

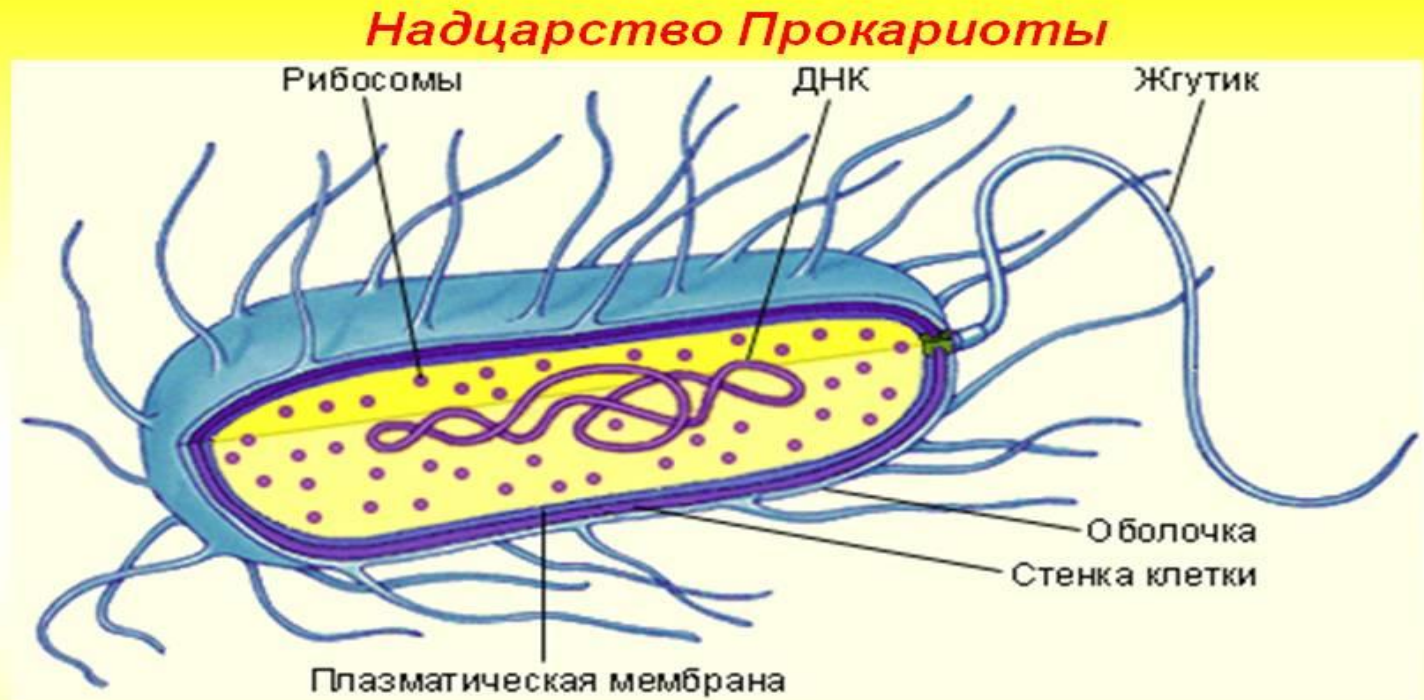
**Презентация по биологии для 10  
профильного класса**

# **Перестройки генома в онтогенезе**

# План

- Перестройки генома у прокариот
- Перестройки генома у эукариот
- Иммуноглобулиновые гены у млекопитающих
- Незапрограммированные перестройки генома

# Строение прокариот



К прокариотам относятся организмы, имеющие клеточное строение, но **не имеющие ядра**. Бактериальная клетка заключена в плотную, жесткую клеточную стенку. Основным компонентом клеточной стенки бактерий является полисахарид — **муреин**.

# Перестройка генома у прокариот

- Геном прокариот проще, т.к. у них меньше генов
- У прокариот нет некоторых этапов онтогенеза: эмбриогенеза и дифференцировки

Вывод: регуляция деятельности генов значительно проще, чем у эукариот.

Однако, у бактерий при образовании спор в неблагоприятных условиях- происходят сложные перестройки генома.

У бактерий в геноме присутствуют гены, ненужные в нормальных условиях, но необходимые для образования спор.

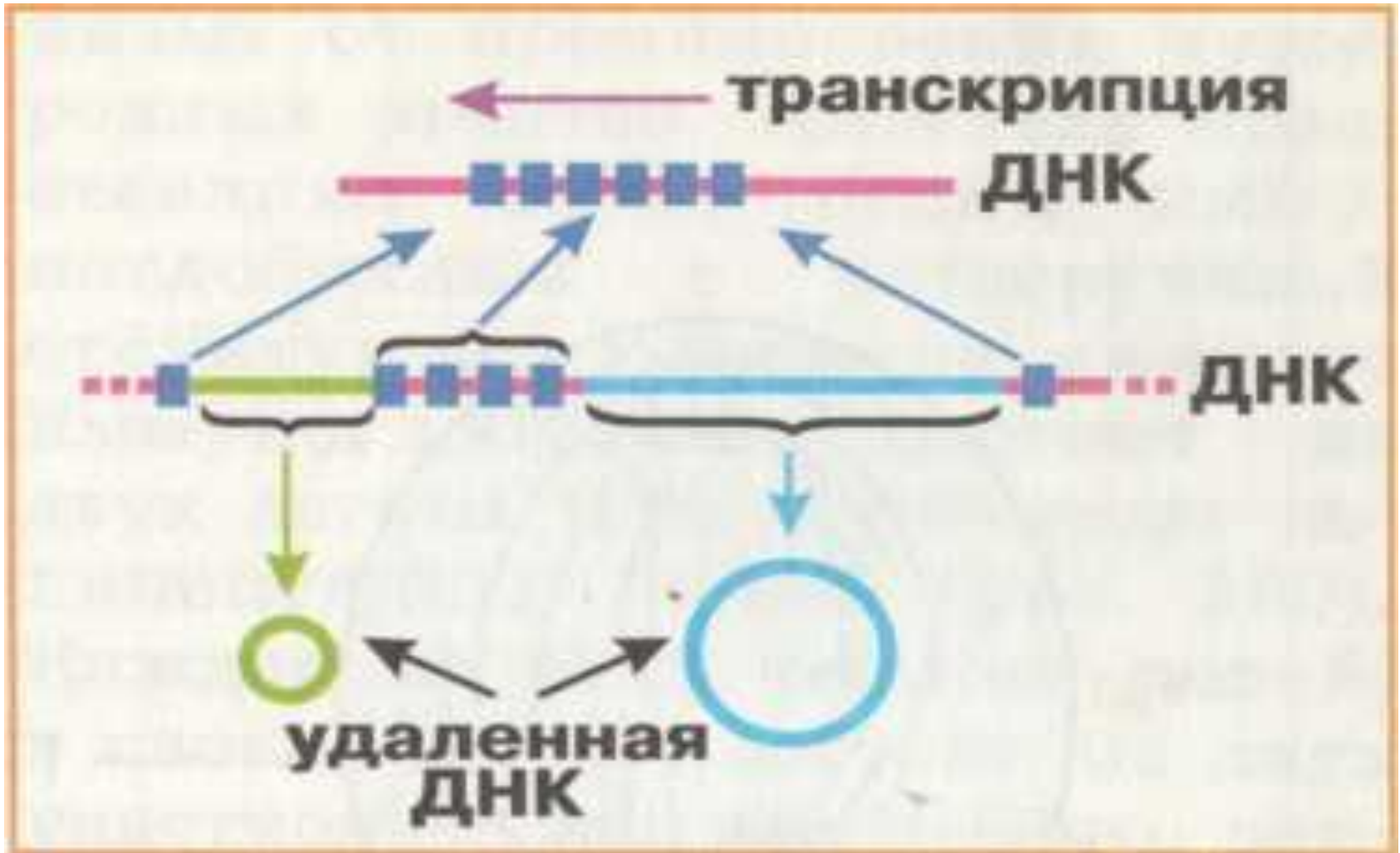
Эти гены в обычных условиях «разорваны» — в них вставлены участки ДНК длиной в несколько десятков тысяч пар оснований, в результате чего эти гены работать не могут.

Когда возникает необходимость, внутренние участки с точностью до одного нуклеотида вырезают специальным ферментом и происходит восстановление рамки считывания гена.

Например, ген фермента нитрогеназы у азотфиксирующих цианобактерий.

Этот фермент восстанавливает атмосферный азот до аммиака. Но кислород для него является ядом, поэтому фиксация азота происходит специальными толстостенными клетками, куда кислород не проникает. Ген нитрогеназы восстанавливается и может транскрибироваться только в этих специализированных клетках путем вырезания участков ДНК.

**Восстановление рамки считывания в геноме цианобактерии с помощью вырезания участков ДНК**



# **Перестройка генома у эукариот**

**Геномные перестройки, значительно более сложные, чем у прокариот: дифференцированные клетки используют только небольшую часть генетической информации, содержащейся в ДНК. Остальная часть генома оказывается «лишней».**

**Во многих случаях эта «лишняя» ДНК просто удаляется из клетки — происходит перестройка генома.**



# Перестройка генома у эукариот

- у некоторых червей и членистоногих генетический материал полностью сохраняется только в генеративных клетках.

у лошадиной аскариды, например, в ходе эмбрионального развития происходит удаление части ДНК.

У человеческой аскариды зигота и клетки – предшественники половых, имеют всего две крупные хромосомы. В ходе дробления в бластомере зародыша эти огромные хромосомы распадаются на множество фрагментов. Оставшиеся фрагменты становятся самостоятельными маленькими хромосомами.

В результате в соматических клетках остается всего около 15% генетического материала, который содержит все гены, необходимые для нормального развития и функционирования.

В тех клетках, из которых будут развиваться гаметы, остаются две большие хромосомы с полной генетической информацией.

**Удаление части ДНК во время дробления зародыша лошадиной аскариды:**

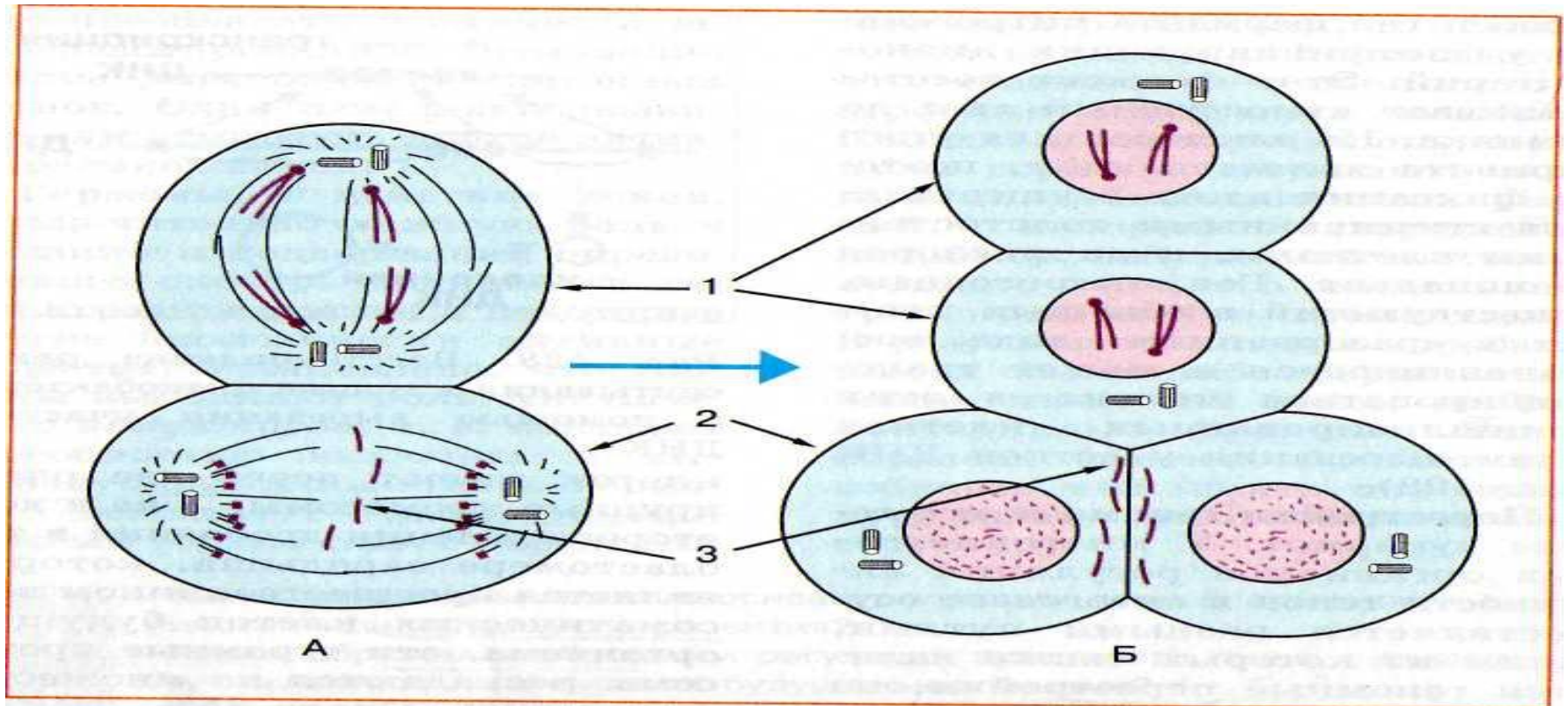
**А** — стадия двух бластомеров;

**Б** — стадия четырех бластомеров.

**1** — клетки — предшественники половых клеток;

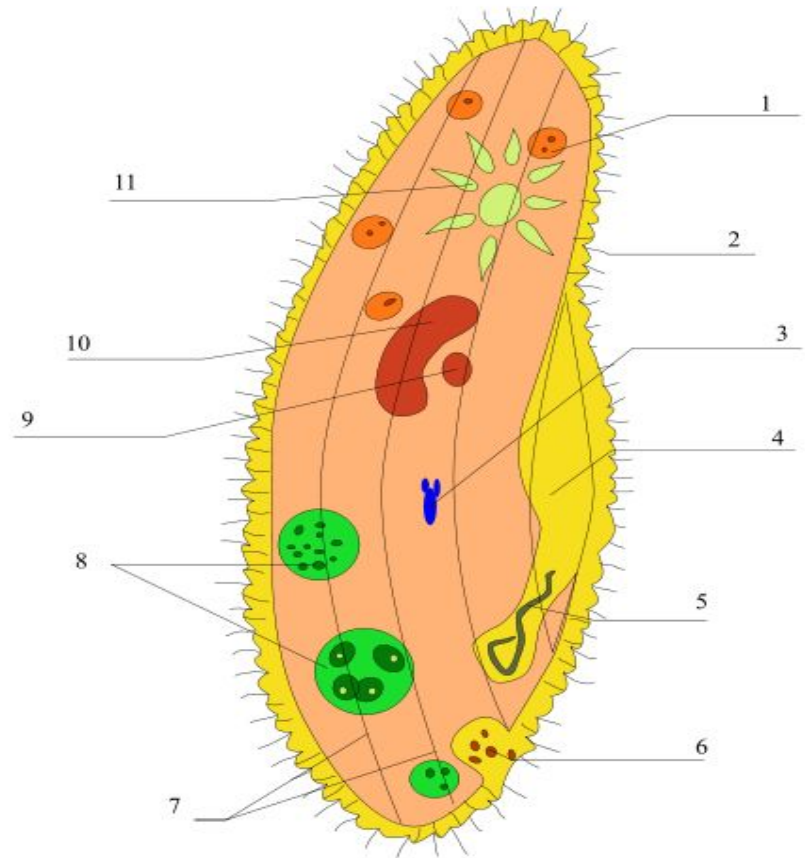
**2** — клетки — предшественники соматических клеток;

**3** —удаляемая ДНК



# Перестройки у инфузорий туфельек

У одноклеточных двухядерных эукариот-инфузорий на соматические и генеративные дифференцируются не клетки, а ядра, причем в соматическом ядре удаляется большая часть ДНК – до 95%.



Микронуклеус содержит полный геном, с его генов почти не считываются м-РНК и, следовательно, его гены не экспрессируются.

При созревании макронуклеуса происходят сложные перестройки генома, именно с генов, содержащихся в этом ядре, считываются почти все м-РНК; следовательно, именно макронуклеус «управляет» синтезом всех белков в клетке.

Туфелька с удаленным или разрушенным микронуклеусом может жить и размножаться бесполом путем, однако теряет способность к половому размножению. При половом размножении макронуклеус разрушается, а затем заново восстанавливается из диплоидного зачатка.

**Удаление ДНК иногда происходит и у млекопитающих, хотя и в меньших масштабах.**

**Например, при дифференцировке кроветворных клеток в эритроциты из них полностью удаляется ядро вместе с ДНК.**

- Тромбоциты также не содержат ДНК.**
- Нет ядра и в клетках, из которых состоит хрусталик глаза.**

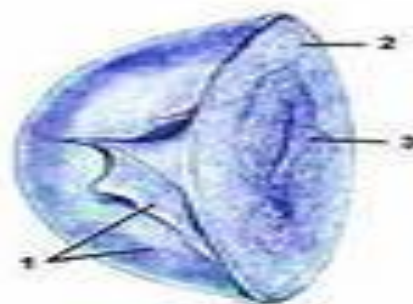


Рис. 6. Хрусталик, вид сверху  
1 — передняя капсула хрусталика (частично склеротика),  
2 — ядро хрусталика, видетель хрусталика,  
3 — кора хрусталика

**Перестройки генома могут быть использованы клетками не только для необратимого выключения части генома, но и, наоборот, для включения генов.**



**Наиболее сложные изменения генома происходят у млекопитающих при формировании механизмов иммунитета (образование антител).**

Молекула каждого иммуноглобулина состоит из **двух легких и двух тяжелых полипептидных цепей.**

Каждая из этих четырех цепей состоит из **двух участков-неизменяемого, одинакового у всех молекул, и варибельного, изменяемого, различающегося у разных антител.**

# Как можно закодировать такое большое разнообразие?

Гены иммуноглобулинов имеют прерывистую структуру, отдельные участки лежат на некотором расстоянии друг от друга. Варибельная часть кодируется 2 или 3 типами последовательностей, каждая из которых состоит из нескольких блоков, которые отличаются друг от друга.

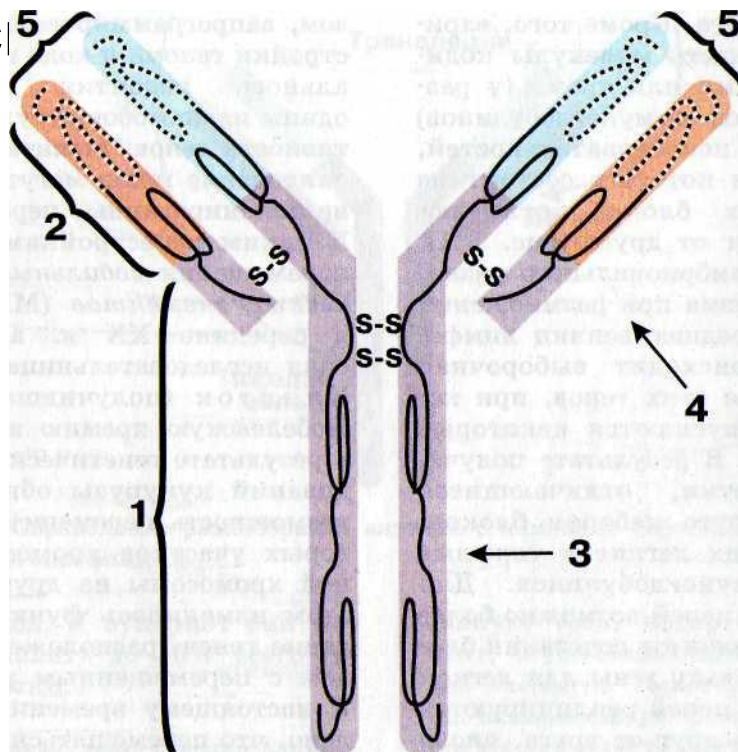
# Строение молекулы иммуноглобулина:

1 — неизменяемая часть молекулы;

2 — переменная часть молекулы;

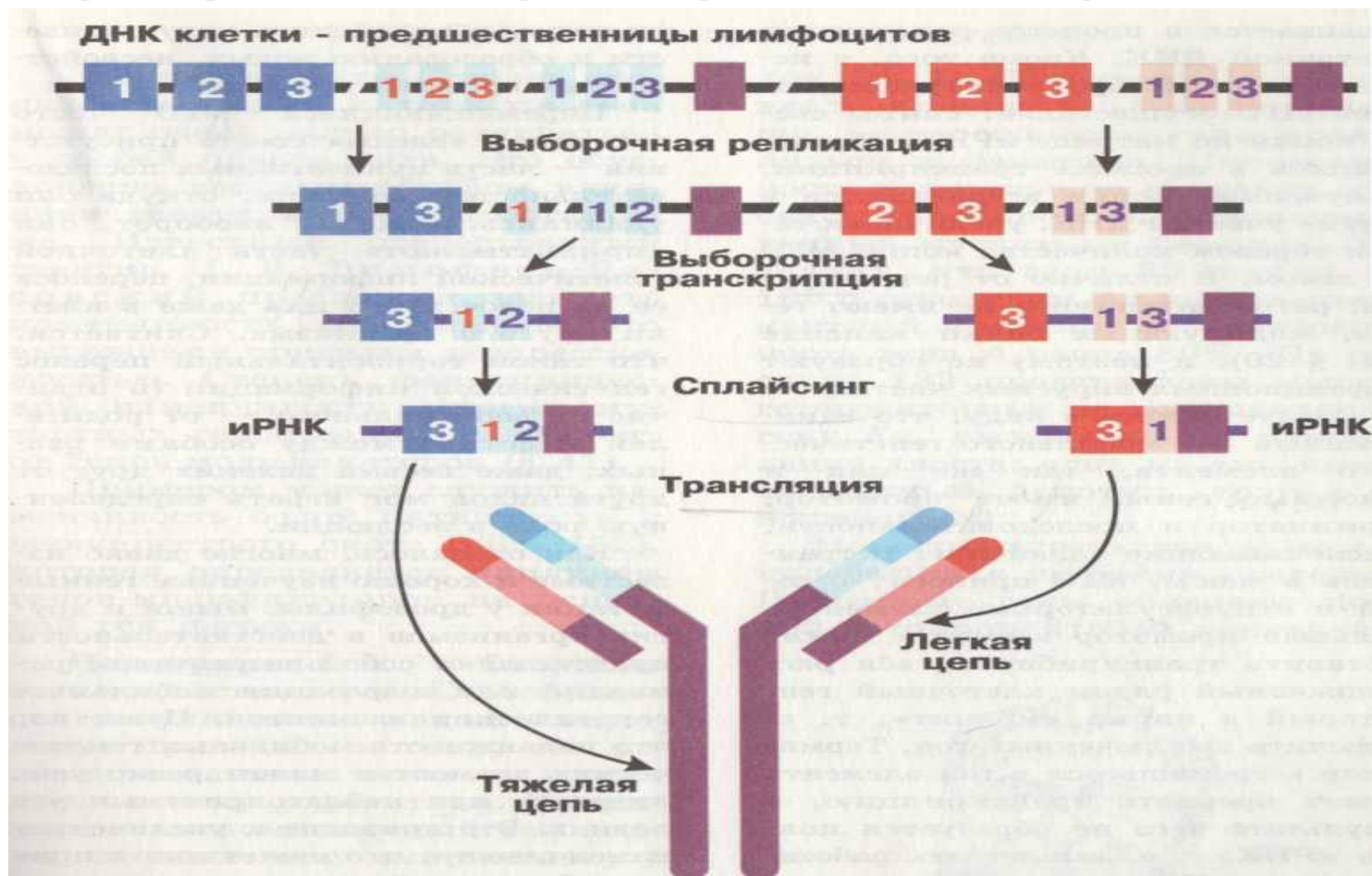
3 — тяжелая цепь; 4 — легкая цепь;

5 — участок с активным центром)



Вариабельные участки иммуноглобулина образуют **активный центр** антитела, который взаимодействует с антигеном. Поэтому пространственная структура активного центра создает необычайное разнообразие антител, которое может достигать нескольких миллионов. Геном же млекопитающих содержит всего несколько десятков тысяч генов.

# Образование разнообразия антител с помощью перестроек ДНК при созревании лимфоцитов



- В период эмбрионального развития организма при размножении клеток—предшественниц лимфоцитов происходит выборочная репликация этих генов, при которой пропускаются некоторые из блоков.  
В результате получаются клетки, отличающиеся друг от друга набором блоков, кодирующих легкие и тяжелые цепи иммуноглобулинов.
- Для каждой из цепей возможно более тысячи вариантов сочетания блоков.
- Поскольку гены для легкой и тяжелой цепей реплицируются независимо друг от друга, число сочетаний блоков в одной молекуле превышает несколько миллионов.

-

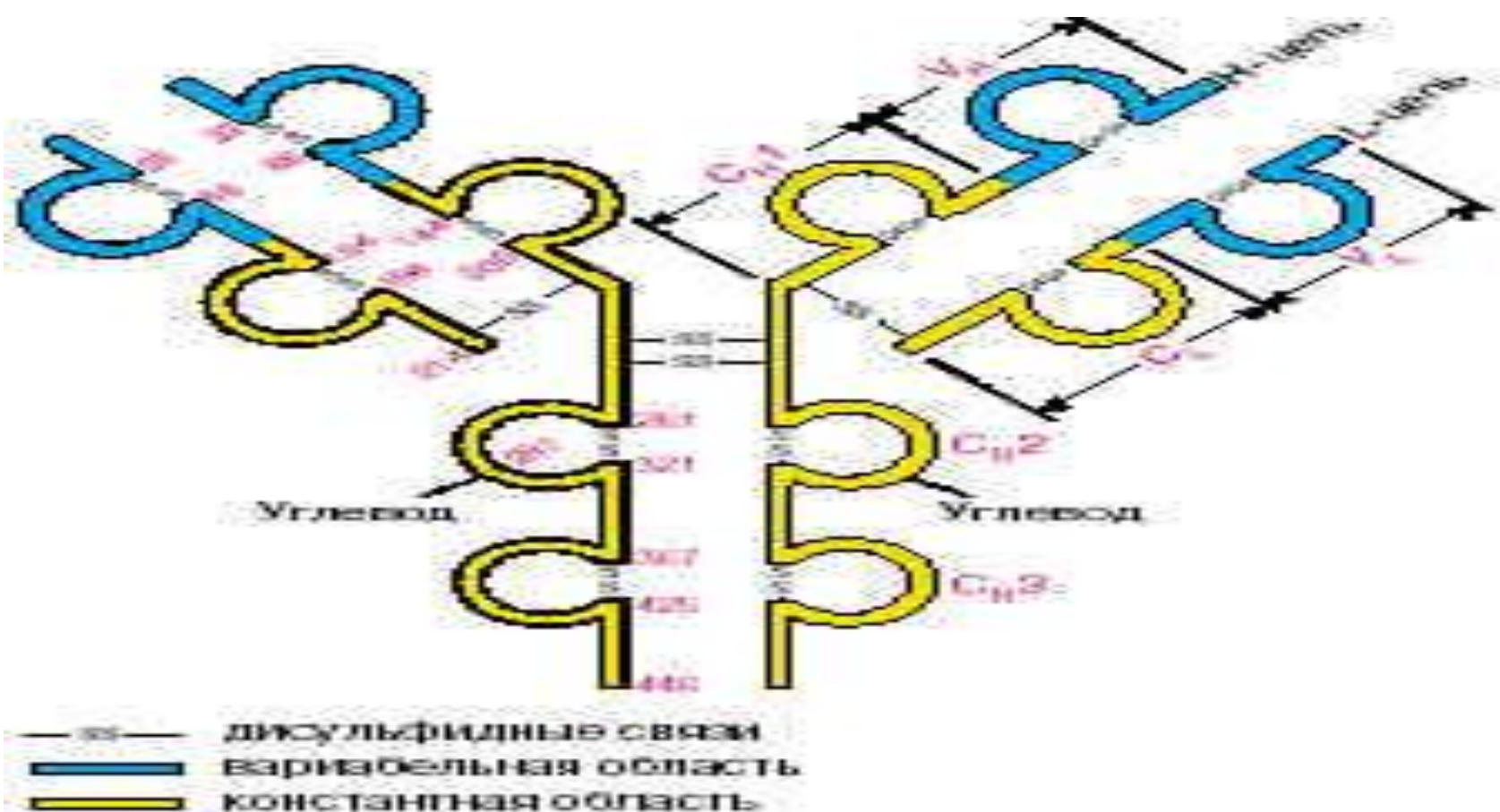
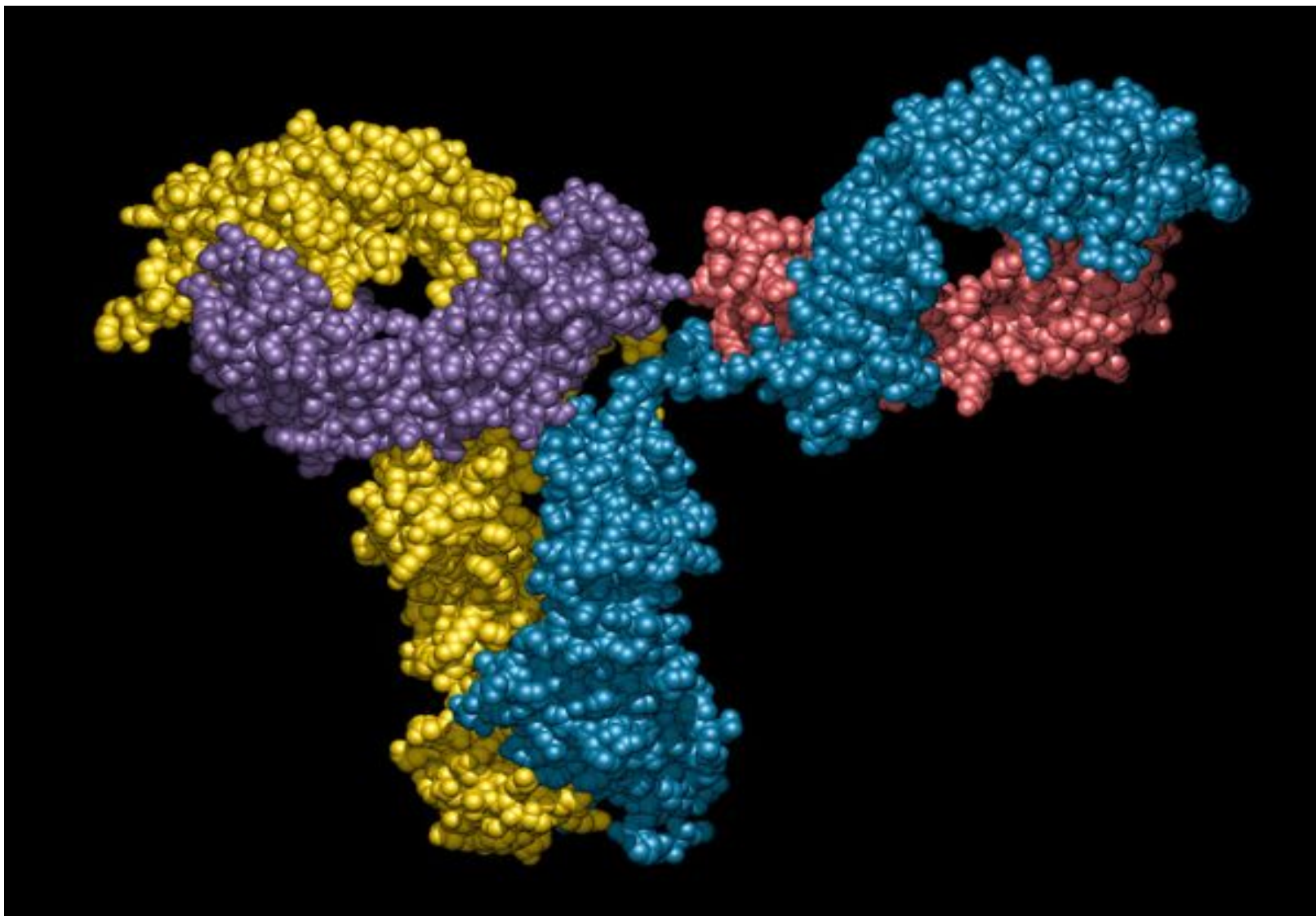


Рис. 1. Строение IgG. Молекула построена из четырех полипептидных цепей: двух тяжелых (H-цепей) и двух легких (L-цепей), объединенных в единую структуру дисульфидными связями (—S—S—). Каждая цепь содержит переменную область ( $V_H$  и  $V_L$  для H- и L-цепи соответственно) и константную ( $C_H$ ), разделяющуюся на гомологичные участки:  $C_{H1}$ ,  $C_{H2}$ ,  $C_{H3}$ . L-цепь имеет один константный участок ( $C_L$ ). Цифры указывают на порядок аминокислотных остатков в цепи. Отмечено место присоединения углеводов к цепи



Мутационный процесс создает дополнительный источник разнообразия структуры антител. Лимфоцит с уже готовыми собранными генами может синтезировать **несколько различных антител.**

Поэтому для каждого поступающего в организм антигена находится лимфоцит, синтезирующий подходящее антитело, даже если организм с ним ранее не встречался.



Артамонникова Любовь Николаевна,  
Новый Уренгой



# Незапрограммированные перестройки генома.

- К таким перестройкам относят перемещения **мобильных генетических элементов (МГЭ)**.
- Б. Мак Клинтон - лауреат Нобелевской премии , в результате генетических исследований кукурузы обнаружила возможность перемещения некоторых участков хромосом с одной хромосомы на другую.  
При этом изменялось функционирование генов, расположенных рядом с перемещенным участком.
- Установлено, что перемещаться могут не любые участки хромосом, а имеющие определенную структуру .
- Мобильные генетические элементы обнаружены у всех живых организмов.
- У эукариот они могут составлять до 50% всего генома клетки.

**Мобильные генетические элементы –МГЭ**  
-последовательности ДНК, которые могут перемещаться внутри генома.

Существует несколько классов мобильных элементов генома, отличающихся по строению и способу перемещения:

Транспозоны, например, Tn5;

    Инсерционные элементы, например, IS1603;

    ДНК-транспозоны;

    Ретротранспозоны

Плазмиды, например, половой фактор кишечной палочки(F-плазида;

Бактериофаги, например, Mu, интегрирующиеся случайно в участки генома;

Интроны второй группы

Хотя мобильные элементы в целом являются «генетическими паразитами», вызывая мутации в генетическом материале организма хозяина и понижая его приспособленность за счёт траты энергии на репликацию и синтез белков паразита, но они являются **важным механизмом изменчивости и обмена генетическим материалом** между организмами одного вида и разными видами.