи сравнивали высоту герцинских Уральских гор с высотой современных Гималаев (8848 м) [2, 3, 5], Альп [9]. Но всех превзошли Б.И. Фридман и В.К. Пригода [1, С. 26–27], которые считали, что высота Урала достигала 20 км. По мнению большинства названных авторов, реки имели широкие блуждающие долины, скорость полноводного течения сопоставимую с современными реками Инд, Ганг, Рона, Нил, Волга в половодье (? – В.К. и А.М.), то есть скорости превышали 1,2 м/с. Подобными потоками с их речными котлами, перекатами, диагональными течениями гальки размером от 1 до 3–5 см по длинной оси должны были переноситься с Урала за 300–500 км на территорию Вятско-Камской, Верхнекамской, Вятско-Кильмезской, Камско-Ки-

нельской и даже Ветлужско-Унженской впадины, Зандрового Приветлужья, слагая в том числе красноцветы Вятского Вала, Приветлужских дислокаций (Красавинские и Приветлужские Увалы), Вохминских дислокаций, Жигулей. Вместе с тем, В.И. Игнатъев [5, С. 121] делает важнейший противоречивый вывод: «Наоборот, минералогический и гранулометрический состав татарского руслового аллювия указывает на высокую интенсивность эрозионных процессов, на быстрый смыв элювия в пределах питающей провинции, а также на большую скорость переноса обломочного материала в татарский век к местам его захоронения и на слабую механическую обработку перенесённых обломков во время транспортировки... Он представлен всюду разнофракционными, реже двухфракционными мелко- и среднезернистыми полиминеральными песками и песчаниками слабоокатанных или остроугольных обломков пород или минералов» [там же]. Эти пески являются аналогами современных песчаных отложений полупустынных рек Амударьи и Сырдарьи и коренным образом отличаются от четвертичного аллювия бассейна Волги–Камы. Подобных взглядов придерживался и Г.И. Блом по нижнему триасу. Нашими исследованиями (2009) шилихинских песков нижнего триаса в Среднем Поволжье в системе Приветлужских Увалов (Часовенский ручей близ с. Одоевское) выявлено следующее: из 100 песчаных зёрен под микроскопом 50–53% имеют угловатую форму, 32–35% – полуокатаны и 8–12% имеют хорошую окатанность. Это, а также угловатые обломки голубого вулканического стекла, туфо-брекчии, свидетельствуют о близких центрах сноса и малых (13–15 км) расстояниях транзита к местам захоронения – в систему Сурско-Ветлужского прогиба. Кроме того, А.А. Малахов (1969), В.Н. Кулиненко, А.С. Матушкин [7, 8] отмечают: галька песчаника весом 40 г истирается в водном потоке полностью до песка через 10–15 км транспортировки. Аналогично, глинистый сланец – через 30–40 км, известняк – через 40–80 км, гранит – через 250–300 км. Какие должны быть палеореки (?), какие гальки (валуны?), какие горы (?). Даже сели, имеющие скорость 190–320 км/ч (пример – Кармадон и др.) выносят крупнообломочный материал в долину на 57–80 км [2]. Нашими экспериментами на р. Ветлуге в условиях меженного переката с глубиной 0,3–0,5 м и скоростью течения 0,3–0,7 м/с с грузами весом 30–50 г отмечено полное их захоронение песком за 3–6 часов. Стальной груз весом 3 кг передвинулся по течению при скорости 1,5 м/с и глубине 1,5–3 м на 1 м за 4 года. Наряду с этими фактами, решетчатый сотово-ячеистый структурно-орографический план Русской равнины, Предуральский краевой прогиб с его многократными меридиональными цепями рифов в пермо-триасе играли роль драги или «стиральной доски» в поэтапной аккумуляции обломочного материала с Урала. К тому же, в соответствие с углами наклона косых слоиков пермских и нижнетриасовых отложений в северо-западном, юго-восточном и юго-западном направлениях, можно сказать об определяющих направлениях течений

палеорек [1, 2, 5 и др.]. Снос материала, по нашему мнению, начиная с карбона и до нижнего триаса, происходил с Котласского свода Центрального поднятия по линии Глазов–Нолинск–Йошкар-Ола–Чебоксары–Саранск с северо-запада и запада в область Палео-Камы и Среднего Палео-Поволжья. Позднее Татарский и Токмовский своды также являлись центрами поставки материала, в том числе и Вятского Вала в северодвинско-нижнетриасовое время [3, 4]. Уже в триасе на западном склоне платформенной холмогорной равнины Урала формировались озёра, болота, угли (Кизеловский бассейн) [9], что также препятствовало транзиту крупнообломочного материала. Присутствующая система вулканических интрузивных метаморфических галек в красноцветах обязана своим происхождением и переотложением вулканогенным поясам девона–карбона–перми от Серёгово в Коми до Казаклара, Елабуги, Бондюги, Голюшурмы, Воротилово и Жигулей. В Московской синеклизе и Волжско-Камской антеклизе на основании геолого-поисковых работ [3, 4] по приблизительным подсчётам соответственно выделяется: авлакогенов, грабенов и рифтов – 4 и 7, линейных зон – 15 и 23, прогибов – 31 и 40–45, впадин – 9 и 15, валов – 31 и 45, флексур – 31 и 40–45, куполов – 93 и 140. Валы, флексуры, купола явились центрами формирования обломочного материала, а линейные зоны, прогибы и впадины – центрами аккумуляции кремнёво-кварцитовых и роговообманковых галек. Песчано-глинистые гравийно-галечные образования – «пуги» – имеют разновременное, полигенетическое происхождение – от перми до плейстоцена включительно [7, 8]. Денудационные срезы валов и куполов варьируют от 100–450 до 907–1200 м. Северодвинские–нижнетриасовые Воротиловские горы (Ковернинская впадина) к среднему триасу были срезаны денудацией почти на 1800 м [2, С.163-174], Приветлужские Увалы на 907 м при начальной их высоте 1083 м, Красавинские Увалы в верховьях Ветлуги – Низовьях Моломы – на 450 м [6, 7], Вятский Вал (Вятские Увалы) в северной части – на 350–400 м [5, С. 273]. По нашим подсчётам высота северной части Вятских Увалов достигала к концу верхней перми 1000 м. По данным А.П. Дедкова и др. авторов (1974) южная часть Вятского Увала в Марий-Эл эродирована на 700 м (структуры Шурга, Ронга). Солигаличская структура эродирована почти на 1200 м. Вулканогенный интрузивный и метаморфический материал поставлялся из более чем 35 центров Русской платформы.

Таким образом, средне- и крупнообломочный материал верхнепермских и нижнетриасовых отложений Русской платформы имеет местный локально-региональный генезис, а не уральское происхождение.

#### *Литература*

1. Баканина Ф.М., Фридман Б.И. и др. *Поветлужье. Природа, население, хозяйство, экология*. Н. Новгород: Ассоциация «Поветлужье», 2004. 384 с.
2. Блом Г.И. *Фашии и палеогеография Московской синеклизы и Волжско-Камской антеклизы в ранне-триасовую эпоху*. Казань: КГУ, 1972. 368 с.

3. Геология СССР. Т. XI. Поволжье и Прикамье. М.: Недра, 1967. 872 с.
4. Геология СССР. Т. IV. Центр ЕЧ СССР. М.: Недра, 1971. 744 с.
5. Игнатьев В.И. Татарский ярус центральных и восточных областей Русской платформы. Ч. 2. Казань: КГУ, 1963. 338 с.
6. Кулиненко В.Н. Средне-Ветлужская Лука – уникальная область разгрузки подземных вод. Материалы Всероссийской конференции «Селиверстовские чтения». СПб.: СПбГУ, 2009. С. 204–210.
7. Кулиненко В.Н., Матушкин А.С. Некоторые вопросы динамики Вятско-Кильмезской низины и её обрамления. Материалы международной конференции «LXIV Герценовские чтения», 21–23 апреля 2011 г. СПб, 2011. С.202–205.
8. Матушкин А.С., Кулиненко В.Н. Миграция рек Вятки и Кильмези в пределах Вятско-Кильмезской низины // Там же. С. 206–209.
9. Наливкин Д.В. Очерки по геологии СССР. Л.: Недра, 1980. 160 с.

## **ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВДОЛЬ ЧУЙСКОГО ТРАКТА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)**

*В.Н. Ларцев, Алтайская государственная академия образования  
им. В.М. Шукишина, г. Бийск, [vovafantom@mail.ru](mailto:vovafantom@mail.ru)*

Одной из актуальных проблем современности является загрязнение различных экосистем тяжёлыми металлами автотранспортом. В некоторых странах ограничивается движение автотранспорта по городским магистралям, разрабатываются и внедряются двигатели с альтернативным топливом, используемым в двигателях, официально вводится запрет движения автотранспорта по определённым дням недели. Это связано со значительной эмиссией в воздушную среду выхлопных газов и тяжёлых металлов. На Алтае самой загруженной магистралью является Чуйский тракт, соединяющий юг Западной Сибири (от г. Бийска) с Монголией. Общая протяжённость тракта составляет 607 км. Критические уровни загрязнения почв на отдельных его участках вызывают тревогу.

Для выяснения уровней загрязнения отбор проб проводился из почв горизонта А<sub>1</sub> вблизи Чуйского тракта (5-7 м от полотна дороги) в районе селений Верх-Катунского, Манжерока, вблизи пограничного поста Республики Алтай и Алтайского края. Для сравнения проведен анализ почвы из центра сел Верх-Катунского вблизи здания средней школы.

Расчёт уровней загрязнения на некоторых участках Чуйского тракта выполнен по стандартной формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1),$$

где  $Z_c$  – суммарный показатель загрязнения;  $K_c$  – коэффициент концентрации, равный отношению содержания элемента в объекте к среднему фоновому его содержанию;  $n$  – число учитываемых аномальных элементов.

Наибольшее загрязнение происходит в районе остановок автотранспорта, что объясняется торможением и набором скорости, при которых происходит неполное сгорание топлива и повышается выброс с выхлопными газами многих канцерогенных веществ и тяжёлых металлов [1]. Нестационарная работа двигателя в районе автостоянок приводит к резкому (более чем в 10 раз) увеличению выхлопных газов по сравнению с крейсерским режимом на магистрали.

Результаты анализов почв сведены в табл. 1. Анализ таблицы показывает, что превышения над фоновыми концентрациями металлов 1 класса опасности, характеризующие экологическое бедствие для Чуйского тракта составляют: для ртути – от 11,1 до 13,6, кадмия от 12,2 до 16,2, цинка – от 19,6 до 25,5, свинца – от 13,8 до 44,8, мышьяка – от 1,5 до 3,96. Превышение фтора в почвах над фоновыми содержаниями в 1,5 раза зарегистрировано только в районе пограничного поста, а во всех остальных случаях отмечается коэффициент концентрации меньше 1.

Табл. 1. Содержание химических элементов (%) в почвах Чуйского тракта

Элементы	Средние содержания в почве (фоновые), %	Районы отбора проб							
		Чуйский тракт, Верх-Катунское (n=3)		Чуйский тракт, Остановка Центр (n=4)		Село Верх-Катунское, Школа (n=1)		Пост ГАИ на границе Республики Алтай (n=5)	
		С	Кс	С	Кс	С	Кс	С	Кс
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cd	0,000008	0,00009	11,2	0,00011	13,7	0,0001	12,5	0,00013	16,2
Hg	0,000007	0,00078	11,1	0,00089	12,7	0,00081	11,5	0,00095	13,6
Li	0,0005	0,0018	3,6	0,0022	4,4	0,0021	4,2	0,0031	6,6
As	0,0005	0,00077	1,5	0,00083	1,7	0,00081	1,6	0,00198	3,96
P	0,1	0,0752	0,75	0,0847	0,84	0,081	0,81	0,0653	0,65
Mo	0,0001	0,00021	2,1	0,00023	2,3	0,00022	2,2	0,00029	2,9
Zn	0,0009	0,0177	19,6	0,0195	21,7	0,018	20,0	0,023	25,5
Cu	0,003	0,0131	4,4	0,0142	4,7	0,0128	4,3	0,0187	6,2
Mn	0,078	0,752	9,6	0,847	10,8	0,81	10,4	0,984	12,6
Ag	0,00001	0,00002	2,0	0,00003	3,0	0,00001	1,0	0,00005	5,0
Sr	0,021	0,097	4,6	0,0995	4,7	0,0963	4,5	0,103	4,9
Ba	0,04	0,138	3,4	0,147	3,7	0,115	2,9	0,165	4,1
B	0,003	0,007	2,3	0,0011	0,37	0,0018	0,6	0,0023	0,76
Pb	0,002	0,0277	13,8	0,0289	14,4	0,0282	14,1	0,0896	44,8
Sn	0,0002	0,0021	10,5	0,0023	11,5	0,002	10,0	0,0022	11,0
Ni	0,003	0,0125	4,1	0,0168	5,6	0,0107	3,6	0,0172	5,7
Ti	0,32	0,108	0,34	0,1205	0,37	0,118	0,37	0,56	1,75
Co	0,001	0,0018	1,8	0,0027	2,7	0,0031	3,1	0,0054	5,4
V	0,005	0,027	5,4	0,0275	5,5	0,0263	5,2	0,0301	6,0
Cr	0,008	0,0077	0,96	0,008	1,0	0,0081	1,0	0,0224	2,8
Be	0,0002	0,0005	2,5	0,0006	3,0	0,0004	2,0	0,0009	4,5
F	0,06	0,0535	0,89	0,062	1,0	0,067	1,1	0,09	1,5
Bi	0,0002	0,0003	1,5	0,0004	2,0	0,0002	1,0	0,0007	3,5
СПЗ			119,4		128		112,1		186

Примечание. Анализы выполнены методом индуцированной плазмы ICP-MS в Аналитическом центре института минералогии, геохимии и редких элементов (ИМГРЭ, г. Москва); n – число проб; СПЗ – суммарный показатель загрязнения.

Особую тревогу вызывают высокие концентрации ртути в почвах вблизи Чуйского тракта. Это, вероятно, связано с двумя причинами: 1 – в связи с тем, что концентраты киновари с Акташского рудника и Чаган-

Узунского месторождения во время их эксплуатации вывозились автотранспортом по Чуйскому тракту до города Бийска, что приводило к рассеянию её в окружающем пространстве при транспортировке; 2 – эмиссия ртути за счёт выхлопных газов. Согласно концепции «наименьшей концентрации», вызывающей измеримый негативный эффект в почвенно-биологических процессах, такой эффект наблюдается уже при 3-кратном превышении фонового содержания ртути в почвах. В нашем же случае такое превышение достигает 13 и более.

Это особенно опасно для последующих процессов усвоения и трансформации ртути растениями, а затем и в цепях питания животных и человека. Установлена прямая зависимость накопления Hg биомассой почвенной микрофлоры от уровня содержания элементов в почвах, а также положительная корреляция между содержанием Hg в почвах и растительности.

В целом для 2 и 3 классов опасности превышения концентраций тяжёлых элементов к фоновым их значениям не превышают уровня чрезвычайно опасного загрязнения. Таким образом, наибольшую опасность в качестве загрязнителей в почвах вдоль Чуйского тракта имеют элементы 1 класса опасности.

Суммарный показатель загрязнения почв ( $Z_c$ ) на Чуйском тракте в районе остановки Верх-Катунского у поста ГАИ составляет 101,4. Это значение попадает в интервал значений  $Z_c$  от 32 до 128, отвечающее опасному загрязнению. Суммарный показатель загрязнения почв на Чуйском тракте в районе остановки Центр (у Верх-Катунского) составляет 110,1 что несколько превышает указанное значение для поста ГАИ, но укладывается в тот же интервал значений  $Z_c$  от 32 до 128, отвечающий также опасному загрязнению.

Суммарный показатель загрязнения почв на Чуйском тракте в районе поста ГАИ на границе Республики Алтай (РА) и Алтайского края (АК) составляет 166,1, что превышает уровень чрезвычайно опасного загрязнения почв ( $Z_c$  более 128).

Таким образом, уровни загрязнения почв тяжёлыми металлами отдельных участков Чуйского тракта, в особенности в районе приостановок транспорта, достигает очень высоких и чрезвычайно опасных. Накопление тяжёлых металлов в почвах имеет разные причины, но основную роль играют выхлопные газы при работающих двигателях внутреннего сгорания. Токсиканты первого класса опасности (Hg, Pb, As и другие) создают загрязнения, достигающие уровня экологического бедствия.

#### *Литература*

1. Гусев А.И., Гусева О.И. Тяжёлые металлы в экосистемах городов Алтая // *Экологические проблемы урбанизированных территорий*. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2007. – С. 19-21.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЗАПАДНОГО САЯНА

*Е.А. Григорьева, СФУ, г. Красноярск*  
*Е.М. Нестеров, РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург*

Горный массив Ергаки и хребет Алан являются уникальными природными областями центральной и северо-западной части Западного Саяна. Горный массив Ергаки расположен в центре континента, что накладывает отпечаток на его природу: континентальность климата, господство бореальной растительности, характерные черты флоры и фауны. Он является частью природного парка «Ергаки».

Парк разделен на три функциональных зоны, различающихся режимами охраны. 74% территории занимает крупнейшая из них, используется она в рекреационных целях, а также для развития экотуризма. В этой местности сконцентрированы основные пешие маршруты. К 24% парковой зоны доступ без особого разрешения запрещён, это зона особой охраны и должна оставаться в первозданном виде, человеческое вмешательство нежелательно. Под хозяйственную зону отведено 2% земель парка, они включают несколько объектов туристической инфраструктуры (гостиницы, горнолыжные базы и другие).

Природный парк является особо охраняемой природной территорией краевого значения. Территория Ергак включает природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность, предназначенные для использования в природоохранных, просветительских, рекреационных целях. Основной целью организации парка является сохранение уникальных и типичных природных комплексов и объектов, достопримечательных природных образований, а также редких, находящихся под угрозой исчезновения ценных объектов растительного и животного мира.

Рекреационное использование территории района оказывает особую нагрузку на природные ландшафты. Наиболее быстрое изменение наблюдается среди биогенных компонентов природных ландшафтов. Первое воздействие испытывает на себе почвенно-растительный покров. В лесах представители лесной растительности заменяются луговой, ухудшаются условия возобновления леса, повреждается нижняя часть стволов, гибнет корневая система деревьев и подрост, часто деревья обжигаются кострами, изменяются физические и химические свойства почв, наблюдается деградация почвенного покрова в целом.

Воздействие рекреационного пресса в первую очередь отражается на величине трансформации водно-физических и физико-химических свойств почвы, частным элементом которых является показатель водопроницаемости, напрямую связанный с эрозионной устойчивостью и гумусовым состоянием почв. Ухудшение состояния почвенного покрова приводит к снижению продуктивности, как отдельных популяций, так и биогеоцено-

зов в целом. Это говорит о важности исследований в данном направлении, особенно в горных регионах с рекреационной специализацией.

Важнейшим фактором деградации почвенного покрова, особенно в горных районах, является плоскостной смыв. Этот процесс проявляется и в естественных условиях, однако антропогенное воздействие (вытаптывание, сведение растительного покрова при вырубках и др.), может его многократно интенсифицировать.

В пределах горно-таежного пояса, почвы формируются преимущественно на суглинистом субстрате со щебнистым заполнителем. Эти породы относятся к среднеразмываемым. В большинстве случаев литологический состав отложений, на которых происходит почвообразование, представлен моренными валунами с бурым суглинистым заполнителем с включением дресвы и щебня. Скальные и полускальные породы, повсеместно распространенные на территории исследования относятся к трудноразмываемым. В долинах рек почвообразующими породами служат аллювиальные отложения. В зависимости от характера рельефа их механический состав может значительно меняться, что обусловлено особенностями перемещения и аккумуляции продуктов выветривания горных пород. Так, в среднем и нижнем течении рек Малая Буйба, Нижняя Буйба, нижнем течении ручьев Мраморный, Тушканчик пойма сложена в нижней части галечником, песками с включением гальки, в верхней части супесями и суглинками, часто с включениями обломочного материала. Пойма часто заболочена. В верхнем течении рек преобладает денудация, пойма не выражена или выражена слабо (слаборазвитая пойма прослеживается участками, например в верхнем течении р. Нижняя Буйба).

На протяжении последних несколько лет на территории хозяйственной зоны природного парка «Ергаки» велись активные строительные работы, завершающий этап которых пришелся на 2011 год. На площади около 60 га площади был поврежден растительный покров (район строек МЧС, очистных и других коммуникационных сооружений). В связи с этим в летний период 2011 года проводились мероприятия по восстановлению нарушенных при строительных и других хозяйственных работах земель.

Хребет Алан находится на северо-западе относительно природного парка Ергаки. В отличие от горного массива Ергаки антропогенную нагрузку на него оказывает предприятие по добыче и обработке природных облицовочных изделий из мрамора и гранита «САЯНМРАМОР».

Наибольшие нарушения земной поверхности происходят при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых, на долю которого в нашей стране приходится более 75% объема горного производства.

Нарушения земельных угодий особенно впечатляющи в открытых разработках. Еще сравнительно недавно мы восхищались могуществом человека, наблюдая за развитием гигантских разрезов и карьеров. Однако довольно быстро стало очевидным, что появление взамен привычного ланд-

шафта — техногенного, мало кому может понравиться.

Открытая добыча связана с формированием значительного по размерам отвального хозяйства. Процессы ветровой и водной эрозии на отвалах вызывают деградацию растущих вблизи карьеров лесов.

Поступление тяжелых металлов в окружающую среду обусловлено источниками как естественного, так и антропогенного происхождения. На территории отвалов данного предприятия было заложено две пробные площади, мощность почвенных разрезов 30 см. В почвах горизонта А, которые располагаются в зоне влияния отвала, концентрации элементов составляют: As – 0,78 мг/кг (ПДК и ОДК 2 мг/кг), и Zn – 56,7 мг/кг (ПДК 110 мг/кг). Концентрация элементов в исследуемой почве горизонта А по As и превышает Zn не превышает ОДК и ПДК.

Анализируя полученные данные, установлено, что концентрации As и Zn не превышают концентрации установленные для ОДК и ПДК.

Следует отметить наблюдающиеся на протяжении 15 лет достаточно показательные тенденции в добыче нерудных материалов. Первая из них характеризует систематическое падение добычи облицовочных камней (мрамор, гранит) со 150 до 33 тыс. м<sup>3</sup>/год, связанное, видимо, с замещением рынка природной облицовки современными керамическими и искусственными материалами, а также с потерей архитектурной актуальности монументального строительства. В настоящее время добыча облицовочных материалов гранита и мрамора не производится.

На основе выше изложенного материала, показано, что антропогенная нагрузка на исследуемой территории в течение последних лет устойчиво снижается.

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

## ДОЛИНЫ КАРСТОВЫХ РЕК

*Н.А. Карелина, В.И. Антроповский, РГПУ им. А.И. Герцена, г.Санкт-Петербург*

Гидрология карстовых областей отличается значительным своеобразием. Реки карстовых районов создают гидрографическую сеть, где характерны разреженность поверхностной сети, поглощение поверхностного стока понорами в карстовых логах, воронках и котловинах и перевод его в подземный сток. Карст усиливает интенсивность подземного стока, нарушает плавный зональный характер его распределения. Наблюдается обилие подземных, пещерных рек, исчезновение под землю поверхностных водотоков. Во многих карстовых районах проходит подземный водообмен между речными бассейнами (он может быть положительным и отрицательным) и часто границы подземных водоразделов не совпадают с топографическими [1].

В карстовых районах, особенно в известняках, речные долины часто имеют крутые склоны и представляют сравнительно узкие расселины. Примером может служить район Чикали на реке Сылве, на востоке от города Кунгура. Подобных каньонообразных долин много в Кизеловско-Яйвинском и Пашийско-Чусовском карстовых районах. Транзитные магистральные реки в пределах карстующегося массива обычно не имеют постоянных притоков. Вместо них здесь часто наблюдаются долины суходолов [2].

Другой характерной и общей для всех карстовых стран особенностью речных долин является их большая глубина и крутизна берегов. В этом отношении долины карстовых рек напоминают каньоны в области сухого климата. Такой характер долин является следствием отсутствия поверхностного смыва и расчленения берегов боковыми притоками. Только химическое выветривание и обвалы работают над преобразованием их стенок, представляющих часто весьма живописные и грандиозные картины. Таким образом, преобладающей формой долин в карсте является ущелье, или каньон. Характерными примерами таких каньонов являются долины рек юго-западной Югославии, глубина которых достигает 100-1000 м, каньоны рек, отделяющие друг от друга карстовые плато Косе и достигающие глубины 400-600 м, долина Салгира в Крыму, ущелья горных рек Бзыби, Жоэ-квары и др. в области известняковых хребтов Абхазии (Кавказ) и многие другие. В большинстве случаев реки берут начало лишь у окраин карстовых массивов или вообще карстовых областей. Эти реки питаются сильными источниками (типа воклюз) и при самом своем начале представляют мощные потоки. Другие реки проникают в карст из области непроницаемых пород, но, вступая в область развития известняков, они теряют свою воду в трещинах и понорах. Долины таких рек слепо заканчиваются в нижнем течении, причем этот конец долины может иметь различный характер. В некоторых случаях стенки долины вниз по течению снова сближаются, и долина заканчивается в циркообразном ущелье, в которое открываются пещеры, служащие продолжением поверхностной долины реки; в других случаях такие долины без всякого заметного перерыва переходят в сухие (мертвые) долины, представляющие каменистое, заваленное галькой, русло. Очень часто во время половодья и сухая долина наполняется водой, по крайней мере, на известном протяжении. Во многих реках карста наблюдается чередование сухих и слепых участков долины. Слепые и сухие долины представляют части непрерывной долины, соединенные между собой посредством подземных ходов и пещер. Общеизвестными примерами речных долин, состоящих из чередующихся поверхностных и подземных участков, являются река Тимава в Триестском карсте, Бонёр-Брамбио во Франции. Во всех карстовых реках наблюдается тенденция к перемещению понор вверх по течению, вследствие чего вся нормальная поверхностная долина на большом протяжении превращается в сухую и по-

верхностная циркуляция заменяется глубинной. Отсюда проистекает прогрессивное обеднение водой карстовых стран [3].

Подрусловые потоки часто приводят к возникновению провальных котловин на дне реки. Провалы рек иногда сопровождаются бурным поглощением воды с образованием мощных и опасных водяных воронок. Образующиеся на склонах речных долин рвы скалывания (скола) или трещины бортового отпора (трещины отседания), также обычно сопровождаются цепочками активно развивающихся карстовых воронок. Карстовые воронки и провалы чаще всего приурочены к подножию склонов долин, низким террасам, пойме и руслам рек, т. е. к местам наиболее интенсивного взаимодействия поверхностных и подземных вод. У основания склонов и под дном долин рек, врезанных в карстующиеся породы, часто формируется крупноглыбовый горизонт (слой). Этот слой обязан своим происхождением избирательному выщелачиванию горных пород трещинно-карстовыми водами в зоне их горизонтальной циркуляции.

Если поля, благодаря понижению их до уровня грунтовых вод, сравнительно обильны водой, то, наоборот, поверхность известняковых массивов, над ними возвышающихся, характеризуется бедностью стоячими и в особенности проточными водами. Выпавшие осадки в своей главной массе поглощаются воронками, естественными шахтами и по трещинам отводятся в глубину. Отсюда малочисленность рек и речных долин в области развития карста, рельефно выступающая на каждой топографической карте [3].

В тех случаях, когда твердые породы сравнительно легко растворяются водой, трещины расширяются и образуют сети подземных ходов и пещер, по дну которых текут подземные потоки, а в расширенных участках образуют подземные озера. Особенно часто подобные образования наблюдаются в областях распространения известняков, мраморов и гипсов.

Для карстовых областей характерно обилие пещерных рек, а на морских побережьях и речных долинах – коротких, вытекающих в виде воклюзовских сточников и тут же впадающих в море или в текущую по долине реку; много внезапно исчезающих под землю и вновь появляющихся на поверхности рек, иногда по нескольку раз. Такие реки известны у нас на Русской равнине, на Кавказе, Урале, Алтае, в Восточной Сибири [4]. Образование крупных пещерных систем также связывается с поддолинными карстовыми полостями на поймах рек, питающих карстовые воды [5].

Среди немногочисленных поверхностных водотоков карстовых областей по гидрологическому режиму и морфологии речных долин И. С. Щукин [6] выделяет пять типов:

1. Эпизодические речки, долины которых не выходят из зоны аэрации. Вода в таких, неглубоко врезанных долинах, появляется только во время сильных ливней или бурного весеннего снеготаяния, когда имеющиеся в русле поноры не успевают отводить всю поступающую воду вглубь.

2. Постоянно текущие реки, днища долин которых лежат выше уровня грунтовых вод карстового массива. Это обычно достаточно многоводные реки, начинающиеся за пределами карстовой области, которые хотя и теряют воду при прохождении через карстующиеся породы, но не иссякают совершенно. Долины таких рек часто представляют узкие, глубокие, крутостенные каньоны. Крутизна стенок долин поддерживается как за счет подмыва и коррозии основания склонов, так и слабого развития делювиальных процессов на склонах. Обусловлено это быстрым переводом поверхностного стока на окружающих долину пространствах в подземный [6].

3. Постоянно текущие реки, долины которых врезаны до уровня грунтовых вод, которыми они в основном и питаются. Морфология долин этих рек сходна с долинами рек предыдущего типа, но имеются и различия. Часто склоны долин рек (по направлению к истоку) заворачивают навстречу друг другу и смыкаются в виде стены, в основании которой из грота и выходит река. Такие долины с замкнутым верхним концом называют мешкообразным (долина реки Бюк-Карасу в Крыму). Встречаются долины, которые не имеют устья, т. е. они не открываются в другую долину или в какой-то водоем, а оканчиваются тупиком. Такие долины принято называть слепыми. От слепых следует отличать полуслепые, которые тоже замкнуты на нижнем конце, но уступ, в который «упирается» водоток, низкий, и во время половодья вода переливается через него. Нижняя часть долин таких рек представляет собой неглубоко врезанную ложбину, сухую в течение большей части года.

4. Реки, которые прорезали не только всю толщу карстующейся породы, но и углубились в подстилающие водоупорные породы. Они характеризуются не только постоянным, но все увеличивающимся водотоком за счет питания многочисленными ключами, выходящими по линии контакта известняков с водоупорными породами. Различие в строении склонов долин этого типа находит отражение в морфологии их поперечных профилей: верхние части склонов долин, сложенные известняками или доломитами, крутые, нижние обычно более пологие. На склонах долин могут быть развиты оползни и блоки отседания [6].

5. Подземные, или пещерные, реки, протекающие по системе подземных галерей. Они зарождаются или в пределах карстового массива, или начинаются за его пределами. Иногда подземные реки выходят на поверхность из гротов в виде мощных воклюзных источников.

Как правило, древний карст не связан с образованием современных долин рек. Однако многочисленные источники напорных вод, несомненно, влияют на морфологию дна долин и русел рек. На реках в зоне питания (особенно на малых) происходит интенсивное отложение наносов, обломочного материала со склонов долины и материала, образующегося в результате выщелачивания подстилающих карстующихся пород. Это приводит к образованию отложений повышенной мощности. По своему харак-

теру процессы, происходящие здесь, в какой-то мере напоминают русловые переформирования на обычных реках при выходе их из гор с образованием конусов выноса. Интенсивное отложение аллювия в местах поглощения поверхностных вод карстовыми полостями и выщелачивание коренного ложа долин может привести к наращиванию поймы в высоту и относительному понижению уровней первой и второй надпойменных террас.

Наличие карстующихся пород и карстовых форм рельефа видоизменяет динамику речного потока, характер и формы транспорта наносов, что, в свою очередь, отражается на русловых образованиях, их подвижности и даже на схемах развития речных русел разного типа [7].

Выходами карстовых вод у подножия склонов часто бывает вызвано появление оползней на подмываемых крутых берегах, и даже появление особого типа «оползневых» террас. Карстовые воронки и провалы чаще всего приурочены к подножию склонов долин, низким террасам, пойме и руслам рек, т. е. к местам наиболее интенсивного взаимодействия поверхностных и подземных вод. Вследствие растворения подстилающих карстующихся пород возможно постепенное оседание днища долин [8].

Так, под влиянием выщелачивания гипсов (на глубине 60-80 м) в долинах р. Камы и некоторых её притоков происходит медленное оседание пород с образованием ступенчатых оползней. Продольный профиль транзитных рек (вследствие выходов трудноразмываемых карстующихся пород, изменения водности и положения местных базисов эрозии) обычно имеет более ступенчатый изломанный вид, чем на реках такой же величины за пределами карстового района. Как правило, он может быть представлен ломаной линией, часто к тому же выпуклой. На реках, врезанных в карстующиеся подстилающие породы, распространены цокольные террасы, образующиеся, когда последующий размыв (врез) оказался более значительным, чем предшествующая аккумуляция и во врезе обнажилась как подошва аллювия, так и подстилающие карстующиеся породы. Плотность воронок на речных террасах обычно уменьшается с возрастанием мощности аллювия. В местах прижима русел рек (особенно вершин излучин) к склонам и террасам отмечается приуроченность очагов оползневых процессов. Разрушение склонов усиливается в периоды прохождения половодий и паводков. При подъёме уровня воды происходит подпитка подземных вод посредством фильтрации речных вод в берега. На спаде половодий и паводков наблюдается обратная картина – смена знака гидравлического градиента, приводящего, по крайней мере, к частичному возврату воды в реки и выпиранию грунта, что приводит к активизации оползневых и суффозионных процессов в нижней части склонов долины [7].

Пойма при глубоком врезе реки в карстующиеся породы может отсутствовать. Если же она есть, то также обычно цокольная (надкоренная) — более высокая, затапливаемая лишь в годы большой водности и сильно зарастающая деревьями и кустарником. Мощность пойменной фации невелика. Вследствие замедленного развития излучин и протоков микрорельеф

пойм часто более сглажен. На ней меньше следов перемещения русла в виде остатков береговых валов (вееров блуждания) и остатков отпавших излучин (серповидных стариц). Прирусловые валы, гривы, внутривпойменные ёмкости менее выражены. Зато количество карстовых форм рельефа (в основном, воронок) и количество источников подземных вод у подножия склонов долины обычно велико. Как правило, более развиты притеррасные понижения, возникающие вследствие выхода у подножия склонов источников подземных вод и часто спрямляющие целые серии излучин [7].

Воронки на поймах рек, в основном, относятся к воронкам «просасывания» («вмывания»). Они образуются не в карстующейся породе, а в покрывающей её рыхлой песчано-глинистой толще в результате механического просасывания (вмывания) рыхлого материала в расширенные карстовыми процессами трещинные поноры и подземные полости в цоколе [10]. Пластичность покровных пород часто обуславливает блюдцеобразный тип воронок с незначительной глубиной, указывающей на замедленный ход развития карстовых процессов (например, на большинстве рек Высокого Заволжья).

Развитие карстовых форм в поймах рек осложняется пойменным процессом. В периоды половодий и паводков (особенно в многоводные годы) поймы затопляются. Возникают транзитные течения, способствующие смыву растительного покрова и эрозионному развитию карстовых воронок, разработке устьев трещин и поглощающих отверстий. В периоды межени и в маловодные годы происходит старение воронок вследствие отложения наилка, кольматирующего трещины на дне (а возможно, и поглощающие отверстия — поноры), препятствующего проникновению воды вглубь и развитию там полостей выщелачивания. При этом процесс выноса рыхлых отложений вглубь прекращается. Воронки задерновываются и зарастают с поверхности. Процессу их старения в маловодные годы благоприятствуют малая глубина (а то и полное отсутствие) затопления поймы, слабый водообмен внутри пойменных массивов и отсутствие достаточно выраженных струйных течений [9].

Переход поверхностного стока в подземный, и наоборот, вызывает своеобразие морфологии русел рек и пойм (при их наличии), а как следствие и схем деформаций в зонах питания подземных вод и в зонах их разгрузки. В указанных зонах меняются активные руслообразующие факторы — сток воды и наносов. Нарушается баланс между количеством взвешенных и донных наносов. Сток же наносов, как известно, составляет внутреннее содержание русловых процессов. В результате появляются однонаправленные изменения эрозионно-аккумулятивных процессов, приводящие к однонаправленным изменениям морфологического строения русла и поймы. Направленность русловых процессов является самой характерной особенностью рек в зоне питания (реки с отъемами стока или реки-доноры) и дренирующих рек (реки – водоприемники). Значительное развитие получают местные (локальные) деформации в местах расположения кар-

стовых форм рельефа (воронок, провалов и т. д.) и выходов источников подземных вод [7].

В зонах питания поверхностный сток поглощается как зияющими понорами и трещинами в обнажениях породы, так и заполненными аллювием русловыми понорами. Реки имеют наибольшую водность при подходе к зоне питания карстового района. Далее их водность уменьшается. Малые реки часто полностью исчезают под землей. Практически это наблюдается в областях питания подземных вод с маломощным покровом рыхлых отложений, во всех карстовых районах. Так, река Ватьма и притоки Оки — Кишма, Черная, Ключик, Пекса, Кузома, Салакса, Нукса и другие исчезают в карстовых провалах [9].

Замечено, что на поймах рек, питающих карстовые воды, количество воронок и других поверхностных форм карста больше, чем на поймах транзитных дренирующих рек. В верхнем течении больших транзитных рек, пересекающих карстовые районы, обычно также наблюдается уменьшение водности, что соответственно отражается на их морфологии и схеме русловых деформаций. Например, даже такая мощная река, как Алдан, в среднем течении становится летом несудоходной из-за поглощения ее вод карстовыми пустотами, изобилующими в этом районе. Потери воды определяются главным образом наличием и характером водоупоров, их близостью к поверхности. Ниже по течению на этих реках происходит восстановление, а затем и увеличение водности (они превращаются в дренирующие). Известно, что в карстовых районах реки практически не получают притоков, а питаются многочисленными родниками, выходящими в руслах. Так, в среднем течении Лены, Амги и на большей части Алдана часто встречаются карстовые источники, не замерзающие зимой. Посредством этих источников, приуроченных к долинам и руслам средних и больших рек (уровень которых является для них базисом эрозии), происходит разгрузка карстовых вод. Продольный профиль транзитных рек (вследствие выходов трудноразмываемых карстующихся пород, изменения водности и положения местных базисов эрозии) обычно имеет более ступенчатый изломанный вид, чем на реках такой же величины за пределами карстового района. Как правило, он может быть представлен ломаной линией, часто к тому же выпуклой [7].

Появление оползневых террас часто бывает вызвано выходами карстовых вод у подножия склонов транзитных и дренирующих рек. Долины рек с террасированными и оползневыми склонами распространены в среднем Поволжье. Наблюдаются они и на самой Волге (например, у г. Самары). Осложнение склонов долины и уступов террас в очагах разгрузки подземных вод оплывинами и оползнями часто с образованием суффозионных воронок отмечается многими исследователями.

Особую группу составляют малые реки (преимущественно в зоне разгрузки подземных вод), которые хотя и протекают в районах распространения карста, однако формируют свои русла в достаточно мощной толще

рыхлых покровных отложений. Продольный профиль таких рек обычно может быть представлен вогнутой плавной кривой. Встречающиеся иногда переломы продольного профиля, как правило, приурочены к местам выхода карстующихся (неглубоко залегающих) пород на поверхность в виде порожистых перекатных участков. Характер поймы у таких рек практически тот же, что и у рек такой же величины за пределами распространения карстующихся пород. При наличии достаточно широкой долины эти реки развиваются по типу свободного меандрирования. Форма излучин, стадии их переформирования и микрорельеф пойм практически не отличаются от наблюдаемых на обычных реках. Средние за многолетний период скорости (интенсивности) деформаций близки к аналогичным скоростям для рек с отсутствием карстопроявлений, а в отдельных случаях могут даже превышать их (примером может служить река Песчаная у с. Точильное, впадающая с левого берега в Обь, в ее верхнем течении) [9].

На реках часты пороги и плотины, образовавшиеся, как и сталактиты, из растворённых в воде карбонатов ( $\text{CaCO}_3$ ) [10]. Этот процесс активнее всего идёт на мелких участках с большими скоростями течения, так что известняковые пороги и водопады, раз возникнув, сами способствуют своему росту. Карстовые реки отличаются от лесных и болотистых рек равнин более светлой, холодной водой и относительной зарегулированностью стока. Весной «избыток» воды уходит через промытые в известняках ходы под землю. Таким образом, поноры и карстовые воронки оказывают регулирующее влияние на водный режим, снижая пики половодий карстовых рек.

В карстовых массивах реки с незначительными аллювиальными отложениями на дне долин (преимущественно малые и средние реки) выглядят как цепь взаимосвязанных озёр.

Излучины рек, врезающиеся нижней частью русла в карстующиеся породы, имеют более угловатые очертания и крупнее (при той же водности) излучин в аллювиальных отложениях. Целые серии их могут спрямляться притеррасными понижениями, образующимися вследствие выхода подземных вод у подножия склонов долины. В руслах рек могут наблюдаться каменистые перекааты. При этом русла более распластаны [7].

Посредством провалов сводов подземных рек возможно не только спрямление меандрирующих рек и образование притеррасных речек при многорукавных руслах, но и спрямление врезанных (орографических) излучин и даже образование сквозных карстово-эрозионных долин (долин «прорыва»). Сквозные долины, например, распространены в юго-восточном Затиманье. Они соединяют верховья рек разных водосборов или притоки одного бассейна.

На транзитных и дренирующих реках (в зоне разгрузки подземного стока) практически могут наблюдаться все известные типы речных русел от слабоизвилистых врезанных с ленточными грядами и побочными до ме-

андрирующих и многорукавных. Однако типы речных русел и их генезис, характер и интенсивность деформаций имеют свои особенности [9].

*Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития РГПУ им. А.И. Герцена на 2012-2016 гг. (проект 2.3.1).*

#### *Литература*

1. Гвоздецкий Н.А. Карст. – М., 1981. – 214 с.
2. Максимович Г.А. Основы карстоведения. – Т II. – Пермь, 1969. – 529 с.
3. Крубер А.А. Общее землеведение. – М.Л., 1938. – 322 с.
4. Гвоздецкий Н. А. Карстовые ландшафты. – М., 1988. – 112 с.
5. Горбунова К.А.. Подрусловые карстовые полости и их отношения // Пещеры. – Пермь, 1963. Вып. 3. – С. 79–90.
6. Щукин И.С. Общая геоморфология: Учебное пособие. Том I. – М., 1960. – 616 с.
7. Антроповский В. И., Петров О. А. Морфология и русловые процессы рек в районах распространения карста // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. Рубрика Гидрология суши, 2002. – Т.2. – №4. – С. 145-152.
8. Павлов А. П. О рельефе равнин и его изменениях под влиянием подземных и поверхностных вод // Землеведение. 1898. Кн. III–IV. – Т. 5. – С. 91–147.
9. Антроповский В. И. Морфология и деформация русел рек с проявлениями карстово-суффозионных процессов: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2008. – 117 с.
10. Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карст мира: Монография. – Пермь: Перм. гос. университет, 2007.

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СВЯЗИ С ФОРМИРОВАНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ г.ХАНОЙ**

*Фам Тиен Тханг, Фи Хонг Тхинь, Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: С.К. Кныш [thanghuongduong1@yahoo.com.vn](mailto:thanghuongduong1@yahoo.com.vn)*

Большая часть территории Ханой находится на равнине Бакбо, по которой протекает самая большая водная артерия – Красная река [1]. Кроме Красной реки на территории города текут и другие реки: Дай, Дуонг, Кало, Толик, Кимнгуу, Ньуе, а также расположено много озёр. Однако использовать эти водоемы в качестве источников питьевой воды не возможно из-за их загрязненности. Поэтому альтернативным источником питьевой воды для населения района численностью 6,5 млн человек являются только подземные воды. Чтобы понять возможности водоносных горизонтов в обеспечении населения питьевой водой, необходимо исследовать особенности формирования подземных вод в отложениях данного участка земной коры.

В тектоническом отношении большая часть территории г. Ханой расположена в рифтовой зоне реки Красной. В этой зоне имеются активные раз-

ломы, по которым перемещения отдельных крупных тектонических блоков составляют до 8 мм в год [3].

История геологического развития данного района сложная и длительная. В ней можно выделить 2 этапа:

*Первый этап* – дочетвертичный, продолжительностью от протерозоя до неогена. В этот этап сформировался нижний структурный этаж-фундамент.

*Второй этап* – четвертичный период, в течение которого преобладают процессы денудации и накопления четвертичных аллювиальных, пролювиальных и прибрежно-морских осадков.

В разрезе четвертичных отложений выделяют пять свит, различающихся по возрасту и генезису (снизу вверх):

- нижнеплейстоценовые аллювиальные отложения (свита Лэчи), представлены гальками, гравием, с включением линз песков, супесей или суглинков. Мощность 2,5...24,5 м [2];

- средне, верхнеплейстоценовые аллювиальные и аллювиально-пролювиальные (свита Ханой) отложения, сложенные галечниками, гравием и песками, местами суглинками и супесями. Эти отложения развиты в верхней части разреза. Их мощность 10,0...34,0 м [2];

- верхнеплейстоценовые аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения (свита Виньфук), имеют определенные закономерности перехода от песков в нижней части разреза к суглинкам и глинам в верхней, местами прослеживаются суглинки с органическими остатками. Мощность 6,2...38,0 м [2];

- ниже и среднеголоценовые озерно-болотные, морские и болотные отложения (свита Хайхынг) относятся к специфическим слабым водонасыщенным грунтам и представлены суглинками и глинами с органическими остатками в основании разреза, постепенно сменяющимися морскими глинами синего цвета. Мощность 2,0...32,0 м [2];

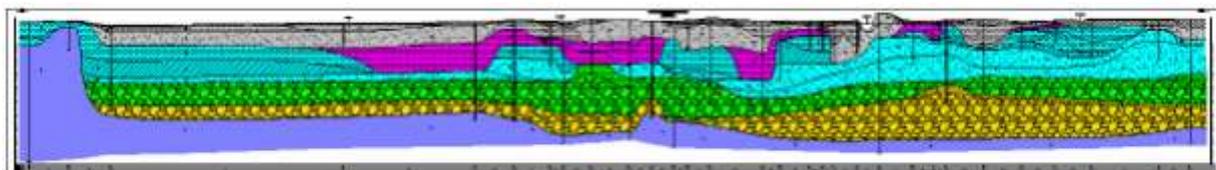
- верхнеголоценовые аллювиальные и аллювиально-озерно-болотные отложения (свита Тхайбинь), имеют широкое распространение и характеризуются постепенным переходом от песков к супесям и суглинкам, местами с включениями органических остатков. Мощность 1,2...35,0 м [2].

В четвертичных отложениях пределах г. Ханоя зафиксировано наличие двух главных поэтажно расположенных водоносных горизонтов [4]. Повсеместное распространение имеет *плейстоценовый слабонапорный водоносный комплекс* (qr), водовмещающими породами, для которого являются крупнообломочные образования (галечники, гравий и пески) свит Ханой и Виньфук, которые рассматриваются и как важный несущий горизонт для свайных фундаментов при строительстве. В верхней части разреза современных аллювиальных отложений, представленных водонасыщенными песками местами с гравием, прослеживается *голоценовый водоносный комплекс* (qh). На некоторых участках города грунтовые воды этого горизонта загрязнены хозяйственно-бытовыми стоками.

Между плейстоценовым слабонапорным водоносным комплексом (qr) и голоценовый водоносный комплекс (qh) расположен неводоносный комплекс свиты Виньфук ( $Q_1^3$ vr). Однако, вдоль рек Красной и Дуонг отложения свиты Виньфук ( $Q_1^3$ vr) в результате эрозии разрушены, так как, с начала среднего плейстоцена до позднего плейстоцена преобладали восходящие тектонические движения. Это привело к тому, что два водоносных комплексов (qr) и (qh) соединяются в «гидрогеологическое окно». Питание водоносного горизонта (qr) осуществляется за счет атмосферных осадков, воды из рек, которые проникают через верхний горизонт (qh) в нижний (qr). Поэтому между этими двумя горизонтами подземных вод и рекой существует постоянная гидравлическая связь.

С начало позднего плейстоцена восходящие тектонические движения замедлились, и поверхность района Ханоя приобрела небольшой наклон с северо-запада на юго-восток по течению Красной реки. Скорость воды в реках стала меньше. Активно начала проявляться боковая эрозия и накапливаться пойменный аллювий. Поэтому, водоносный комплекс голоцена больше всего распределен вдоль Красной реки, реки Дуонг, а на севере с меньшей толщиной располагается вдоль рек Кау и Кало.

В мезозойскую эру по глубинным разломам проявились активные тектонические движения, что привело к образованию зон повышенной трещиноватости в горных породах фундамента и формированию в них подземных вод. Источником питания их являются атмосферные осадки. Водоносный горизонт в трещинах расположен только в северных, западных, юго-западных, где абсолютные отметки поверхности над уровнем моря высокие. Трещинный водоносный горизонт распределен локально и приурочен к зонам разломов.



 Свита Тхайбинь - а,albIV3tb1,2	 Свита Ханой – а,apII-IIIhn
 Свита Хайхынг - lb,m,bIV1-2hh1,2,3	 Свита Лэчи – алс
 Свита Виньфук - а,lbIII2vp1,2,3	 ранние четвертичные отложения
 глины и суглинки	 пески
 супеси	 гальки и гравий

## Выводы

Подземная вода является важным полезным ископаемым. Из-за загрязнения среды поверхностная вода не может использоваться, а ее потребность возрастает, т. к. население города Ханой быстро увеличивается. Поэтому исследование и прогноз запасов подземных вод играет очень важ-

ную роль. Под влиянием разнообразных источников питания главные водоносные горизонты подземных вод (рh) и (рq) сформированы в четвертичных отложениях. Водоносный горизонт (рq) распространен на всей территории и имеет огромные запасы. Запас подземных вод полностью обеспечивается потребность всех желаний [1].

#### *Литература*

1. *Ву Ван Фаи. Ханой – Геология, геоморфология и природные ресурсы. – Ханой: Изд-во «Ханойское издательство», 2011. – 280 с. (на Вьетнамском языке).*
2. *Нгуен Ху Фыонг. Отчет по сбору и проверке данных, дополнительных исследований для картирования распределения слабых грунтов в г. Ханое, чтобы планировать строительство в столице Вьетнама / код проекта: ТС-ĐT/06-02-3. – Ханой, Вьетнам, 2004. – 261 с. (на Вьетнамском языке).*
3. *Фи Хонг Тхинь, Строчкова Л.А. Опасные геологические процессы на территории г. Ханой (Вьетнам) // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 349 (август). – С.200–204.*
4. *Фи Хонг Тхинь, Строчкова Л.А., Нгуен Нгок Минь. Оценка и прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в городе Ханой (Вьетнам) // Инженерная геология. 2012. № 2 (апрель). – С.46–53.*

## **GEOLOGY OF THE DOKDO ISLAND, THE EAST SEA**

*Seokwon Choi, Myeongwoo Lee, Jinkyoo Park, Hyunwan Shin, Sangjeong Chae  
Kongju National University, Gongju 314-701, Korea, [swchoi@kongju.ac.kr](mailto:swchoi@kongju.ac.kr)*

**The location of Dokdo:** Dokdo is a typical back-arc basin, which is in contiguity with Circle pacific volcano and earthquake belt with the active Crustal movement. From the bottom, the sedimentary layers were formed in the middle or latter stage of Miocene, Pliocene, and Pleistocene (Han Sangjun. & etals., 1997). Dokdo is located at longitude 131°52'~131°53', latitude 37°14'00"~37°14'45" and stays away 90km. to the southeast from Ulleungdo and stays away 160km. from Oki Island in Shimane, Japan.

**Geography of Dokdo :** Though Dokdo originally was a volcanic island, it was divided into 2 islands; the Eastdo and the Westdo by the marine erosion and formed Sea Stack around it. As a result of the long marine erosion, the coast has the wave-cut cliff and wave-cut platform.

While Dokdo is an altitude of 168m, the Westdo is an altitude of 98m, it is a cone-shaped mountain, of which the west side height is 1900m, the east side height is 1500m from the ocean floor and the diameter of bottom is 24km.

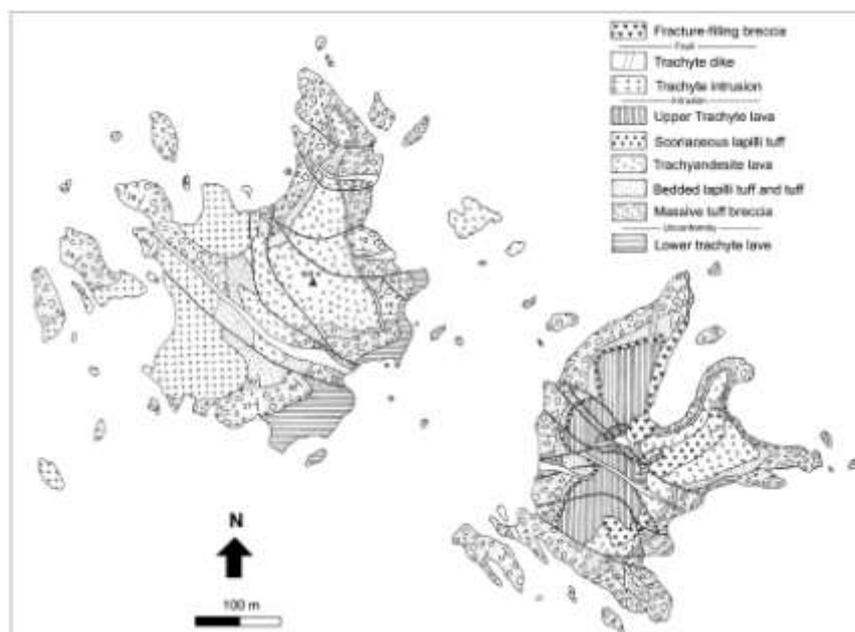
The peak of Dokdo is an even plateau whose diameter is 9.4m and the Eastdo and the Westdo have 2 peaks jutting above this plateau. In the figure, Dokdo is the part jutting above Dokdo seamount. The gross area is 186,121 m<sup>2</sup>



*Fig 1. Bottom Topography of Dokdo(Korea Institute of Geoscience and Mineral resources, Seabed Exploration Ship No.2)*

**Geology of Dokdo(island):** The rock of Dokdo base is trachyte by lava extrusion, which is found in the Westdo. The deep pyroclastic rock was deposited on the trachyte with the surface of unconformity between them. This pyroclastic rocks are massive breccia and stratiform tuffs and coriaceous lapilli tuff was deposited after trachyandesitic lava eruption(Hwang and Jeon, 2003).

On the other hand, Y.K. Kim. and etal.,(1987) analyzed that Dokdo has its formation by the volcanic activity like Ulleungdo and the differentiation by fractional crystallization; agglomerate, trachyte, and trachyandesitic from the lower were erupted, and rocks were intruded was after it.



*Fig 2. Geological map of Dokdo Island (modified from Sohn and Park(1994))*

Rocks of Dokdo are generally divided into 8 units including lower trachyte lava, massive tuff breccia, stratiform lapilli tuffs, tuff layer, trachyandesitic lava, scoriaceous lapilli tuff layer, trachyte intrusive body, trachyte lava, trachyte dyke.

**The period of Dokdo formation:** Sohn and Park reported that  $4.6 \pm 0.4$  Ma was measured from basalt in breccia of Dokdo and  $2.7 \pm 0.1 \sim 2.5 \pm 0.1$  Ma from upper trachyandesitic and trachyte(1994). K.H.Kim(2000) measured  $2.42 \pm 0.05 \sim 2.23 \pm 0.12$

Ma and J.I. Lee. & etals  $2.65\pm 0.17\sim 2.06\pm 0.14$  Ma. With three studies, Dokdo estimates to be formed in Pliocene and the older volcanic island than Ulleungdo.

**Geological significance:** Dokdo was formed by the submarine volcanic activity in Pliocene epoch: 3rd. Cenezoic from 4.5million years ago to 2.5 million years ago. Dokdo has special geological structures such as sea cliff and wave-cut platform. It consists of trachyte, andesite, and some intrusive rocks, which are extrusives formed by eruption of seabed lava and rapid cooled cataclastic breccia on the surface of the sea and contact with the air. It is a rare example in which the sea mountain was shown on the surface of sea and it is also a world geological heritage to see the evolution of sea mountain because it keeps an original feature in spite of wave erosion and settling. And the gas hydrate is in sea area of Dokdo.

Meanwhile, as Dokdo and Ulleungdo have natural tourist attractions and are located in the middle of the East Sea, they have the possibility of development as a tour center of Circum-East Sea Region.

### **References**

J.I. Lee., S.D. Hur., M.J. Lee., C.M. Yoo., B.K. Park., Y.D. Kim., M.S. Kwon., K.Nagao, 2002, *Petrology and Geochemistry of Dokdo Volcanic Rocks, East Sea. Ocean and polar research V.24(4)*, p.465-482.

Kim, C.H., 2000, *A study on the subsurface geologic structure around the Dok island by using geophysical data. Master Dissertation, Yonsei University, P.1-83.*

S.J. Han, 1997, *Marine Environment Changes and Basin Evolution in the East Sea, Korea. MECBES-97.*

S.K. Hwang and Y.-G. Jeon, 2003, *Eruption Cycles and Volcanic Form of the Dokdo Volcano, Korea. Econ. Environ. Geol., 36(6),p.527-536.*

Sohn, Y.K. and Park, K.H., 1994, *Geology and evolution of Tok Island, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, V.30,p. 242-261.*

Y.K. Kim., D.S. Lee and K.H. Lee, 1987 *Fractional Crystallization of the Volcanic Rocks from Dog Island, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea. V.23,P. 67-82.*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РАЗВИТИИ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА АНТАРКТИДЫ**

*А.Н. Любарский, Ленинградский областной институт развития образования, г. Санкт-Петербург, [LAN268@yandex.ru](mailto:LAN268@yandex.ru)*

Первичное оледенение Антарктиды возникло 90 млн. лет назад в период глобального потепления, и просуществовало 200 тыс. лет, после чего лед растаял. Этот факт меняет ранее существовавшее представление о меловом периоде как об эпохе господства теплого климата на антарктическом континенте. Данный период в целом действительно был теплым, но внутри него существовал подраздел, именуемый туронским. Он длился с 93,5 до 89,3 млн лет назад, и отмечен тем, что температура воды, омывавших Антарктиду морей, достигавшая  $20^{\circ}\text{C}$ , внезапно понизилась. Началось похолодание, вызванное «изъятием» части вод Мирового океана и превращения их в ледовый антарктический щит.

Установлению данного факта способствовал изотопный анализ кислорода  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ . Ему подверглись окаменелости фораминифер, добытые при бурении. Удалось оценить скорость изъятия воды из океана в тот период, учитывая, что молекулы воды, содержащие легкий изотоп кислорода, более летучи, чем молекулы, содержащие тяжелый изотоп. При неизменности «резервуаров», участвующих в круговороте воды, легкие изотопы возвращаются в океан, и, таким образом, изотопный состав кислорода не меняется. В окаменевших фораминиферах, датированных 91,2 млн лет назад, обнаружен скачок концентрации  $^{18}\text{O}$ . Он указывает на то, что испаряемая из океана вода с большой вероятностью оседала в ледовом щите. Местами формирования ледников стали высокогорья Антарктиды.

Высказываемое некоторыми учеными предположение о том, что причиной оледенения явились изменения температуры воды, было нами отвергнуто, поскольку и на мелководье, и в глубине они оказались синхронны. Образовавшийся ледниковый щит занимал площадь не меньшую, чем половина современной Антарктиды. При этом уровень моря был на 25-40 м ниже современного. Помимо круговорота воды, на процесс оледенения могли влиять сразу несколько факторов. Один из них «холодная» половина климатического цикла, связанного с изменением орбиты Земли (ее эксцентриситета) и ориентации относительно орбиты относительно планетарной оси вращения. Период этого цикла – как раз вдвое дольше времени существования ледника. На возникновение оледенения могли оказать влияние также процессы, связанные с изменением лика нашей планеты, в том числе с движениями и разломами литосферных плит.

Общепризнано, что тенденция к современному оледенению Антарктиды возникла в третичном периоде, длившемся почти 70 миллионов лет. Именно тогда начала снижаться температура воздуха в высоких и умеренных широтах, и появился лед. В начале плиоцена (5,3 млн лет назад) динамика образования ледяного покрова усилилась, и возникло похолодание, приведшее, в конечном итоге, к развитию крупного оледенения, которое сопровождалось образованием ледниковых щитов мощностью до 2 км.

В настоящее время большая часть льдов Антарктиды, которая лежит к востоку от цепи Трансантарктических льдов, не растет даже при весьма существенном потеплении климата. Однако к западу от горной цепи ледяные образования выглядят менее устойчивыми. Ученые обеспокоены судьбой западно-антарктического и гренландского ледовых щитов, исчезновение которых может начаться уже в текущем столетии. Это, несомненно, приведет к существенному подъему уровня Мирового океана и затоплению прибрежных частей континентов. Однако результаты обсужденных исследований показывают, что даже чрезвычайно жаркий климат одного из участков мелового периода оказался не в состоянии остановить появление ледовых образований.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абрамова Т.Т.	55, 187	Кукоева М.А.	86
Адясов Я.В.	207	Кулиненко В.Н.	235
Антроповский В.И.	244	Кулькова М.А.	195, 228
Баженов Ю.М.	138	Ларцев В.Н.	239
Бороздин Е.А.	213	Любарский А.Н.	257
Бурянина Н.С.	155	Магомета С.Д.	109
Бутолин А.П.	222	Мадянова Н.П.	228
Васильева И.А.	103	Макаренко Г.Л.	125, 128, 133
Вдовина И.А.	15	Максимова А.М.	67
Верзилин Н.Н.	228	Мальцева Н.А.	145
Веселова М.А.	184	Марков В.Е.	192
Волгин А.В.	77	Маругин А.М.	180
Волегов Д.В.	24	Матушкин А.С.	235
Волков В.В.	176	Мелешко А.А.	174
Гавриленко В.В.	158, 174, 207	Мильгачева Е.А.	84
Галанкина О.Л.	174	Морозов Д.А.	184
Гефке Н.А.	142	Натальин Н.А.	18, 161
Гравес И.В.	27	Нестеров Д.А.	67
Григорьева Е.А.	242	Нестеров Е.М.	3, 41, 184, 242
Гусев А.И.	84	Нестерова Л.А.	210, 213
Гусенцова Т.М.	46	Низовцев В.А.	27, 41, 50, 59
Дербенёв И.В.	218	Огняник Н.С.	93
Дмитрук Н.Г.	50	Озерова Н.А.	41
Есенина А.В.	232	Панова Е.Г.	199
Зарина Л.М.	103, 176, 202	Парамонова Н.К.	93
Захряпина Н.А.	72	Петрова А.Н.	205
Зелинский А.	77	Петушкова Ю.А.	55
Золотухина Н.Ф.	6	Питиримов П.В.	205
Иваньковская Н.А.	89	Поспехов Г.Б.	115
Иваньковский А.С.	89	Прокопец В.В.	147
Карелина Н.А.	244	Рудя С.В.	128
Карлович И.А.	97	Рякшина А.Н.	210
Карлович И.Е.	97	Семенов Д.Ф.	12
Киселев Г.Н.	52	Сергеева С.П.	210
Кишкань Е.Р.	81	Сивцев Г.С.	112
Кныш С.К.	252	Сивцев С.С.	155
Кокорина К.П.	202	Сковороднев В.В.	147
Коломоец М.А.	174	Смирнов Н.В.	180
Кочубей О.В.	192	Снытко В.А.	41

Собисевич А.В.	41	Arlino C.	167
Соломин В.П.	3	Chae Sangjeong	255
Старостин В.И.	138	Choi Seokwon	21, 173, 255
Сухоруков В.Д.	62	Dronov A.	161
Устинова В.Н.	24	Gwak Seungchul	21
Устинова И.Г.	24	Imbernon Rosely A.L.	167
Файтилевич Д.М.	199	Kopacz-Wyrwał I.	117
Фам Тиен Тханг	252	Lee Hyo Min	173
Федосеева С.В.	122	Lee Myeongwoo	21, 255
Федосеева Т.А.	195	Liverio Jr.	167
Фи Хонг Тхинь	252	Mendes Carlos Molina	167
Филиппова В.О.	176	Mikulas R.	161
Финаров Д.П.	62	Mularczyk Mirosław	30, 117
Челибанов В.П.	180	Park Jinkyoo	255
Чеснов В.М.	41	Santos Eduardo M.	167
Широкова В.А.	41	Shin Hyunwan	255
Шпак Е.Н.	93	Tufaile Adriana P.B.	167
Щерба В.А.	72, 77, 222	Tufaile Alberto	167
Щуцкая Г.К.	55	Yoon Yonghyuk	21
Эрман Н.М.	59		

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОЯВЛЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЮ ЧЕЛОВЕКА, ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА</b>	<b>3</b>
<i>Соломин В.П., Нестеров Е.М.</i> Геоэкология – наука, формирующая системные представления об окружающей среде	3
<i>Золотухина Н.Ф.</i> Закон содружества и взаимопомощи в концепциях эволюции и ненасилия	6
<i>Семенов Д.Ф.</i> Геологические факторы этногенеза	12
<i>Вдовина И.А.</i> Геоморфологический аспект в концепции устойчивого развития природы и общества	15
<i>Натальин Н.А.</i> Геолого-геоморфологические аспекты продвижения дружины Александра Ярославовича к месту Невской битвы	18
<i>Seokwon Choi, Yonghyuk Yoon, Myeongwoo Lee, Seungchul Gwak.</i> The East Sea and Dokdo (Island) in the East Asia	21
<i>Устинова В.Н., Волегов Д.В., Устинова И.Г.</i> Экологическая этика – важный фактор коэволюции природы и общества	24
<i>Гравес И.В., Низовцев В.А.</i> Ландшафтные особенности становления системы расселения Московского региона	27
<i>Mirosław Mularczyk.</i> Causes of changes in size structure of cities in Świętokrzyskie Voivodeship against a background of changes in Poland in 2002-2012	30
<i>Снытко В.А., Широкова В.А., Низовцев В.А., Нестеров Е.М., Чеснов В.М., Озерова Н.А., Собисевич А.В.</i> Комплексная экспедиция по изучению исторических водных путей: к десятилетию создания	41
<i>Гусенцова Т.М.</i> По следам древних культур Южного Приладожья: молодежная археологическая экспедиция	46
<i>Дмитрук Н.Г., Низовцев В.А.</i> Ловать – река на Великом торговом пути	50
<i>Киселев Г.Н.</i> Мезозойские моллюски Поволжья – научные объекты или предметы «палеоарта»?	52
<i>Абрамова Т.Т., Петушкова Ю.А., Щуцкая Г.К.</i> Биомониторинг подземного археологического музея	55
<i>Эрман Н.М., Низовцев В.А.</i> Смоленская губерния – полигон географических исследований в XVIII – начале XX века	59
<b>ТЕХНОГЕНЕЗ И АНТРОПОГЕНЕЗ</b>	<b>62</b>
<i>Сухоруков В.Д., Финаров Д.П.</i> Теория экологического равновесия в гуманитарном измерении	62
<i>Максимова А.М., Нестеров Д.А.</i> Обоснование необходимости очистки рек и каналов Санкт-Петербурга от донных отложений	67
<i>Щерба В.А., Захряпина Н.А.</i> Техногенная нагрузка на акватории и побережья арктических морей России в процессе освоения месторождений нефти и газа: геоэкологический аспект	72

<i>Щерба В.А., Волгин А.В., Зелинский А.</i> Геоэкологические проблемы освоения месторождений сланцевого газа	77
<i>Кишкань Е.Р.</i> Экологические и экономические аспекты добычи сланцевого газа в мире	81
<i>Гусев А.И., Мильгачева Е.А.</i> Техногенное загрязнение окружающей среды месторождениями Рудного Алтая	84
<i>Кукоева М.А.</i> Техногенное загрязнение окружающей среды на Синюхинском золото-медно-скарновом месторождении	86
<i>Иваньковская Н.А., Иваньковский А.С.</i> Подъем уровня Чебоксарского водохранилища: геоэкологические факторы воздействия на территорию подтопления	89
<i>Огняник Н.С., Парамонова Н.К., Шпак Е.Н.</i> Изучение загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами – фактор геоэкологической оценки	93
<i>Карлович И.А., Карлович И.Е.</i> К вопросу диагностики загрязнения почв тяжелыми металлами с помощью растений	97
<i>Васильева И.А., Зарина Л.М.</i> Оценка шумового загрязнения Центрального района Санкт-Петербурга	103
<i>Магомета С.Д.</i> Геоэкологические проблемы Брянского Полесья и их влияние на здоровье населения	109
<i>Сивцев Г.С.</i> Последствия антропогенного загрязнения окружающей среды на здоровье жителей РС(Я)	112
<b>РЕСУРСЫ И ОБЩЕСТВО</b>	<b>115</b>
<i>Поспехов Г.Б.</i> Эволюция прикладных геологических задач	115
<i>Iwona Korpacz-Wyrwał, Mirosław Mularczyk.</i> Functional diversification in the Rural areas in Poland. Świętokrzyskie Voivodeship case	117
<i>Федосеева С.В.</i> Субрецентная пыльца как источник информации об экологической обстановке территорий объектов нефтегазового комплекса (на примере Кумжинского месторождения)	122
<i>Макаренко Г.Л.</i> Закономерности ресурсного размещения озёрных месторождений сапропеля экономических районов России	125
<i>Макаренко Г.Л., Рудя С.В.</i> Особенности геолого-географического размещения торфяных месторождений в долине реки Волга на территории Тверской области	128
<i>Макаренко Г.Л.</i> Агро-природно-ресурсный потенциал Валдайской физико-географической провинции Тверской области	133
<i>Старостин В.И., Баженов Ю.М.</i> Змеиногорский рудник – ключ к Рудному Алтаю	138
<i>Гефке Н.А.</i> Из истории освоения месторождений минеральных солей в Западной Сибири в XVIII веке	142
<i>Мальцева Н.А.</i> Комплексное развитие Южной Якутии	145
<i>Прокопец В.В., Сквороднев В.В., Юшицына Я.О.</i> Полосатые камни агаты	147

<i>Сивцев С.С., Бурянина Н.С.</i> Пути реализации освоения Эльконского уранового месторождения	155
<b>ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА</b>	<b>158</b>
<i>Гавриленко В.В.</i> Проблемы познания геохимии биосферы (к 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского)	158
<i>Natalin N., Mikulas R. and Dronov A.</i> Trace fossils accompanying possible «Ediacaran organisms» in the Middle Cambrian sediments of the St. Petersburg Region, Russia	161
<i>Adriana P.B. Tufaile, Alberto Tufaile, Carlos Molina Mendes, Arlino C. Liverio Jr., Eduardo M. Santos, Rosely A.L. Imbernon.</i> An interdisciplinary approach using a Lithophone	167
<i>Hyo Min Lee and Seok Won Choi.</i> Geochemical and isotopic studies on the Pirrit Hills granite in West Antarctica	173
<i>Гавриленко В.В., Галанкина О.Л., Коломоец М.А., Мелешко А.А.</i> О причинах повышенной радиоактивности гранитов Выборгского массива	174
<i>Волков В.В., Зарина Л.М., Филиппова В.О.</i> Оценка радиационного фона Гатчинского района Ленинградской области	176
<i>Смирнов Н.В., Челибанов В.П., Маругин А.М.</i> Мониторинг активных форм кислорода в приземном слое атмосферного воздуха	180
<i>Нестеров Е.М., Морозов Д.А., Веселова М.А.</i> К вопросу о применении методов геохимической индикации донных отложений в палеоэкологических исследованиях	184
<i>Абрамова Т.Т.</i> Перспективные направления, исключаящие вредное воздействие вибраций на грунты	187
<i>Марков В.Е., Кочубей О.В.</i> Опыт применения палинологического метода при геоботанических исследованиях	192
<i>Федосеева Т.А., Кулькова М.А.</i> Радиоуглерод в растительности Ленинградской области и Санкт-Петербурга	195
<i>Файтлевич Д.М., Панова Е.Г.</i> Эколого-геохимическая характеристика твердой фазы снегового покрова центральной части Санкт-Петербурга	199
<i>Кокорина К.П., Зарина Л.М.</i> Водородный показатель снеговой воды: результаты исследования в Приморском районе Санкт-Петербурга	202
<i>Петрова А.Н., Путиримов П.В.</i> Подвижные формы химических элементов в почвах локальных источников аэрозольных выбросов	205
<i>Адясов Я.В., Гавриленко В.В.</i> О закономерностях распределения ртути в почвенном воздухе Санкт-Петербурга	207
<i>Рякшина А.Н., Сергеева С.П., Нестерова Л.А.</i> Геохимические особенности г. Коммунар и его окрестностей (р. Ижора)	210
<i>Бороздин Е.А., Нестерова Л.А.</i> Современное развитие и история формирования озерной системы Белое – Липовское	213
<i>Дербенёв И.В.</i> Особенности геохимии донных осадков внутренних озер Валаамского архипелага	218

<i>Бутолин А.П., Щерба В.А.</i> О возможности распознавания признаков геодинамически неустойчивых техногенно нарушенных блоков геологической среды в Оренбургском Приуралье	222
<i>Мадянова Н.П., Кулькова М.А., Верзилин Н.Н.</i> Реконструкция сейсмической активности севера Кольского полуострова по данным радиоуглеродного анализа озерно-болотных отложений	228
<i>Есенина А.В.</i> Особенности флоры нижнего триаса Тимано-Печорской провинции	232
<i>Кулиненко В.Н., Матушкин А.С.</i> Уральский миф Русской платформы	235
<i>Ларцев В.Н.</i> Техногенное загрязнение почв тяжёлыми металлами вдоль Чуйского тракта (Горный Алтай)	239
<i>Григорьева Е.А., Нестеров Е.М.</i> Геоэкологическое состояние почвенного покрова Западного Саяна	242
<i>Карелина Н.А., Антроповский В.И.</i> Долины карстовых рек	244
<i>Фам Тиен Тханг, Фи Хонг Тхинь, Кныш С.К.</i> Особенности геологического строения четвертичных отложений в связи с формированием подземных вод на территории г. Ханой	252
<i>Seokwon Choi, Myeongwoo Lee, Jinkyoo Park, Hyunwan Shin, Sangjeong Chae.</i> Geology of the Dokdo Island, the East Sea	255
<i>Любарский А.Н.</i> Современные представления о развитии ледового покрова Антарктиды	257

---

## ГЕОЛОГИЯ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ: ГЕОЛОГИЯ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ Том 1. Науки о Земле

Материалы VIII Международной конференции и летней школы

Научный редактор: Нестеров Е. М.

Редакторы: Зарина Л. М., Маркова М. А., Веселова М. А., Филиппова В. О.

Обложка: Аргентина. Водопад Игуасу. Фото: Нестеров Е. М.

Технический редактор, верстка: Зарина Л. М.

Корректурa: Товмач Н. Л.

---

Подписано в печать 18.06.2013 г. Формат 60/84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. 16,5 усл.печ.л.

Тираж 170 экз. Заказ № 340ц.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного оргкомитетом конференции,  
в типографии РГПУ им. А. И. Герцена  
Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48