

Структура генома

Объект	Размер гаплоидного генома в парах нуклеотидов
Микоплазмы	10^{4-10^6}
Эубактерии (E.coli)	10^{5-10^7}
Грибы	$(2-5) \times 10^7$
Водоросли	$(5-7) \times 10^7$
Черви	$\sim 10^8$
Моллюски	$5 \times 10^8 - 5 \times 10^9$
Насекомые	$10^8 - 5 \times 10^9$
Ракообразные	$\sim 10^9$
Иглокожие	$2 \times 10^8 - 2 \times 10^9$
Рыбы	$3 \times 10^8 - 10^{10}$
Амфибии	$7 \times 10^8 - 7 \times 10^{10}$
Рептилии	$(2-3) \times 10^9$
Птицы	10^9
Млекопитающие	3×10^9
Цветковые растения	$2 \times 10^8 - 10^{11}$

Прямой корреляции между количеством ДНК и эволюционной продвинутостью организма нет.

"Избыточность" эукариотического генома

Минусы "избыточной" ДНК:

- увеличение времени синтеза ДНК;
- сложнее организовывать удвоение ДНК;
- высокая энергоемкость - на 1 нуклеотид для включения в цепь ДНК нужно затратить ~60 молекул АТФ.

Неопределенное следствие:

- благодаря зависимости размера ядра от количества ДНК происходит увеличение размеров клетки.

Плюсы "избыточной" ДНК:

- возникает возможность создания сложного регуляторного аппарата, позволяющего поднять организм на более высокий эволюционный уровень.

Причины избыточности:

- 1. Большой размер генов (за счет наличия интронов).**
- 2. Присутствие повторенных последовательностей.
Повторяются и гены, и некодирующие участки. У эукариот некоторые последовательности повторены сотни и тысячи раз.**
- 3. Наличие большого числа некодирующих последовательностей, часть из которых выполняет регуляторную функцию при транскрипции, а часть - необходима для компактизации генома.**

Классификация генов в геноме

1. Быстрые повторы.

Частота встречаемости на гаплоидный геном больше 10^5 .

2. Умеренные повторы.

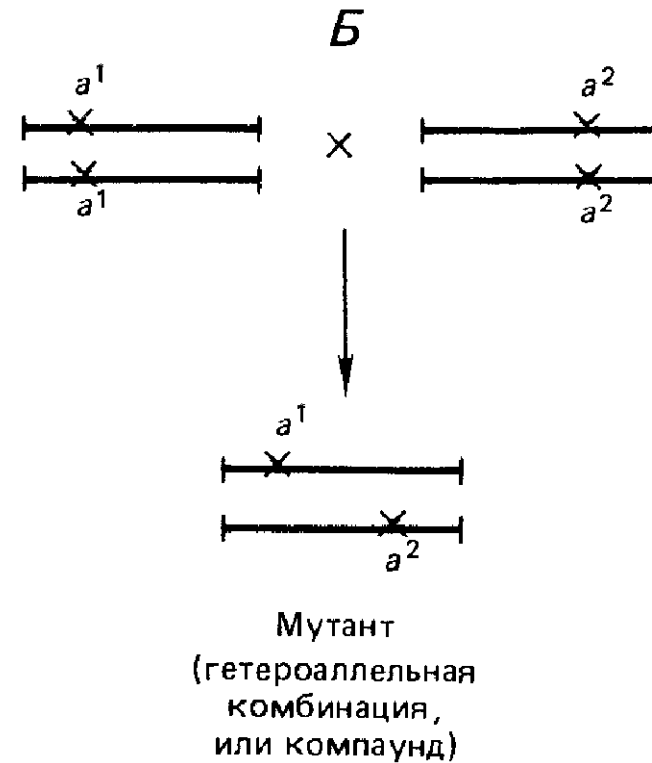
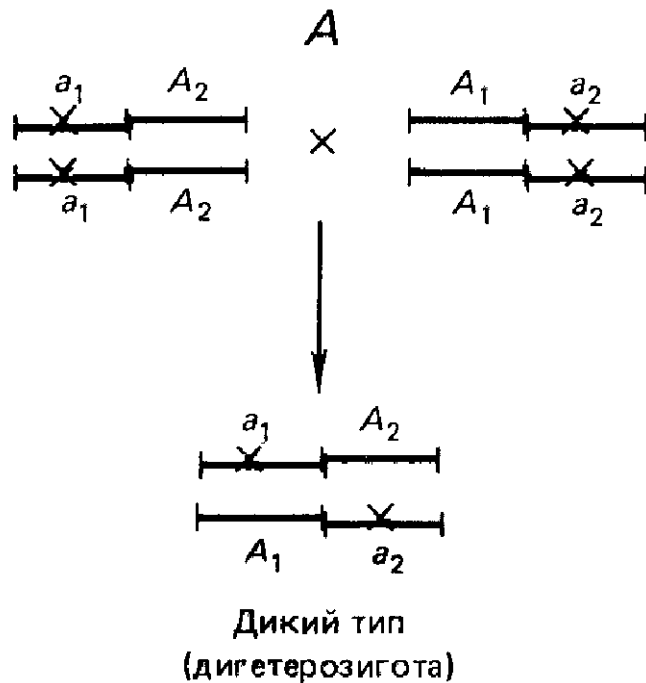
Частота встречаемости на гаплоидный геном больше 10, но меньше 10^5 .

3. Уникальные последовательности.

Частота встречаемости меньше 10 раз на геном.

4. Палиндромы

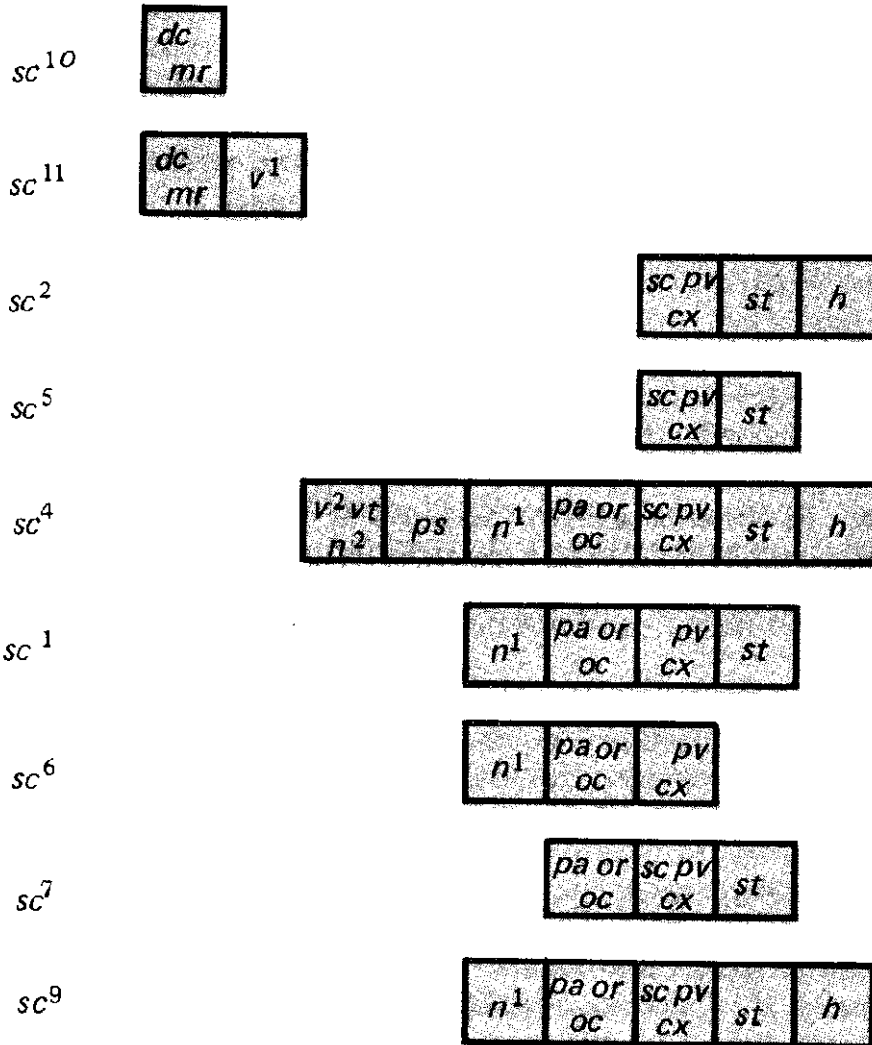
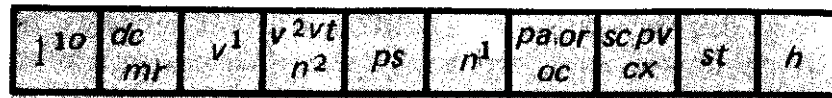
Функциональный критерий аллелизма



Мутации в разных генах

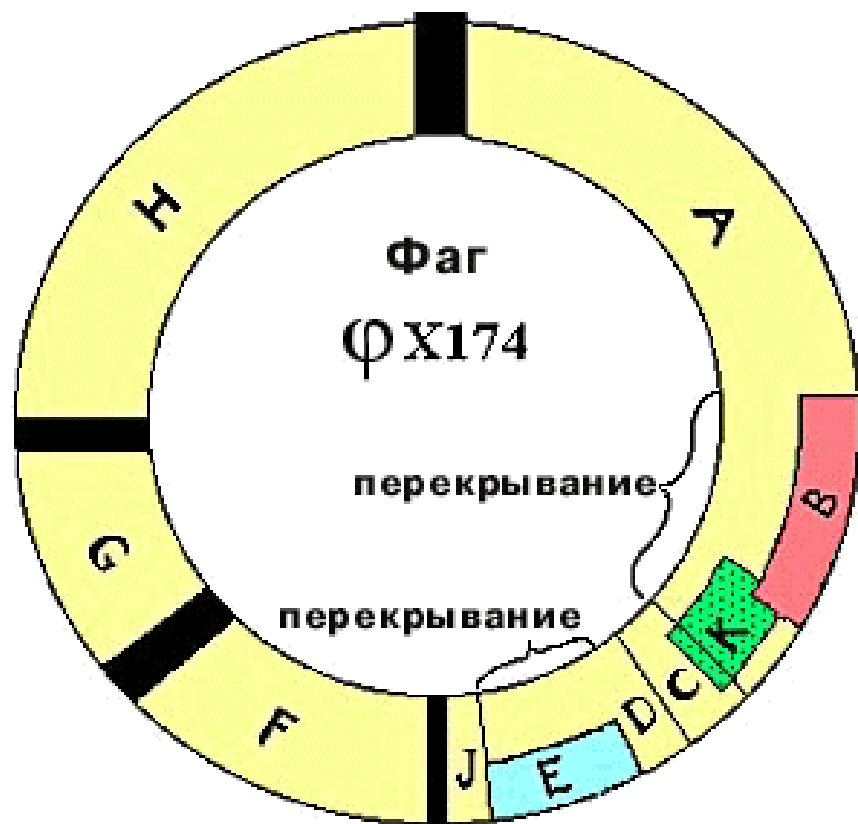
Мутации в одном гене

Линейный план гена *scute* — ачаete *D. melanogaster*



(по Н. П. Дубинину, 1976)

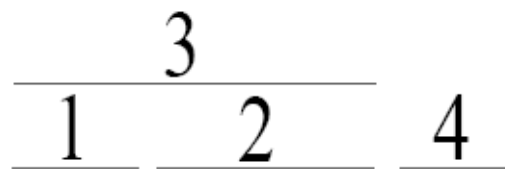
Перекрывающиеся гены у вирусов и прокариот



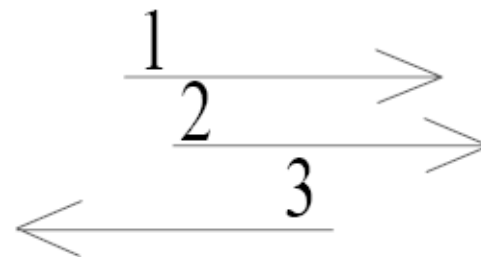
GTTTATGGTACG

The diagram shows the sequence GTTTATGGTACG with brackets underneath it. The first bracket is under the first four letters (GTTT). The second bracket is under the last four letters (GGTA). The third bracket is under the last three letters (GTA). This illustrates how overlapping reading frames can exist in a single DNA sequence.

Вирус млекопитающих SV40



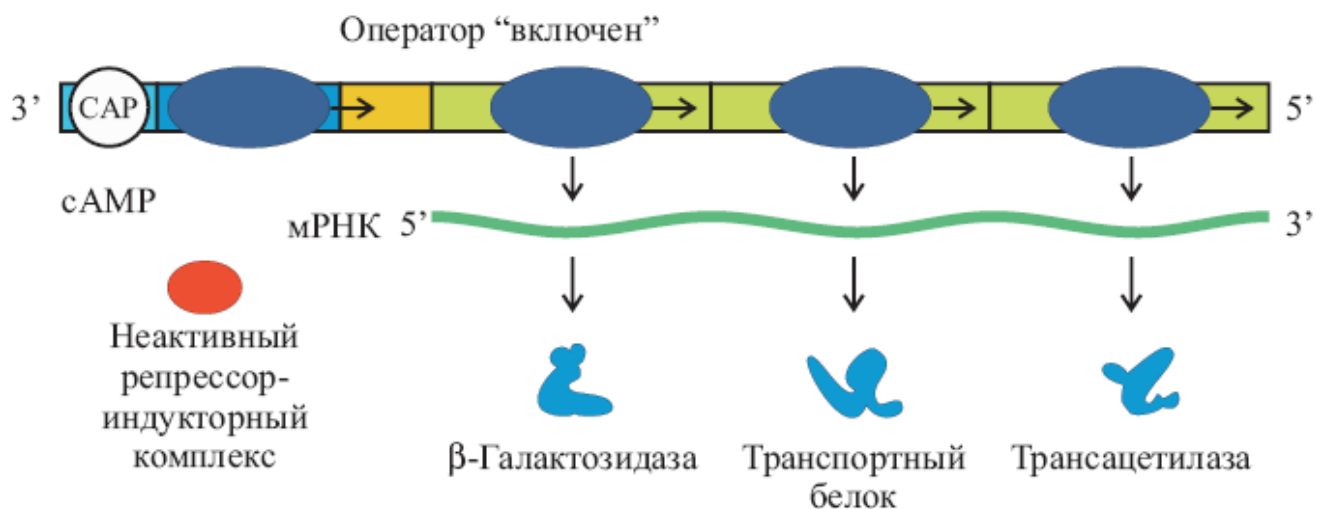
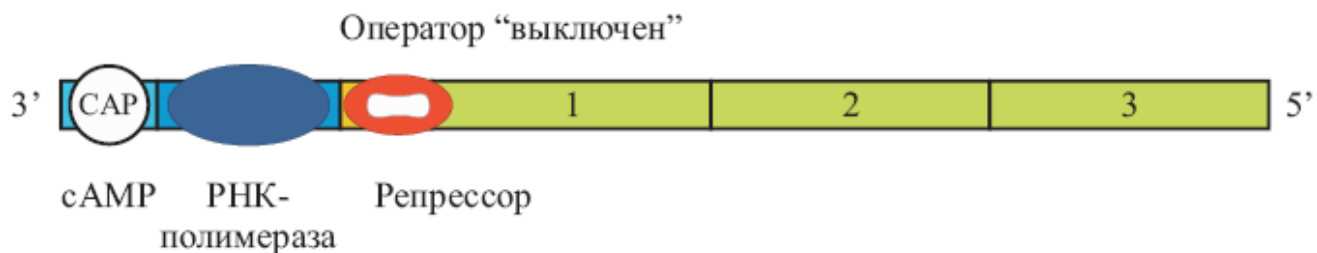
Мобильный элемент IS 50



Оперонный принцип организации генов у прокариот

Лактозный оперон кишечной палочки

	P	<i>lacI</i>	PO	<i>lacZ</i>	<i>lacY</i>	<i>lacA</i>
ДНК (длина в п.н.)		1040	82	3510	780	825
полипептид: аминокислоты		360		1021	260	275
дальтоны		38000		125000	30000	30000
белок: структура		тетрамер		тетрамер	мембранный белок	димер
дальтоны		152000		500000	30000	60000
функция белка		репрессор		β -галактозидаза	пермеаза	транс- ацетилаза
мРНК:			Один транскрипт			

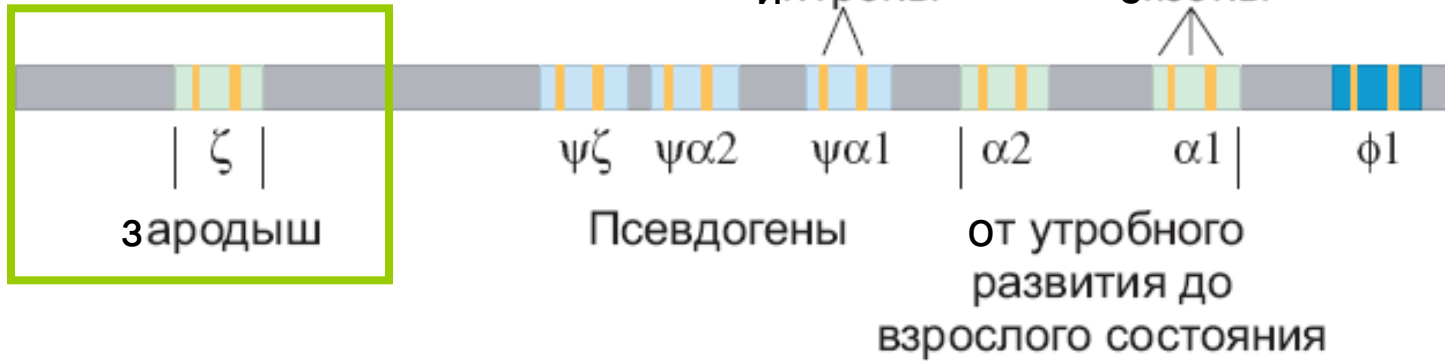


Преимущества оперонной организации генов прокариот:

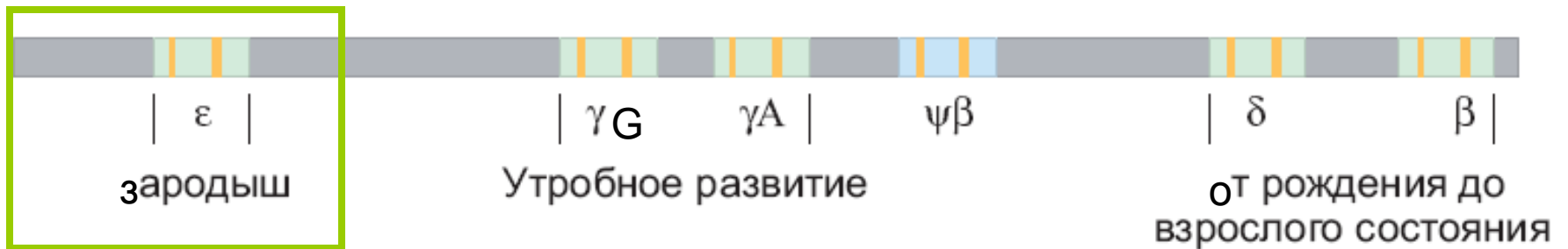
- быстрый ответ на изменения окружающей среды: синтез необходимых ферментов начинается и прекращается в любой момент.
- координация регуляции активности: все гены экспрессируются или не экспрессируются в унисон

Расположение генов в хромосомах эукариот

α подобный ген в хромосоме 1 человека



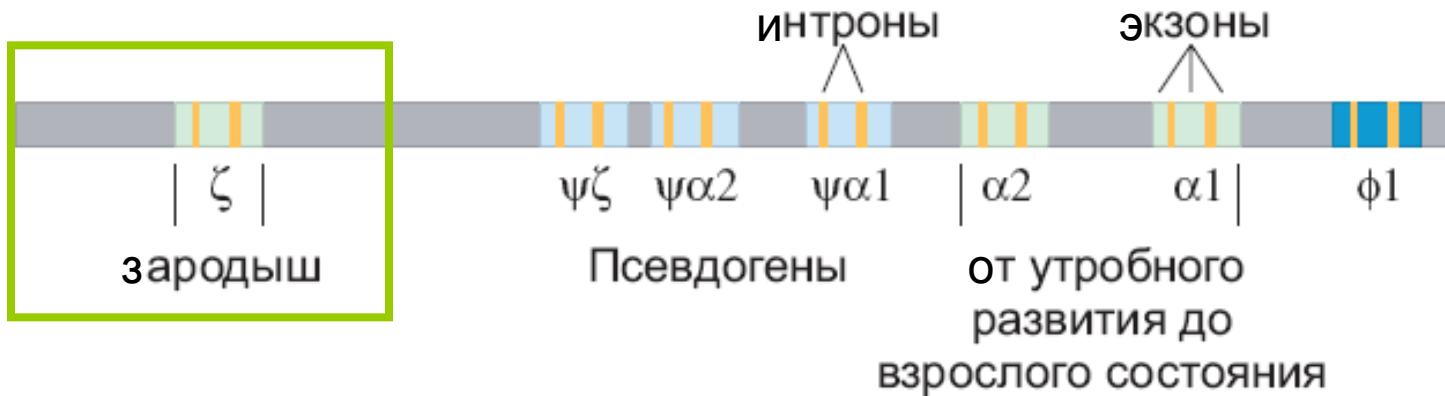
β подобный ген в хромосоме 11 человека



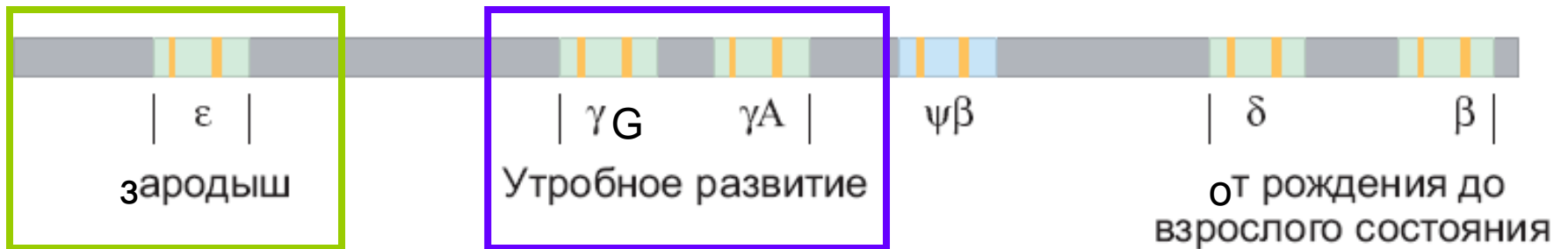
Кластеры глобиновых генов в хромосомах человека

Расположение генов в хромосомах эукариот

α подобный ген в хромосоме 1 человека

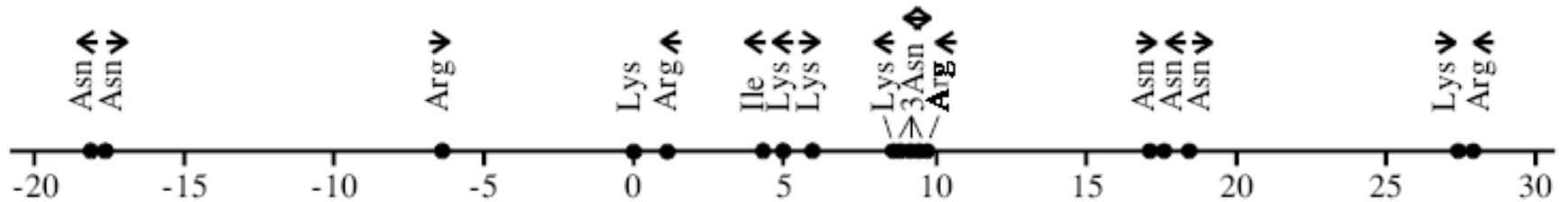


β подобный ген в хромосоме 11 человека



Кластеры глобиновых генов в хромосомах человека

Расположение генов тРНК у дрозофилы



Т. П. Н.

Расположение генов рРНК у дрозофилы

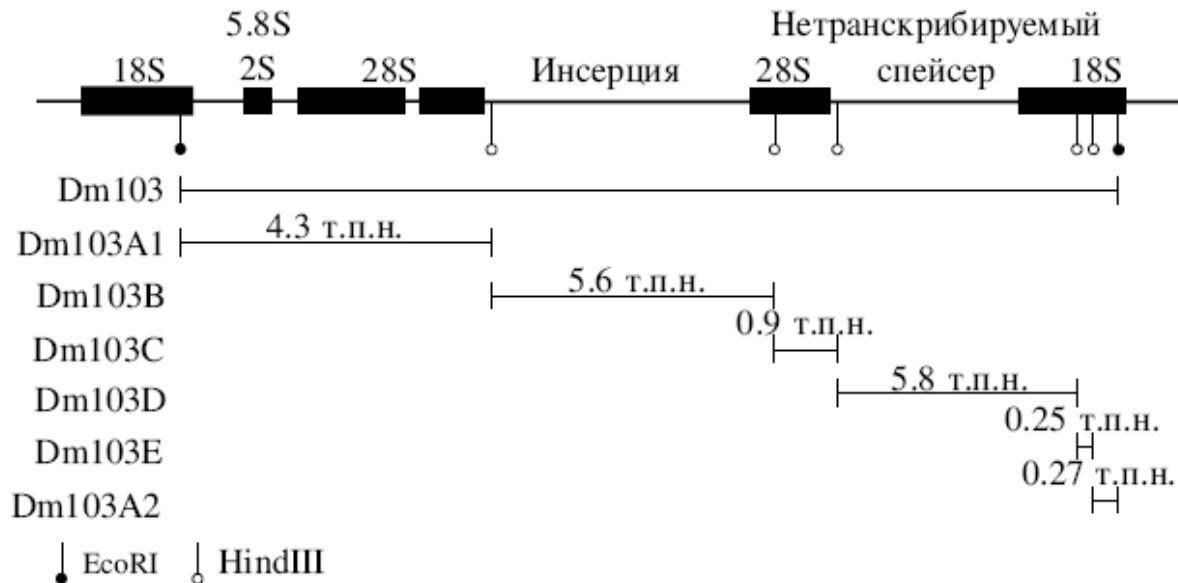
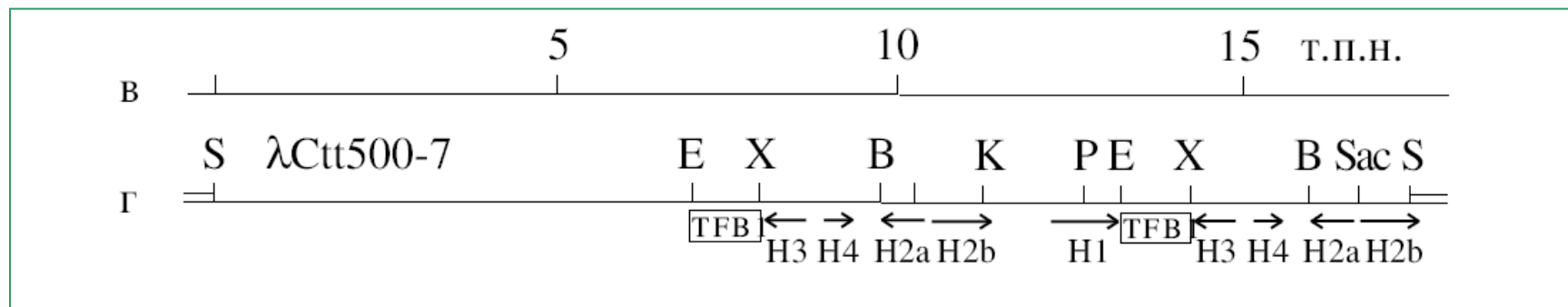
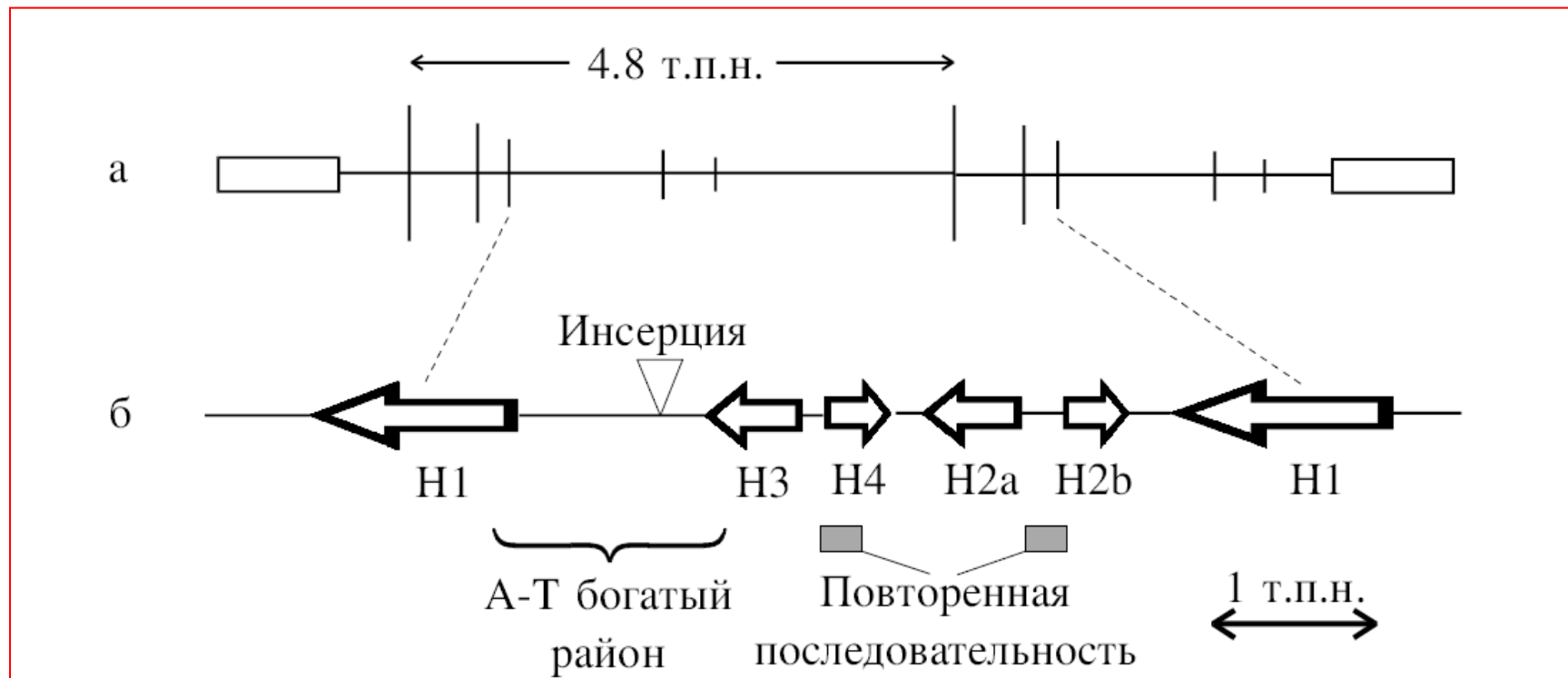
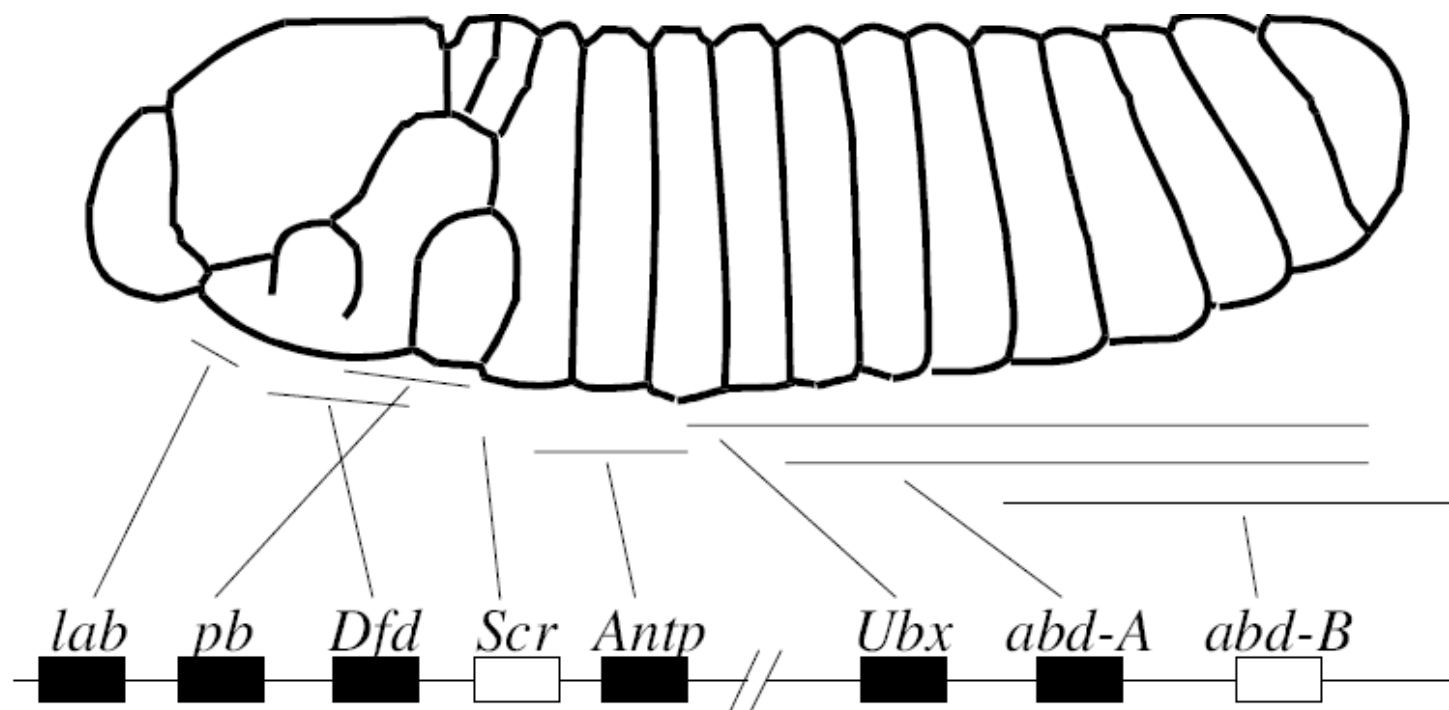


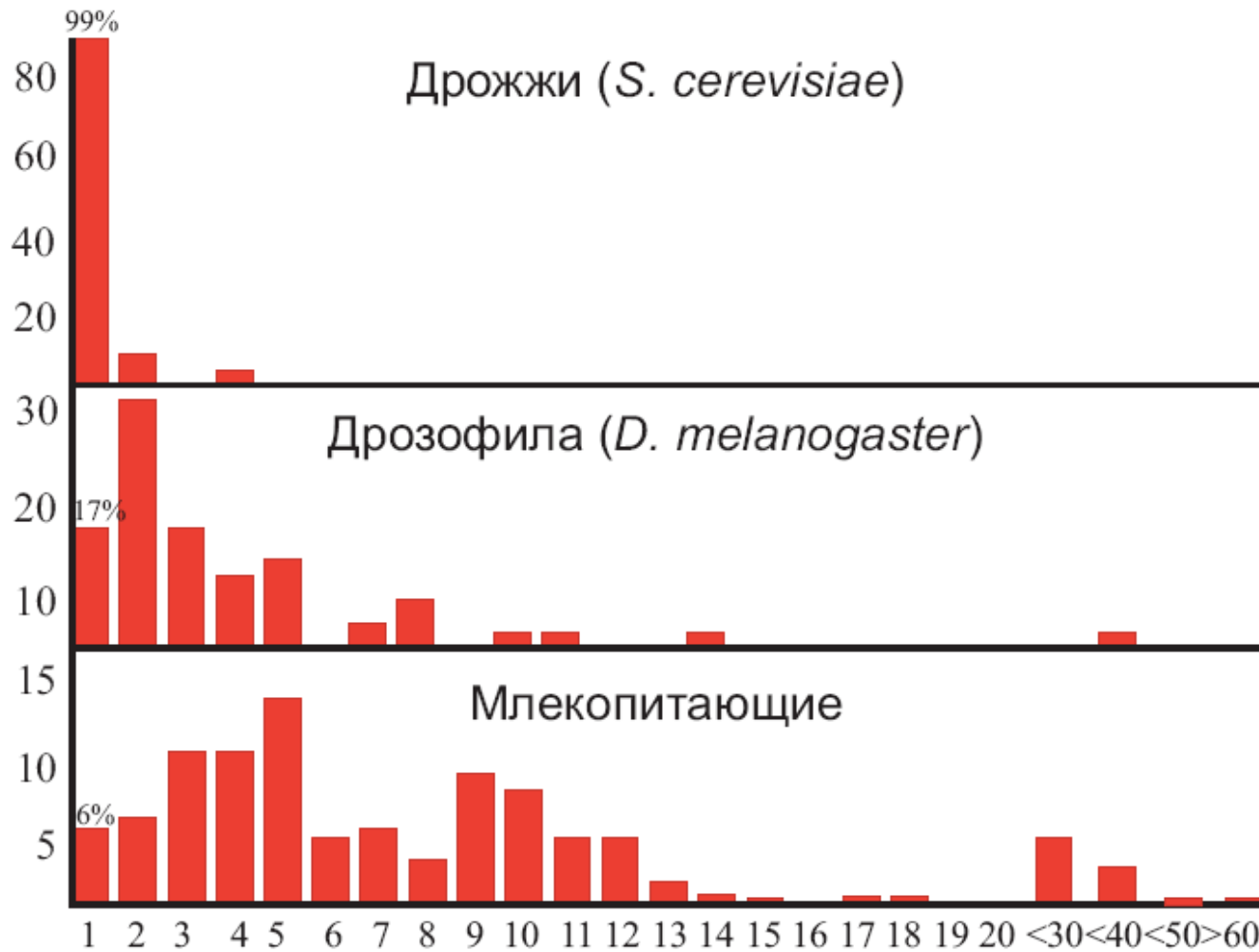
Схема организации генов, кодирующих гистоны в повторяющейся единице у *D. melanogaster* (а-б) и *Chironomus thummi* (в-г)



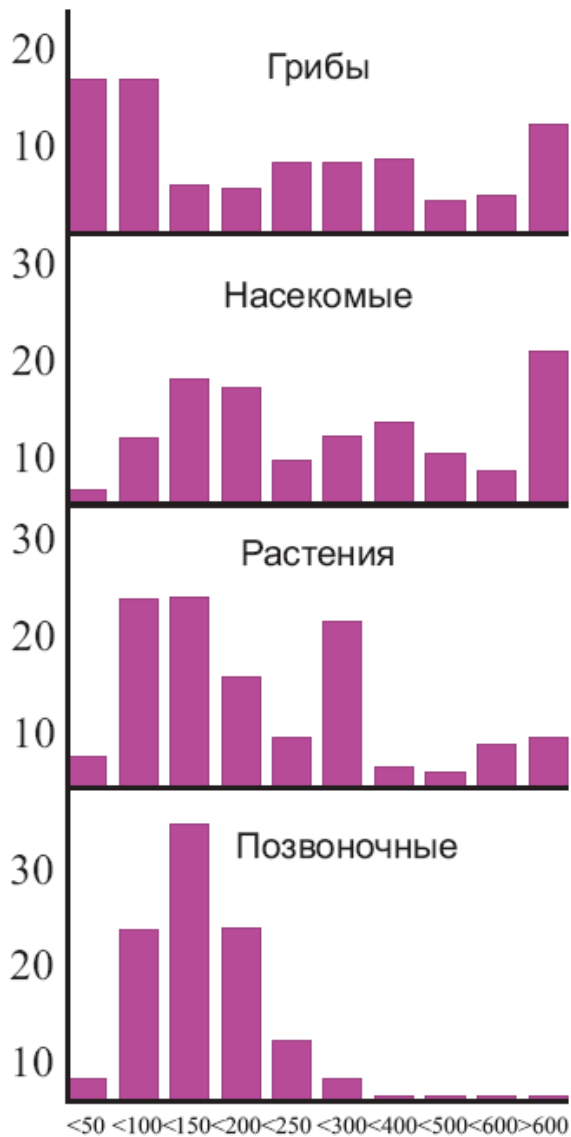
Кластеры генов, контролирующих развитие головной (*lab* - *Antp*) и брюшной (*Ubx* - *Abd-B*) частей тела дрозофилы (Из: Жимулев, 1994, стр. 141)



Интроны и экзоны

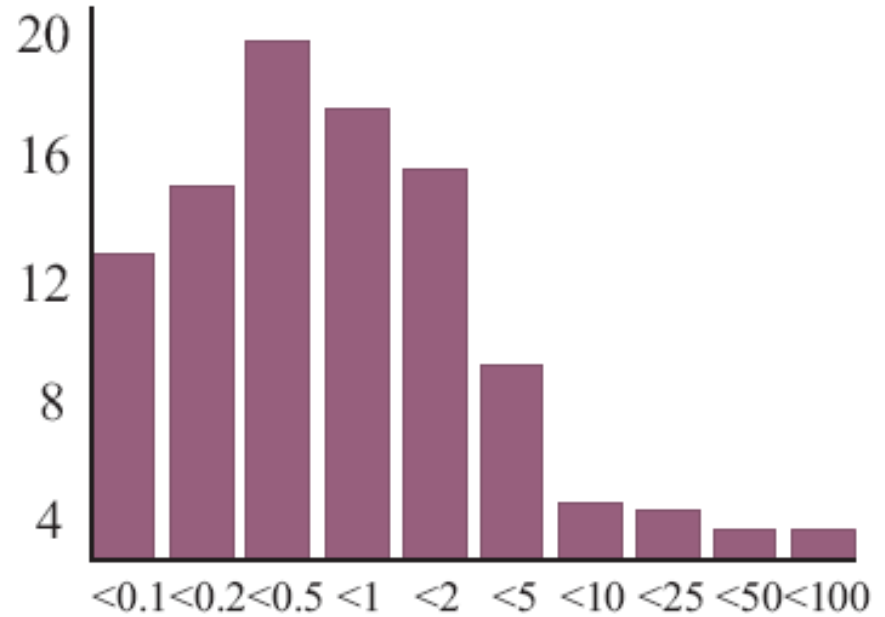


Распределение частот генов имеющих различные числа экзонов



П. Н.

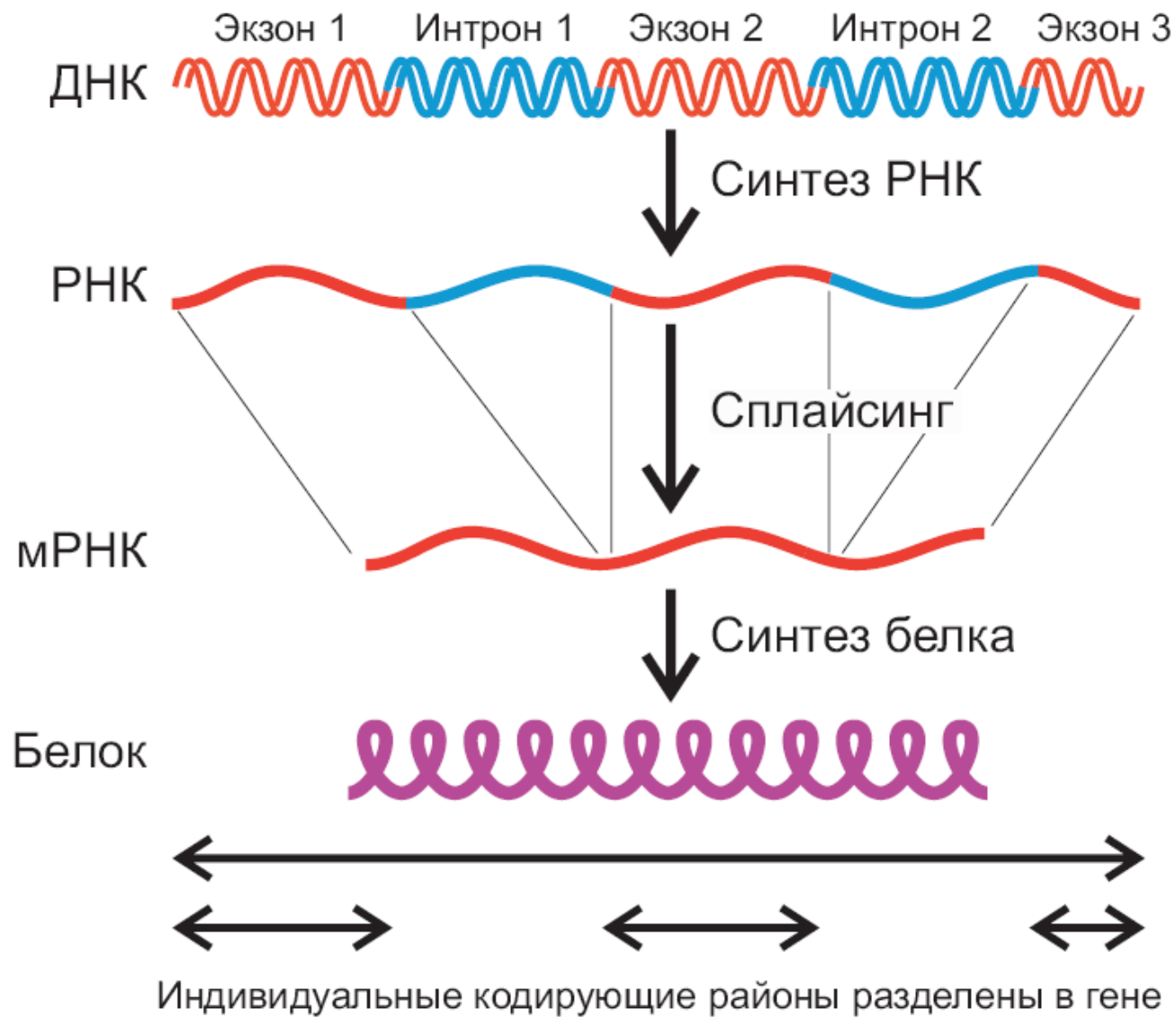
Длины экзонов в генах



Т. П. Н.

**Длины интронов в генах
ПОЗВОНОЧНЫХ**

Процесс передачи информации от ДНК до белка



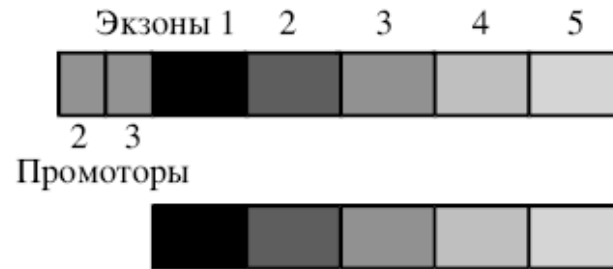
Соотношение длины гена и мРНК в зависимости от числа экзонов

Виды	Среднее число экзонов	Средняя длина гена (т.п.н.)	Средняя длина мРНК (т.п.н.)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1	1.6	1.6
Грибы	3	1.5	1.5
<i>Cenorabditis elegans</i>	4	4.0	3.0
<i>Drosophila melanogaster</i>	4	11.3	2.7
Куры	9	13.9	2.4
Млекопитающие	7	16.6	2.2

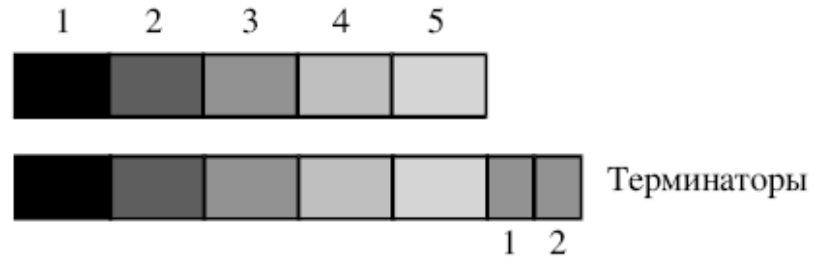
Схема возможных вариантов альтернативного сплайсинга



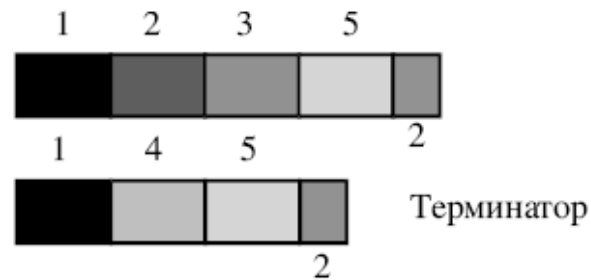
Использование альтернативных промоторов



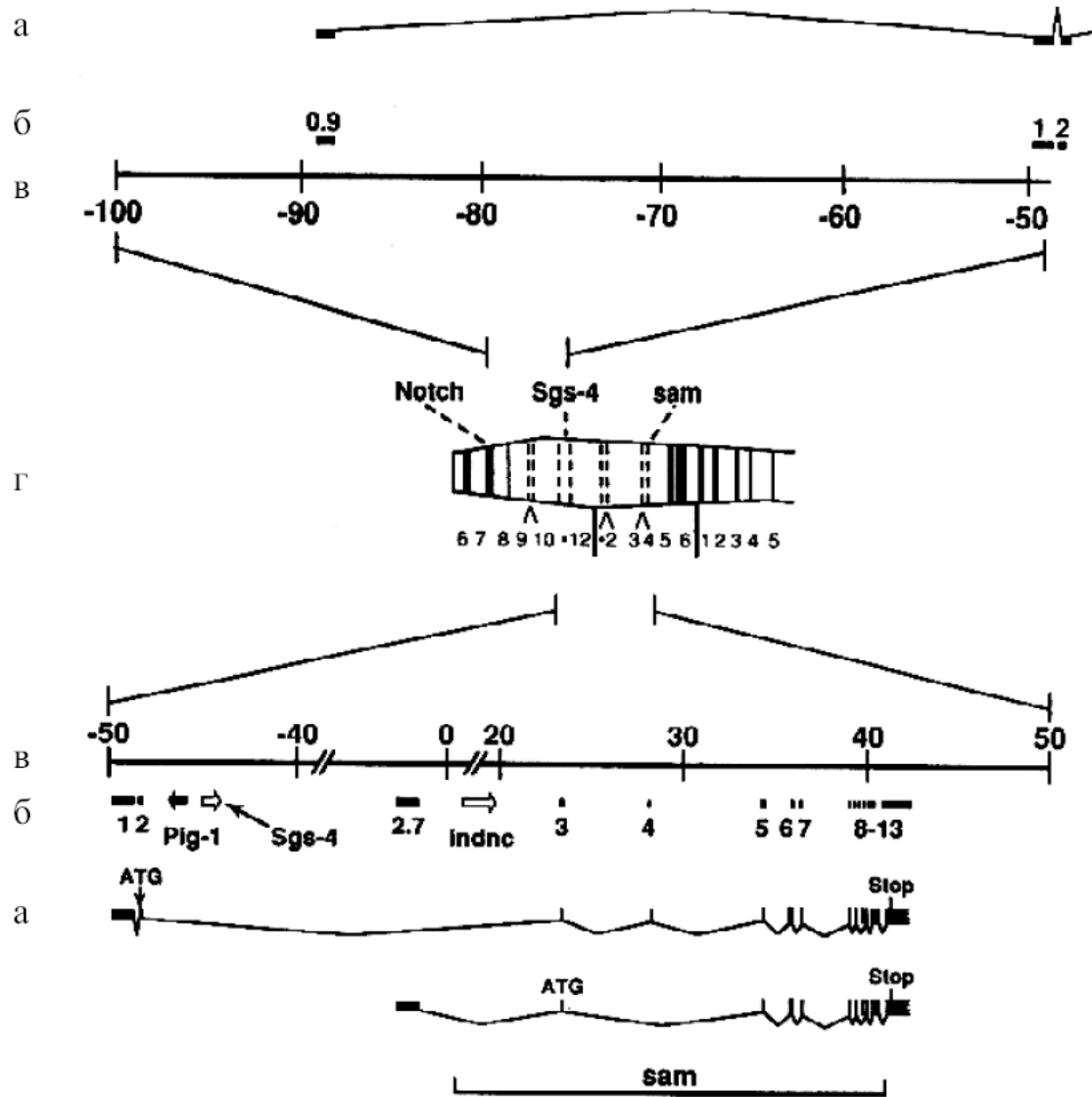
Использование альтернативных терминаторов



Альтернативный сплайсинг

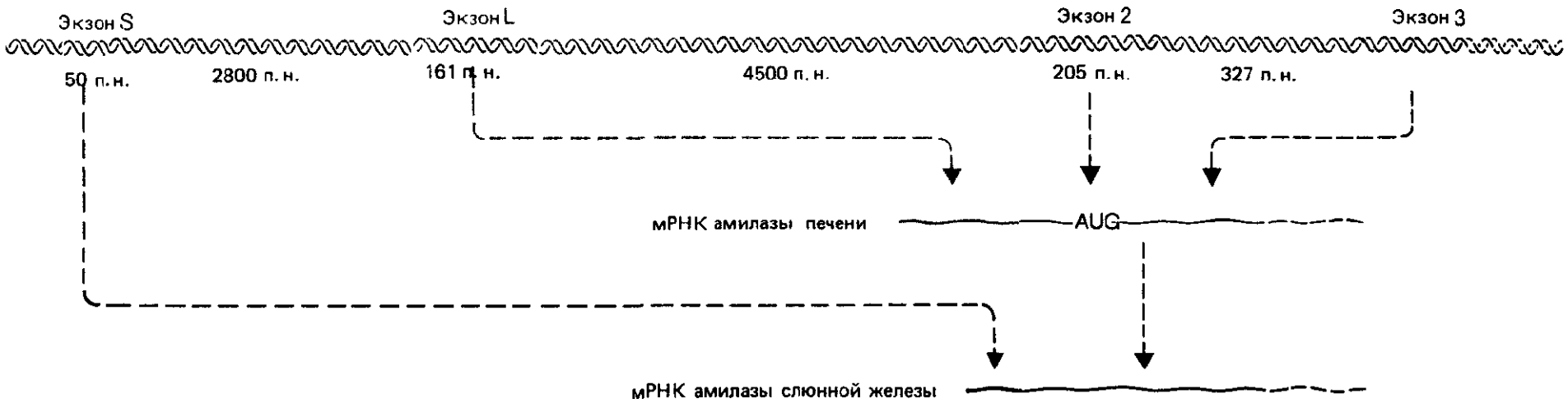


Локализация генов в интронах



Ген *dnc* у дрозофилы

Ген амилазы у мыши



Псевдогены

Ген	Число генов	Число псевдогенов
ЧЕЛОВЕК		
Аргинино-сукцинат синтететаза	1	14
В-актин	1	20
В-тубулин	2	15-20
Cu/Zn супероксид-дисмутаза	1	4
Цитохром С	2	20-30
Дигидрофолат-редуктаза	1	5
Немускульный тропомиозин	1	3
Глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназа	1	25
Фосфоглицерат-киназа (ген и ретроген)	2	1
Рибосомальный белок L32	1	20
Триозо-фосфат изомераза	1	5-6
МЫШЬ		
А-глобин	2	1
Цитокератин эндо-А	1	1
Глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназа	1	200
Миозин (легкая цепь)	1	1
Проопиомеланокортин	1	1
Рибосомальный белок L7	1-2	20
Рибосомальный белок L30	1	15
Рибосомальный белок L32	1	16-20
Опухолевый антиген р53	1	1
КРЫСА		
А-тубулин	2	10-20
Цитохром С	1	20-30