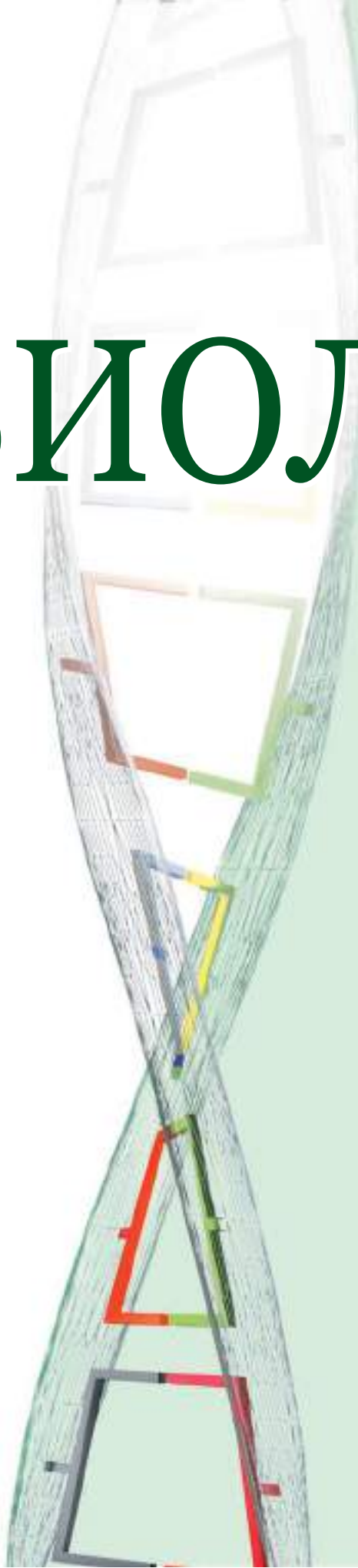


МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Нина Бырназ Михай Лешану Георге Рудик

БИОЛОГИЯ

Учебник для XII класса



EDITURA
PRUT

Manualul a fost aprobat pentru editare prin ordinul Ministrului Educației al Republicii Moldova nr. 510 din 13 iunie 2011. Manualul este elaborat cu suportul proiectului „Educație de calitate în mediul rural din Moldova” finanțat de Banca Mondială. Acest manual este proprietatea Ministerului Educației al Republicii Moldova.

| Школа | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------|-----------------|
| Учебник | | | | |
| Год пользования | Фамилия и имя ученика | Учебный год | Состояние учебника | |
| | | | при получении | при возвращении |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

- Класному руководителю надлежит проверить правильность заполнения учеником таблицы.
- В учебнике запрещены какие-либо записи и пометки.
- Состояние учебника (при получении и при возвращении): *новый, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное.*

Comisia de evaluare:

Rotaru Maria, grad didactic superior, Liceul Teoretic „Vasile Alecsandri”, Chișinău
Rotaru Svetlana, grad didactic I, Liceul Teoretic „Gheorghe Asachi”, Chișinău
Rudei Liuba, grad didactic superior, Liceul Teoretic „Alexandru Agapie”, s. Pepeni, Singerei
Gînju Stela, doctor în biologie, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău
Cucer Angela, grad didactic superior, Liceul Teoretic „B.-P. Hasdeu”, Bălți

Toate drepturile asupra acestei ediții aparțin Editurii *Prut Internațional*.
 Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este permisă numai cu acordul scris al editurii.

Traducere din română: *Ludmila Perciuleac*
 Redactor: *Larisa Nosacenco*
 Corector: *Lora Mititelu*
 Copertă: *Marcel Șendrea, Denis Grădinaru*
 Paginare computerizată: *Zoe Ciurmac*

© N. Birnaz, M. Leșanu, Gh. Rudic, 2017
 © Editura *Prut Internațional*, 2017

Editura se obligă să achite deținătorilor de copyright, care încă nu au fost contactați, costurile de reproducere a imaginilor folosite în prezenta ediție.

Editura *Prut Internațional*, str. Alba Iulia nr. 23, bl. 1 A, Chișinău, MD 2051
 Tel./fax: (+373 22) 74 93 18; tel.: (+373 22) 75 18 74; www.edituraprut.md; e-mail: editura@prut.ro

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Бырназ, Нина.

БИОЛОГИЯ: Учебник для 12 класса / Нина Бырназ, Михай Лешану, Георге Рудик; comisia de evaluare: Rotaru Maria [et al.]; trad. din rom.: Ludmila Perciuleac; Министерство Просвещения Республики Молдова. – Chișinău: *Prut Internațional*, 2017 (*Combinatul Poligrafic*). – 176 p.: il.

ISBN 978-9975-54-346-0

57(075.3)

Б 954

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ

| | |
|--|----|
| 1.1. Молекулярные основы наследственности. Нуклеиновые кислоты. Гены..... | 6 |
| 1.2. Репликация, транскрипция, трансляция | 9 |
| 1.3. Материальные основы наследственности. Хромосомы | 14 |
| 1.4. Деление клетки. Амитоз и митоз..... | 17 |
| 1.5. Деление клетки. Мейоз | 21 |
| 1.6. Гаметогенез | 25 |
| 1.7. Законы наследования. Законы Г. Менделя..... | 29 |
| 1.8. Сцепленное наследование признаков | 33 |
| 1.9. Наследование признаков, сцепленных с полом..... | 36 |
| <i>Дополнительный материал.</i> Наследование признаков при взаимодействии генов..... | 40 |
| 1.10. Наследование групп крови | 44 |
| 1.11. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутации и их значение | 47 |
| 1.12. Мутагенные факторы..... | 50 |
| 1.13. Нормальная наследственность человека..... | 54 |
| 1.14. Наследственные болезни человека | 56 |
| 1.15. Генетика человека..... | 60 |
| Итоговый тест | 64 |

2. СЕЛЕКЦИЯ ОРГАНИЗМОВ. BIOTECHNOLOGIES

| | |
|---|----|
| 2.1. Селекция животных | 70 |
| 2.2. Селекция растений | 73 |
| 2.3. Селекция микроорганизмов..... | 77 |
| 2.4. Традиционные и современные биотехнологии | 79 |
| 2.5. Генная инженерия | 82 |
| Итоговый тест | 85 |

3. ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗМОВ НА ЗЕМЛЕ. ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

| | |
|---|-----|
| 3.1. Основные гипотезы зарождения жизни | 88 |
| 3.2. Принципы биологической эволюции | 92 |
| 3.3. Доказательства эволюции: данные сравнительной анатомии и эмбриологии | 95 |
| 3.4. Доказательства эволюции: данные палеонтологии и молекулярной биологии | 99 |
| 3.5. Факторы эволюции: наследственность и изменчивость..... | 103 |
| 3.6. Факторы эволюции: взаимодействие организмов с окружающей средой и естественный отбор | 106 |
| 3.7. Направления эволюции..... | 110 |
| 3.8. Эволюция человека..... | 112 |
| Итоговый тест | 116 |

4. ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

| | |
|---|-----|
| 4.1. Уровни интеграции и организации живой материи | 120 |
| 4.2. Организация живой материи на индивидуальном уровне | 124 |
| 4.3. Организация живой материи на популяционном уровне..... | 126 |
| 4.4. Организация живой материи на биоценотическом уровне..... | 130 |
| 4.5. Организация живой материи на биосферном уровне..... | 134 |
| 4.6. Природные экосистемы. Наземная экосистема. | 138 |
| 4.7. Природные экосистемы. Водная экосистема | 142 |
| 4.8. Искусственные экосистемы. Агробиоценозы | 146 |
| 4.9. Цепи питания и экологические пирамиды..... | 148 |
| 4.10. Динамическое равновесие в экосистеме | 151 |
| 4.11. Загрязнение атмосферы и ее охрана..... | 155 |
| 4.12. Загрязнение водной среды и ее охрана..... | 158 |
| Итоговый тест | 162 |

| | |
|--|-----|
| <i>Приложение 1.</i> Решение задач по теме «Законы Г. Менделя» | 165 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| <i>Приложение 2.</i> Решение задач по темам: «Сцепленное наследование признаков»; «Наследование признаков, сцепленных с полом»..... | 169 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| <i>Приложение 3.</i> Решение задач по теме: «Наследование групп крови» | 172 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Приложение 4.</i> Понятия логики | 174 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Приложение 5.</i> Типы понятий | 174 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Приложение 6.</i> Отношения между понятиями..... | 175 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Приложение 7.</i> Дидактические методики | 176 |
|---|-----|

Субкомпетенции

Реальный профиль

- Определение понятий: ген, генотип, фенотип, хромосома, гомозиготный организм, гетерозиготный организм.
- Описание структурных и функциональных особенностей нуклеиновых кислот.
- Описание процессов репликации, транскрипции, трансляции.
- Идентификация типов деления клеток, типов хромосом, типов мутаций.
- Распознавание фаз митоза и мейоза.
- Описание процессов гаметогенеза.
- Объяснение основных принципов наследования признаков.
- Применение законов наследственности для решения генетических задач.
- Классификация мутаций и мутагенных факторов.
- Сравнение митоза и мейоза, наследственной и ненаследственной изменчивости.
- Анализ влияния мутагенных факторов среды на живые организмы.
- Аргументация необходимости применения специальных методов для изучения генетики человека.
- Идентификация мер профилактики наследственных болезней.

Обоснование

Темы

Генетика является одним из наиболее значительных достижений XX века. Благодаря ей в биологии свершилась революция, последствия которой пока трудно предсказать. Вопросы, многие века занимавшие лучшие умы человечества, – что такое наследственность, как передаются признаки от родителей к детям, чем вызваны наследственные болезни – начинают находить свои ответы.

Проникнув в суть природы хромосом и генов, молекулярных механизмов реализации наследственной информации, генетика пытается объяснить сложные явления жизни.

Многообещающие открытия последних лет позволяют генетике занять передовые позиции среди биологических наук.

Содержание

Реальный профиль

- 1.1. Молекулярные основы наследственности. Нуклеиновые кислоты. Гены
- 1.2. Репликация, транскрипция, трансляция
- 1.3. Материальные основы наследственности. Хромосомы
- 1.4. Деление клетки. Амитоз и митоз
- 1.5. Деление клетки. Мейоз
- 1.6. Гаметогенез
- 1.7. Законы наследования. Законы Г. Менделя
- 1.8. Сцепленное наследование признаков
- 1.9. Наследование признаков, сцепленных с полом
Дополнительный материал. Наследование признаков при взаимодействии генов
- 1.10. Наследование групп крови
- 1.11. Наследственная и ненаследственная изменчивость.
Мутации и их значение
- 1.12. Мутагенные факторы
- 1.13. Нормальная наследственность человека
- 1.14. Наследственные болезни человека
- 1.15. Генетика человека
Итоговое занятие (тест)

Субкомпетенции

Гуманитарный профиль

- Определение понятий: ген, генотип, фенотип, хромосома, гомозиготный организм, гетерозиготный организм.
- Описание структурных и функциональных особенностей нуклеиновых кислот.
- Идентификация типов хромосом, типов мутаций.
- Описание процессов гаметогенеза.
- Объяснение основных принципов наследования признаков.
- Применение законов наследственности для решения генетических задач.
- Классификация мутаций и мутагенных факторов.
- Сравнение наследственной и ненаследственной изменчивости.
- Анализ влияния мутагенных факторов среды на живые организмы.
- Аргументация необходимости использования специальных методов для изучения генетики человека.
- Идентификация мер профилактики наследственных болезней.

Содержание

Гуманитарный профиль

- 1.1. Молекулярные основы наследственности. Нуклеиновые кислоты. Гены
 - 1.2. Материальные основы наследственности. Хромосомы
 - 1.3. Гаметогенез
 - 1.4. Законы наследования. Законы Г. Менделя
 - 1.5. Наследование признаков, сцепленных с полом
 - 1.6. Наследование групп крови
 - 1.7. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутации и их значение
 - 1.8. Мутагенные факторы
 - 1.9. Нормальная наследственность человека
 - 1.10. Наследственные болезни человека
 - 1.11. Генетика человека
- Итоговое занятие (тест)

ГЛАВА 1

ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ

Молекулярные основы наследственности. Нуклеиновые кислоты. Гены

Генетика изучает законы *наследственности и изменчивости живых организмов* и устанавливает механизмы, которые обеспечивают хранение генетической информации и наследственные изменения.

Наследственность, как предмет изучения генетики, представляет собой способность живых организмов передавать признаки от родителей детям. Наследственность имеет решающее значение в поддержании стабильности и преемственности в ряду поколений, обеспечивая, тем самым, сохранение вида.

Наследственная информация о признаках организма находится в **генах**. Понятие гена можно определить с трех точек зрения:

- с *физической* точки зрения ген – это участок хромосомы, содержащий последовательности нуклеотидов;
- с *функциональной* точки зрения ген – это информационная единица, которая переписывается в мРНК и реализуется в полипептидную цепь;
- с *генетической* точки зрения ген – это единица наследственности, которая содержит информацию о наследственном признаке.

В классической концепции *ген представляет собой наименьшую единицу наследственности, мутации и рекомбинации*. Ген определяет последовательность нуклеотидов в молекуле РНК и аминокислот в молекуле белка.

Гены локализованы в хромосомах (тема 1.3) и расположены в линейном порядке. Каждый ген занимает в хромосоме определенное место – **локус**.

В результате мутаций гена возникают различные варианты гена – **аллели**. Аллели обуславливают различные проявления одного и того же признака. В каждой хромосоме содержится только один из аллельных генов. У диплоидных организмов, в паре гомологичных хромосом, каждый ген занимает один и тот же локус и представлен двумя аллелями.

Исходные аллельные гены называются **нормальными генами** (дикими), а те, которые возникли в результате мутаций, называются **мутантными генами**.

Таким образом, наследственный материал организмов представлен **нуклеиновыми кислотами**. Впервые нуклеиновые кислоты были обнаружены и выделены из ядра, впоследствии они были локализованы и в некоторых органоидах (например, митохондриях, хлоропластах, рибосомах).

Различают два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая кислота (**ДНК**) и рибонуклеиновая кислота (**РНК**). Они играют важную роль в биосинтезе белков и передаче наследственной информации от поколения к поколению.

Молекула нуклеиновой кислоты состоит из цепи нуклеотидов. Нуклеотид является мономером нуклеиновых кислот и состоит из трех компонентов: азотистого основания, углевода (пентозы) и остатка фосфорной кислоты.

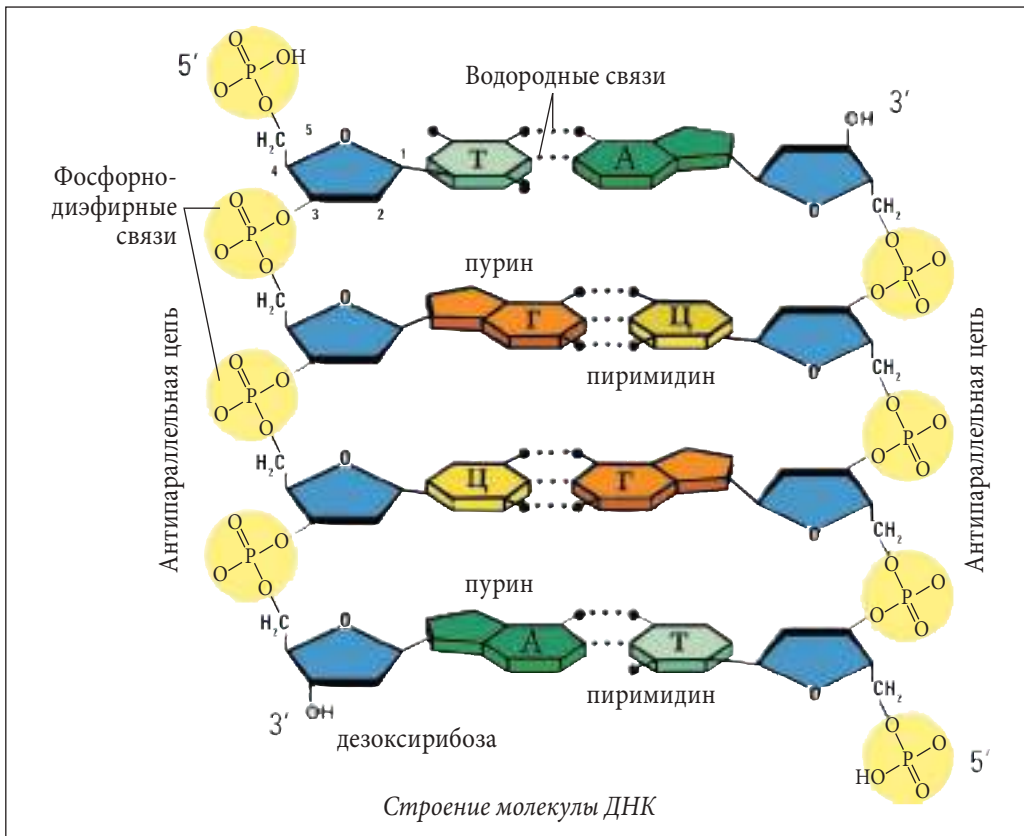
Молекула ДНК имеет сложное строение и представлена двойной спиралью из двух цепей. Каждая цепь состоит из нуклеотидов, число которых достигает нескольких тысяч и даже миллионов. Остатки фосфорной кислоты и углевод (пентоза) одинаковы для всех нуклеотидов. Азотистые основания могут быть 4-х типов: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г), цитозин (Ц).

В одной молекуле ДНК количество аденина равно количеству тимина, а количество цитозина – количеству гуанина:

$$\frac{A + Г}{T + Ц} = 1$$

Нуклеотиды соединены друг с другом фосфорно-диэфирными связями, образованными между двумя пентозами соседних нуклеотидов (в положении 5' и 3') при участии остатка фосфорной кислоты.

Две цепи ДНК соединяются при помощи водородных связей между азотистыми основаниями. При этом соблюдается следующее правило: А-Т; Ц-Г. Как следствие, цепи комплементарны и имеют противоположное направление (антипараллельны). Этим обеспечивается структура двойной спирали молекулы ДНК.



Другой тип нуклеиновой кислоты – это рибонуклеиновая кислота (РНК). РНК имеет ряд сходств с ДНК, но обладает и рядом отличительных особенностей. Так, РНК состоит из одной цепи нуклеотидов. Каждый нуклеотид состоит из трех компонентов: азотистого основания, углевода (рибозы) и остатка фосфорной кислоты.

В состав РНК входят следующие азотистые основания: аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и урацил (У).

В клетке есть несколько типов РНК: транспортная (тРНК), матричная (мРНК) и рибосомная (рРНК).

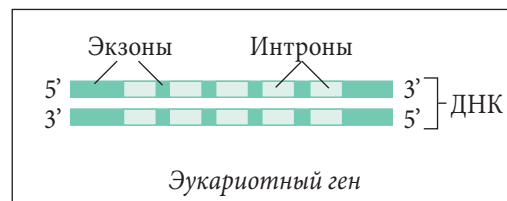
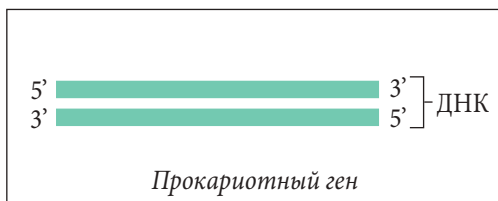
Все эти типы РНК отличаются по форме и размерам, но все переписываются с ДНК. Они участвуют в реализации наследственной информации в клетке путем биосинтеза белков, а именно:

рРНК – входит в состав рибосом (рРНК составляет до 80 % всей клеточной РНК);

тРНК – переносит аминокислоты к рибосомам – месту синтеза белков;

мРНК – переносит генетическую информацию с ДНК к месту синтеза белков.

Существуют некоторые особенности организации генетического материала (ДНК) у различных организмов.



У прокариотных организмов (бактерий) наследственный материал представлен одной кольцевой молекулой ДНК, длина которой достигает 1400 нм. Она является «голой», так как не образует сложных комплексов с гистоновыми белками.

У эукариот (растения, грибы, животные) генетический материал характеризуется дискретностью, то есть гены состоят из двух типов участков: информативных (экзонов) и неинформативных (интронов). Интроны в процессе созревания мРНК удаляются. Кроме того, ДНК во взаимодействии с гистоновыми белками образует сложный нуклеопротеиновый комплекс – хроматин.

Ученые считают, что в ходе эволюции первоначально возникли рибонуклеиновые кислоты, которые выполняли функцию наследственного материала. Со временем функция хранения и передачи генетической информации перешла к ДНК, локализованной в специальных клеточных органоидах с двумя мембранами.



- 1** • Выберите правильный вариант ответа.

Основной задачей генетики является изучение:

- А. особенностей индивидуального развития организмов;
- Б. особенностей организации клеток;
- В. закономерностей хранения и наследования признаков организмов;
- Г. возможных путей эволюции организмов.

- 2** • Прочитайте внимательно текст об особенностях генов и подготовьте план его презентации в классе.
- 3** • Сравнив структуру молекул ДНК и РНК, составьте таблицу, в которой укажите не менее трех сходств и отличий. Подготовьте устное сообщение на 2–3 минуты.

- 4** • Прочитайте и выберите один из предложенных вариантов заголовка для данного текста. Обоснуйте свой выбор.

Количество мРНК зависит от необходимости определенного белка в клетке. Количество синтезируемых в клетке белков строго соответствует ее жизненным потребностям на данный момент. Эти потребности могут меняться, в связи с чем мРНК способна быстро расщепляться.

Варианты: 1) Особенности мРНК; 2) Приспособление клеток к постоянному обмену веществ.

- 5** • Смастерите из подручных средств модель структуры нуклеиновой кислоты. Организуйте и проведите в классе презентацию своей модели (на 1–3 минуты).



QR 1.1.1

- 6** • Объясните в 2–3 предложениях суть синтагмы биология развития на основе информации штрихкода QR 1.1.1.



QR 1.1.2

- 7** • Дайте определение понятия эпигеном и объясните его современное применение на основе информации под штрихкодом QR 1.1.2.

- 8** • Обоснуйте значимость изложенной информации, следуя ссылке: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нуклеиновая_кислота.

Репликация ДНК играет ключевую роль в наследственности, так как обеспечивает передачу генетической информации в ряду поколений.

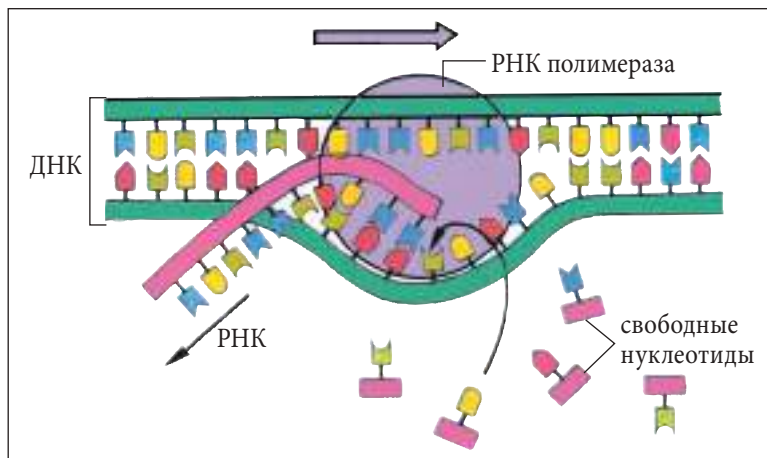
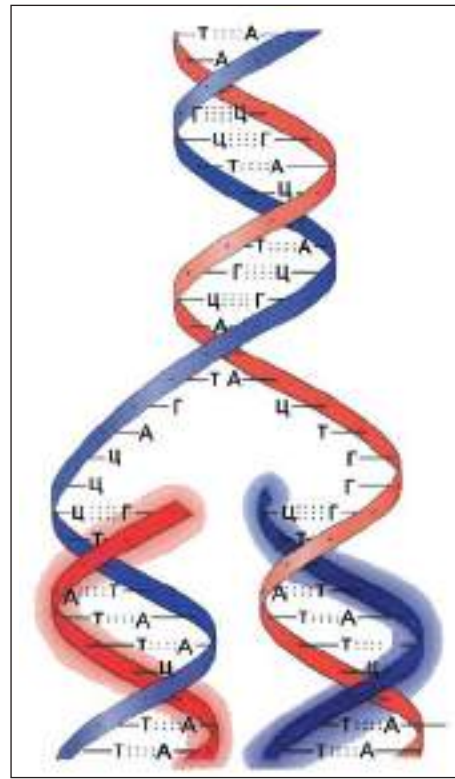
Репликация представляет собой уникальный, характерный только для молекул ДНК процесс. Это не простое деление, а самоудвоение, которое происходит по полуконсервативному механизму в фазе S клеточного цикла. В процессе репликации две цепи молекулы ДНК разъединяются под действием специальных ферментов, и каждая из них в дальнейшем служит матрицей для синтеза новых цепей из свободных нуклеотидов по принципу комплементарности.

В результате репликации образуются две новые, аналогичные исходной и идентичные между собой молекулы ДНК. Каждая новая молекула ДНК содержит одну старую цепь и одну вновь синтезированную.

Таким образом, процесс репликации обеспечивает точную передачу наследственной информации от исходной клетки новой.

Транскрипция заключается в переписывании генетической информации с ДНК на РНК. Процесс имеет некоторое сходство с репликацией, но при этом отличается следующими особенностями:

– деспирализация (расплетание) молекулы ДНК на две цепи происходит частично;



- напротив нуклеотидов цепи ДНК располагаются нуклеотиды РНК, происходит это по правилу комплементарности. В итоге, образуется новая молекула мРНК. Этот процесс обеспечивается специальным ферментом (РНК полимеразой);
- молекула мРНК отделяется от ДНК, созревает (путем удаления интронов и соединения экзонов) и проходит через ядерные поры в цитоплазму (ДНК не покидает ядро клетки).

Таким образом, РНК является копией одного из участков ДНК.

По завершении транскрипции двойная спираль ДНК восстанавливается.

Трансляция является процессом, лежащим в основе биосинтеза белков, и заключается в переводе генетической информации с последовательности нуклеотидов в мРНК в аминокислотную последовательность молекулы белка. Этот перевод осуществляется при помощи специального генетического кода.

Генетический код представляет собой систему кодирования (зашифровки) генетической информации о последовательности аминокислот в белковой молекуле в виде последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК (или вирусной РНК).

Последовательность аминокислот в молекуле белка определяется последовательностью нуклеотидов, расположенных в ДНК в виде *триплетов* (кодонов). Каждый кодон соответствует одной аминокислоте.

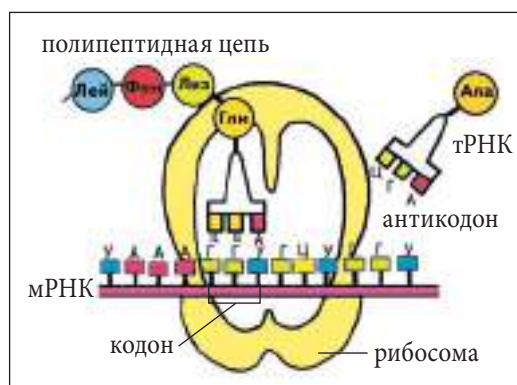
В живых организмах есть 20 типов аминокислот, а число комбинаций, возможных при сочетании 4 типов азотистых оснований по 3, равно 64 ($4^3 = 64$). Как следствие, число возможных триплетов намного больше, чем необходимо для зашифровки всех аминокислот.

| Генетический код | | | | | |
|------------------|---|--|--|--|------------------|
| Первое основание | Второе основание | | | | Третье основание |
| 5' конец | У | Ц | А | Г | 3' конец |
| У | Фенилаланин Фенилаланин Лейцин Лейцин | Серин Серин Серин Серин | Тирозин Тирозин Stop – конец трансляции Stop – конец трансляции | Цистеин Цистеин Stop – конец трансляции Триптофан | У Ц А Г |
| Ц | Лейцин Лейцин Лейцин Лейцин | Пролин Пролин Пролин Пролин | Гистидин Гистидин Глутамин Глутамин | Аргинин Аргинин Аргинин Аргинин | У Ц А Г |
| А | Изолейцин Изолейцин Изолейцин Метионин (Start – начало трансляции) | Треонин Треонин Треонин Треонин | Аспарагин Аспарагин Лизин Лизин | Серин Серин Аргинин Аргинин | У Ц А Г |
| Г | Валин Валин Валин Валин | Аланин Аланин Аланин Аланин | Аспарагиновая кислота Аспарагиновая кислота Глутаминовая кислота Глутаминовая кислота | Глицин Глицин Глицин Глицин | У Ц А Г |

Следовательно, одна и та же аминокислота может быть закодирована несколькими триплетами. Эта особенность генетического кода называется *вырожденностью*.

Другой существенной особенностью генетического кода является его *универсальность*, то есть одни и те же триплеты кодируют одни и те же аминокислоты у всех живых организмов (бактерий, растений, животных и др.).

Генетический код *не перекрывается*: каждая группа из трех последовательных оснований образует один триплет, и одно азотистое основание может входить в состав только одного кодона. В цепи ДНК триплеты располагаются в линейной последовательности. Генетический код *не имеет запятых*, и в процессе синтеза белка генетическая информация считывается триплет за триплетом от первого (кодона START) до последнего (кодона STOP). Кодон инициации (START) представлен триплетом АУГ, а кодон завершения трансляции (STOP) – одним из трех триплетов: УАА, УГА, УАГ.



Трансляция происходит в рибосомах.

В цитоплазме клетки есть молекулы тРНК, поступившие из ядра и несущие информацию о белке. В молекуле тРНК есть особый участок, который называется антикодон и состоит из трех азотистых оснований в определенной последовательности. К противоположному концу молекулы тРНК присоединяется аминокислота, которая будет перенесена к месту синтеза белка – комплексу из двух субчастиц рибосом и мРНК.

В процессе трансляции антикодон тРНК временно связывается с определенным кодоном мРНК и происходит перевод генетической информации.

Таким образом, определяется последовательность аминокислот в синтезируемой молекуле белка. Рибосома при этом продвигается вдоль цепи мРНК. Чтение генетической информации происходит на мРНК с конца 5' (содержит фосфатную группу) к концу 3' (содержит гидроксильную группу). Отдельные аминокислоты, транспортируемые тРНК, добавляются к растущей белковой цепи.

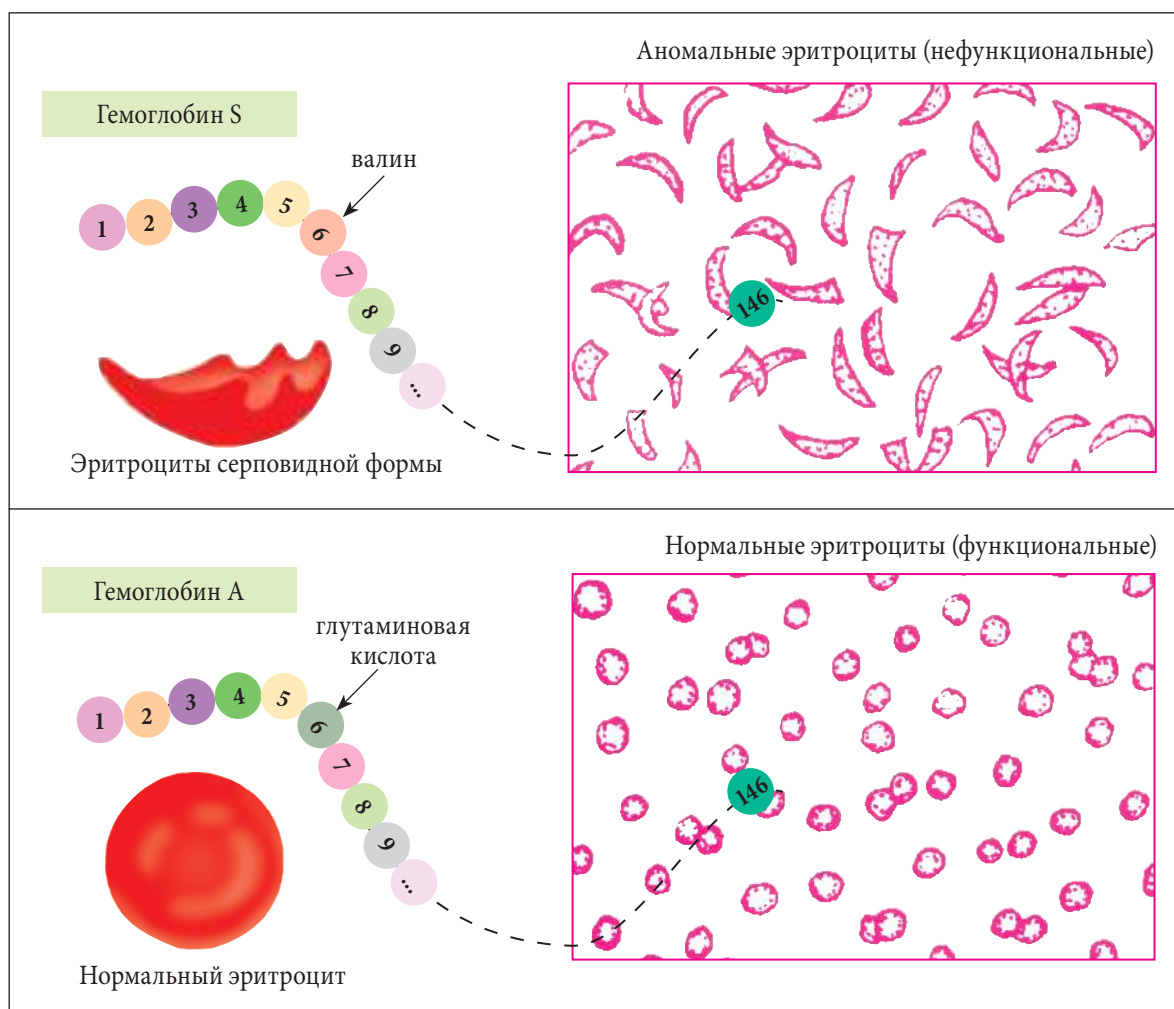
В итоге молекула белка синтезируется в строгом соответствии с информацией, заключенной в фрагменте ДНК.

В процессе хранения и реализации генетической информации могут возникнуть нарушения под действием факторов среды: радиации, вредных химических веществ (пестициды, иприт и др.). Эти факторы вызывают изменения в ДНК, а следовательно, и в кодонах мРНК. В результате при переводе информации с этих кодонов будут синтезированы белки с измененной структурой (замена одних аминокислот на другие).

На уровне организма эти изменения белков могут быть причиной поражений крови, костей и др. Примером таких нарушений является серповидно-клеточная анемия, при которой эритроциты имеют специфическую форму серпа. Эти эритроциты не способны переносить кислород в достаточном количестве в ткани организма, что и является причиной анемии.

Серповидно-клеточная анемия, как и другие формы анемии, проявляется бледностью, общей слабостью и головокружениями. Для лечения анемий используют препараты, содержащие железо, витамины (в особенности витамин В12), богатые железом продукты питания (красную свёклу, смородину, чай из крапивы и др.).

Кардинальный метод лечения серповидно-клеточной анемии может быть предложен генной инженерией и состоит в замене мутантного гена на нормальный.





- 1 • Выберите для каждого утверждения — Истинно или Ложно. При выборе опирайтесь на информативный текст урока.

| | |
|--|-----------------|
| А. Репликация происходит во время деления клетки | Истинно / Ложно |
| Б. В эукариотной клетке транскрипция происходит в ядре | Истинно / Ложно |
| В. Одни и те же триплеты нуклеотидов кодируют одинаковые аминокислоты у различных организмов | Истинно / Ложно |
| Г. Процесс трансляции происходит в лизосомах | Истинно / Ложно |

- 2 • Найдите соответствие между описанием этапов синтеза белковых молекул (А) и изображениями (Б).

А

а тРНК распознает и связывает аминокислоту метионин (Мет) (в соответствии со своим антикодоном).

б Мет-тРНК направляется к рибосоме.

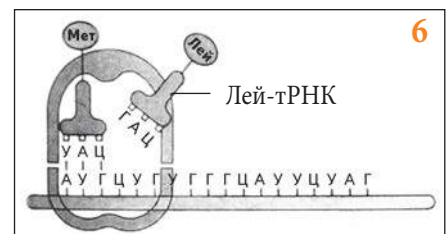
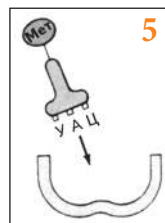
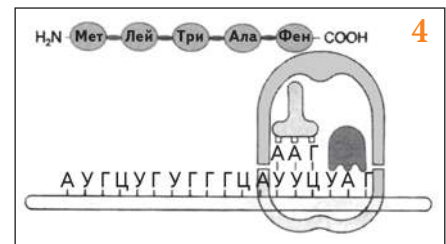
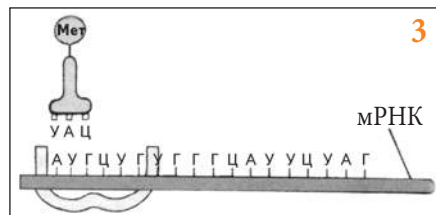
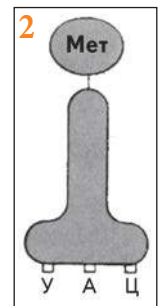
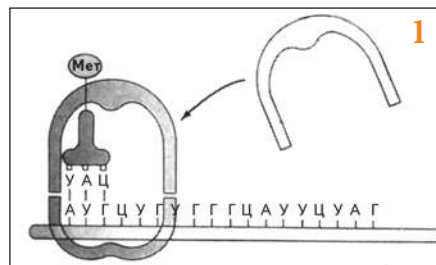
в Мет-тРНК приближается антикодоном к комплементарному кодону мРНК.

г Большая и малая рибосомные частицы объединяются, образуя рабочую рибосому. Мет-тРНК взаимодействует антикодоном с комплементарным триплетом мРНК. В этот момент на противоположном конце аминокислота Мет добавляется к синтезируемой молекуле белка.

д Лей-тРНК направляется к рибосоме в соответствии с кодоном мРНК.

е Так синтезируется молекула белка, состоящая из аминокислот.

Б



3 • Прочитав информацию, выполните задания.

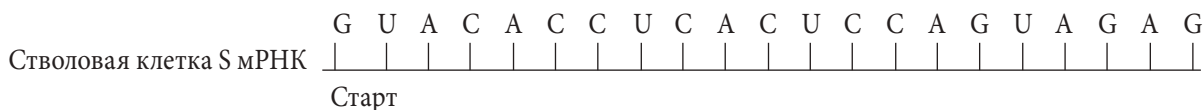
Дрепаноцитоз, или серповидно-клеточная анемия, — это наследственное заболевание. Причина болезни кроется в мутации гена, ответственного за синтез гемоглобина. Нормальный ген обозначается как HbA, а мутантный — как HbS.

На рисунке А представлен участок мРНК, соответствующий HbA, а на рисунке В — участок мРНК, соответствующий HbS.

А



Б



- Используя представленный в тексте генетический код, переведите информацию каждой из мРНК в последовательность аминокислот нормального гемоглобина А и гемоглобина S.
- Выявите отличия в строении этих двух молекул гемоглобина.
- Выделите молекулу с мутацией, которая является причиной серповидно-клеточной анемии.

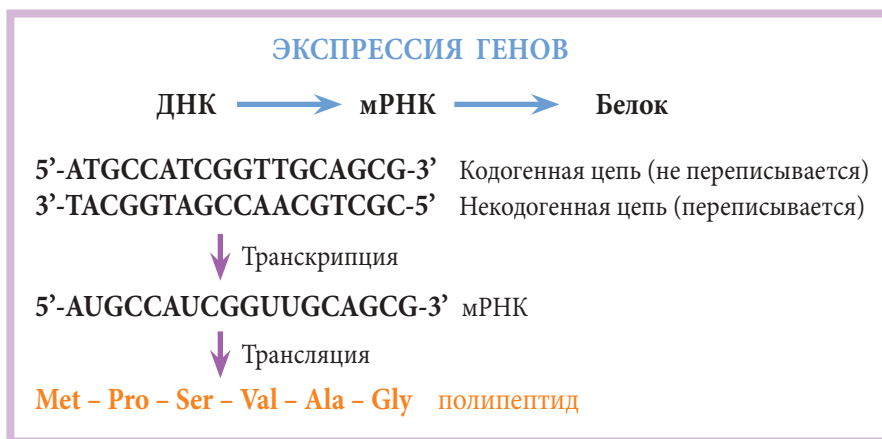
4 • На основе описания болезни и информации под штрихкодом QR 1.2.1, составьте для родителей детей, страдающих серповидно-клеточной анемией, список рекомендаций для улучшения состояния здоровья их ребенка.



QR 1.2.1

5 • Какой из аспектов, изложенных в информации «Генетический код» (с. 9–10), может способствовать новым открытиям и исследованиям в области генетики?

6 • Объясните, почему данная схема называется «Экспрессия генов»?



**7 • Одной фразой выскажите свое мнение относительно следующего утверждения:
Сокращение в рационе питания аминокислот приводит к дефициту синтеза белков.**

Хромосомы являются носителями наследственной информации.

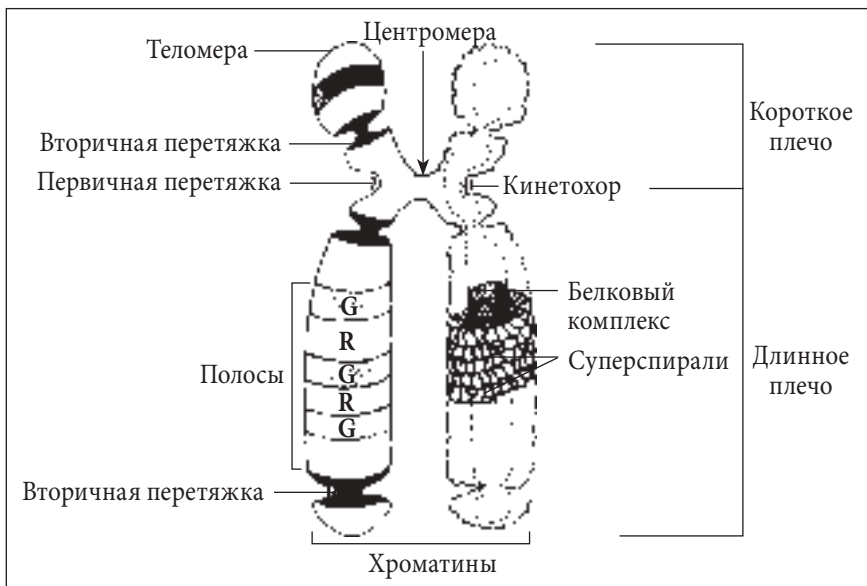
Они представляют собой компактные постоянные структуры ядра клетки, состоящие из нуклеиновых кислот и белков. Линейные молекулы ДНК взаимодействуют с гистоновыми белками и образуют первичную нуклеосомную нить, которая в сочетании с РНК и негистоновыми белками формирует **хроматин**. Во время деления клетки хроматин многократно упаковывается, образуя хромосомы.



В хроматине различают два типа участков: **эухроматин** и **гетерохроматин**. Эухроматин – это слабо окрашенные и неконденсированные участки, активные с генетической точки зрения. Гетерохроматин представлен интенсивно окрашенными и сильно конденсированными участками, с меньшей генетической активностью. Гетерохроматин может быть факультативным (временно неактивным) и конститутивным (постоянно неактивным, в котором транскрипция мРНК заблокирована).

Хромосомы играют важную роль в клетке (организма), обеспечивая передачу генетической информации дочерним клеткам (потомству). Их можно выявить лучше всего во время деления клетки (к концу метафазы – началу анафазы).

Каждая хромосома соматической клетки состоит из двух хроматид. Они соединены между собой в области первичной перетяжки – **центромеры**. На центромерах хромосом формируются специальные



белковые образования – **кинетохоры**. Некоторые хромосомы имеют и вторичную перетяжку, которая отделяет небольшой фрагмент – **сателлит**. Концы хромосом – **теломеры** – выполняют защитную функцию. Они предотвращают расщепление концов хромосомы ферментами и их слипание, обеспечивая тем самым целостность структуры хромосом.

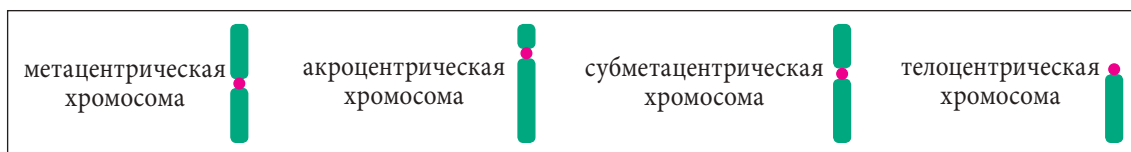
Используя специальные методы окраски, в хромосомах можно выявить светлые и темные участки разной ширины – **хромосомные полосы**, или **бэнды**.

Число, размеры и форма хромосом специфичны для каждого вида. В соматических клетках содержится диплоидный набор хромосом ($2n$), а в половых клетках (гаметах) – гаплоидный (n).

| Название вида | Диплоидное число хромосом | Название вида | Диплоидное число хромосом |
|---|---------------------------|--|---------------------------|
| 1. <i>Pisum sativum</i> (фасоль) | 14 | 8. <i>Solanum tuberosum</i> (картофель) | 48 |
| 2. <i>Vicia faba</i> (конский боб) | 12 | 9. <i>Drosophila melanogaster</i> (плодовая мушка) | 8 |
| 3. <i>Zea mays</i> (кукуруза) | 20 | 10. <i>Ascaris megalocephala</i> (аскарида) | 4 |
| 4. <i>Allium cepa</i> (лук) | 16 | 11. <i>Bos taurus</i> (бык) | 60 |
| 5. <i>Lycopersicon esculentum</i> (томат) | 24 | 12. <i>Ovis aries</i> (овца) | 54 |
| 6. <i>Triticum monococtum</i> (пшеница) | 14 | 13. <i>Capra hircu</i> (коза) | 60 |
| 7. <i>Beta vulgaris</i> (свёкла) | 18 | 14. <i>Sus scrofa</i> (свинья) | 38 |
| | | 15. <i>Homo sapiens</i> (человек) | 46 |

Хромосомы классифицируют, используя различные критерии:

- по положению центромеры:
 - *метацентрические* – центромера располагается в центре и делит хромосому на два равных плеча;
 - *acroцентрические* – центромера смещена сильно к одному из концов хромосомы;
 - *субметацентрические* – центромера немного смещена от центра;
 - *телоцентрические* – центромера занимает терминальное положение.



- по наличию у разных полов и участию в определении пола:
 - *аутосомы* – хромосомы, идентичные у мужчин и у женщин (у человека в соматических клетках 44 аутосомы);
 - *гетеросомы* (половые хромосомы) – отличаются по размерам и морфологии; бывают 2-х типов – X и Y; различаются у мужчин и женщин. Хромосома X значительно больше по размерам и содержит, как и аутосомы, много активных генов; хромосома Y имеет небольшие размеры и содержит мало генов.

Половые хромосомы играют важную роль в определении пола. Пол, который содержит одинаковые хромосомы (XX), называется *гомогаметным* (как правило, женский пол), а пол, характеризующийся наличием разных половых хромосом (X и Y), называется *гетерогаметным* (как правило, мужской пол).

В клетках некоторых организмов можно выявить специальные типы хромосом, например:

- *политенные хромосомы* – характерны для клеток слюнных желез личинок ряда представителей двукрылых насекомых; образуются в результате многочисленных репликаций без последующего разделения хроматид (у дрозофилы они, к примеру, могут содержать до 1024 хроматидных нитей);
- *хромосомы типа «ламповых щеток»* – обнаружены в ядрах первичных овоцитов земноводных, рыб, пресмыкающихся и птиц и являются результатом удлинённой профазы I мейоза; могут достигать гигантских размеров (до 1 мм).

Количество, размеры и форма хромосом (кариотип) являются постоянными характеристиками вида и сохраняются в ряду поколений организмов. Отклонения от нормального кариотипа (мутации по числу или структуре хромосом) влияют существенно на жизнеспособность организмов.



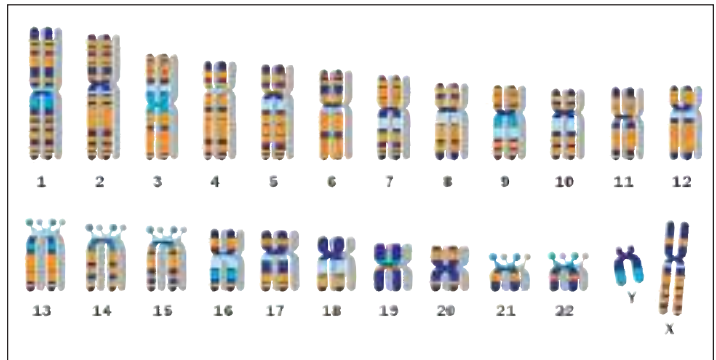
1 • Дополните предложения. (Задание выполняется в рабочей тетради.)

Хромосомы выявляются в процессе _____ клетки. Они состоят из _____ и _____. Первичная перетяжка хромосом называется _____, а концы хромосомы — _____.

2 • Опишите в 3–5 предложениях химический состав хромосомы на основе информации урока.

3 • Классифицируйте хромосомы по различным критериям в виде логически структурированной схемы.

4 • Распределите представленные на рисунке хромосомы человека по группам, учитывая положение центромеры.



5 • Смастерите из подручных средств модель хромосомы, отразив ее строение и состав.

6 • Объясните понятие персонализированная геномика в виде морфологической карты, опираясь на информацию штрихкода QR 1.3.1.



Генетическая карта человека, расшифрованная от А до Я

Четыре года и почти 10 млн долларов потребовалось для полной расшифровки генома человека. В результате проведенных исследований ученым удалось расшифровать генетическую информацию человека, заключенную в его 23 отцовских и 23 материнских хромосомах.

Расшифрованный геном человека позволил выявить огромное генетическое разнообразие индивидов, основанное на различных сочетаниях генов хромосом разного родительского происхождения. И этих сочетаний оказалось в десятки раз больше, чем предполагалось ранее.

Данное открытие фактически опровергло первоначальную гипотезу о том, что все люди с генетической точки зрения сходны на 99 %. Расшифрованная цепь ДНК человека — это заслуга известного американского генетика и биолога Крейга Вентера и его команды. Следует отметить, что Крейг Вентер является не только автором открытия, но и его объектом, так как именно он предоставил свою ДНК для исследования. Это эпохальное открытие позволило генетикам понять разнообразие вариаций генома человека, которые оказались многочисленнее и сложнее предполагаемых изначально. Кроме того, расшифровка 2,8 млрд пар нуклеотидов молекулы ДНК человека имеет огромное прикладное значение и может быть использована для получения новых лекарственных препаратов, лечения наследственных болезней.

Ученые предполагают, что уже в ближайшие 5 лет методы секвенирования ДНК станут быстрее и дешевле, что позволит расшифровать геном более 10 000 человек. Это поможет заложить основы «персонализированной генетики», а также выявить с высокой точностью причины болезни — вызваны ли они генами или внешней средой.

7 • Подготовьте 5–7-минутное сообщение в формате *Power Point* или изготовьте буклет (по выбору), цель которого — привлечь внимание общественности к факторам риска, способным изменить генотип организмов.

8 • Напишите, какие меры можно предпринять для предотвращения воздействия факторов, отрицательно влияющих на генотип организмов.

В многоклеточном организме клетки неодинаковы и выполняют разные функции. В зависимости от выполняемой функции у них разная продолжительность жизни. Например, нейроны и мышечные клетки после дифференцировки перестают делиться и остаются в таком состоянии до конца жизни организма. Другие клетки, такие как эпидермальные и клетки эпителия тонкого кишечника, клетки костного мозга, живут мало и замещаются новыми клетками, образованными в результате деления. Таким образом, жизненный цикл этих клеток состоит из периода функциональной активности и периода воспроизводства.

Деление клеток обеспечивает процессы роста, а также регенерации (самообновления) тканей.

Различают два типа деления клеток – прямое и непрямое. К прямому делению относится **амитоз**, а к непрямому – **митоз** (для соматических клеток) и **мейоз** (для специализированных клеток, образующих гаметы).

Непрямое клеточное деление предполагает деление ядра (кариокинез) и деление цитоплазмы (цитокинез). В результате митоза генетический материал равномерно распределяется между дочерними клетками.

Амитоз характеризуется следующими особенностями:

- не происходит конденсация хромосом;
- не образуется веретено деления;
- первоначально удваиваются ядрышки;
- не исчезает ядерная оболочка;
- иногда за делением ядра не следует деление цитоплазмы, что приводит к образованию многоядерных клеток.

Амитоз представляет собой быстрый способ клеточного деления и характерен для большинства одноклеточных организмов, встречается в патологических тканях и старых клетках, утративших способность дифференцироваться.

Путем амитоза у животных, как правило, делятся клетки некоторых зародышевых листков, фолликулярные клетки яичника, клетки эндокринных желез и клетки печени, а у растений – некоторые клетки зародышевого мешка, паренхимы клубней и эндосперма.

Наиболее распространенной формой клеточного деления является митоз. Путем митоза делятся соматические клетки в меристематических тканях растений, клетки кроветворных органов и эпидермальных тканей животных.

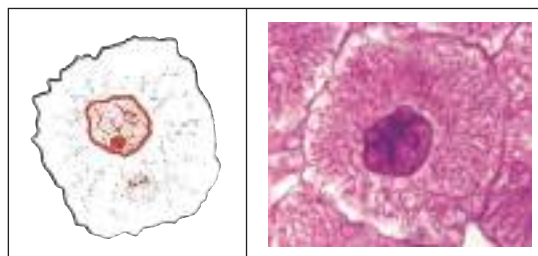
Митоз характеризуется сложными структурными изменениями ядра с образованием специальных структур – **хромосом**. В результате митоза из одной исходной диплоидной ($2n$) клетки образуются две дочерние клетки, идентичные материнской. Клеточный (митотический) цикл включает интерфазу, в течение которой клетка растет и готовится к делению, и собственно деление.

Интерфаза составляет около 90 % от клеточного цикла. В этот период хромосомы представлены в виде тонких нитей (от греч. *mitos* – нить), которые не видны в световой микроскоп.

Интерфаза состоит из 3-х периодов:

- 1) *пресинтетический* (G1), в ходе которого:
 - клетка растет и готовится к удвоению ДНК;
 - происходит синтез РНК, структурных белков и ферментов.

- 2) *синтетический* (S), в ходе которого происходит удвоение ДНК. Спираль ДНК расплетается, и каждая из цепей становится матрицей для синтеза новой комплементарной цепи ДНК. Таким образом, вновь синтезированная молекула ДНК идентична исходной молекуле. Это определяет биологический смысл

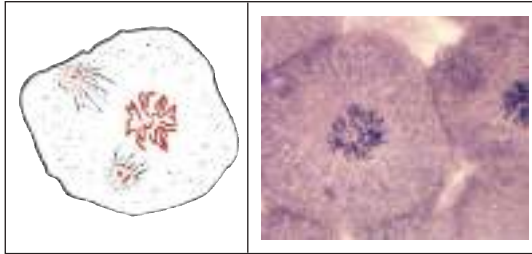
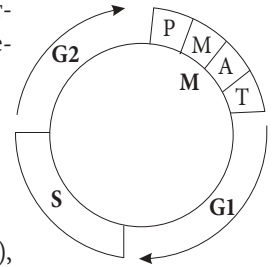


митоза, а именно то, что наследственная информация равномерно распределяется между дочерними клетками. Продолжительность периода S варьирует от нескольких минут (у простейших) до 6–12 часов (у млекопитающих).

3) *постсинтетический* (G2), в ходе которого:

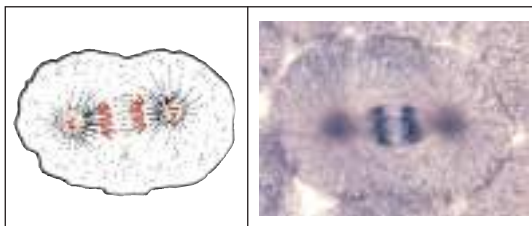
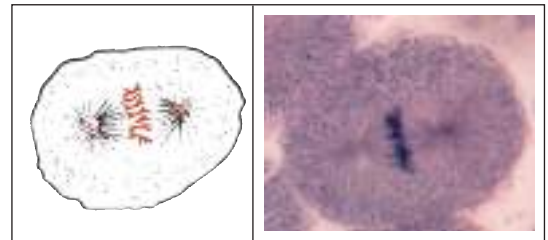
- накапливается АТФ;
- синтезируются белки веретена деления;
- завершается удвоение центриолей.

Митоз состоит из 4-х последовательных фаз: *профазы* (П), *метафазы* (М), *анафазы* (А) и *телофазы* (Т).



- 1) В *профазе* (составляет 50 % от митоза):
- увеличивается объем ядра;
 - сокращается метаболическая активность клетки;
 - центриоли мигрируют к полюсам клетки;
 - хромосомы конденсируются и становятся видимыми в световой микроскоп;
 - разрушается ядрышко и ядерная оболочка;
 - формируется веретено деления;
 - нуклеоплазма смешивается с цитоплазмой.

- 2) В *метафазе* (составляет 13 % от митоза):
- хромосомы достигают максимальной конденсации и видны в световой микроскоп;
 - хромосомы располагаются в центре клетки, образуя метафазную пластинку (в это время хромосомы видны лучше всего);
 - хромосомы прикрепляются центромерами к нитям веретена деления.



- 3) В *анафазе* (составляет 7 % от митоза):
- уменьшается вязкость цитоплазмы;
 - происходит расщепление хромосомы на две хроматиды;
 - нити веретена деления, прикрепленные к центромерам, сокращаются и тянут хроматиды к полюсам клетки – к каждому полюсу по диплоидному набору.

- 4) В *телофазе* (составляет 30 % от митоза):
- хромосомы деконденсируются;
 - восстанавливаются ядрышко и ядерная мембрана.

За делением ядра (кариокинезом) следует деление цитоплазмы (цитокinesis). Клеточные органеллы распределяются между дочерними клетками. В клетках растений цитокinesis осуществляется от центра к периферии путем образования специальной пластинки (фрагмопласта). В животных клетках цитокinesis происходит от периферии к центру путем перетяжки.

Биологическая роль митоза:

- поддерживает постоянно число хромосом в соматических клетках;
- обеспечивает замещение клеток и регенерацию тканей и органов;
- обеспечивает рост и развитие многоклеточного организма.





1 • Заполните таблицу, перечертив ее в рабочую тетрадь.

Деление путем амитоза

| Организмы, клетки которых могут делиться путем амитоза | Характерные особенности амитоза |
|--|---------------------------------|
| Микроорганизмы 1. 2. 3. | |
| Животные 1. 2. 3. | |
| Растения 1. 2. 3. | |

2 • Напишите в тетради названия понятий, соответствующих цифрам. Под каждой группой запишите, какая это фаза деления клетки. Ориентируйтесь на приведенный список.

1. Профаза
2. Ядрышко
3. Хроматин
4. Поздняя интерфаза
5. Нити веретена деления
6. Анафаза
7. Хромосома
8. Перетяжка
9. Метафаза
10. Центриоли
11. Телофаза
12. Ядерная пора
13. Фрагментированная ядерная мембрана
14. Ранняя интерфаза
15. Экватор клетки
16. Ядерная мембрана
17. Дочерние клетки

- 3** • Приведите в соответствие названия фаз митоза (А) и характерные для них процессы (Б).

А

- 1 – Профаза
- 2 – Метафаза
- 3 – Анафаза
- 4 – Телофаза

Б

- а – У каждого полюса клетки располагается одинаковый набор хромосом, сходный с хромосомным набором материнской клетки.
- б – После репликации каждая хромосома состоит из пары сестринских хроматид.
- в – Пары хроматид располагаются в экваториальной плоскости.
- г – Расщепление хромосомы на две хроматиды, которые становятся хромосомами.

- 4** • Опишите процесс, представленный на схеме.
• Озаглавьте схему.

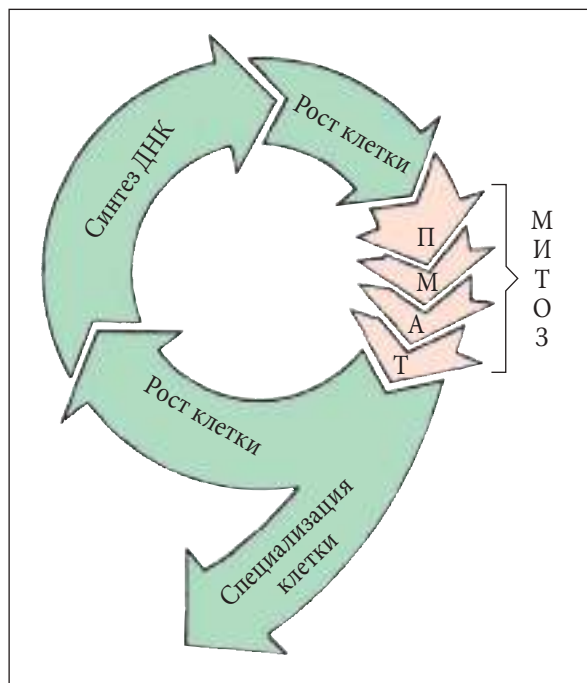
- 5** • Перечислите отличия между поздней и ранней интерфазой, представив информацию в виде схемы «Рыба».

- 6** • Представьте в виде кругов Эйлера взаимоотношения между понятиями:
а) метафаза и митоз; б) анафаза и телофаза.

- 7** • Рассмотрите под микроскопом препарат корешков лука (см. информацию под штрихкодом QR 1.4.1). Опишите увиденные фазы митоза.



QR 1.4.1



- 8** • Приведите по 1–2 примера положительного значения для человека и медицины исходя из того факта, что клетки печени делятся путем amitosis.

- 9** • Озаглавьте текст, опираясь на тему урока. Обоснуйте.

Стволовые клетки являются своеобразными «зачатковыми» клетками организма человека. Путем митотических делений и последующей дифференцировки они могут дать начало различным типам клеток, которые, в свою очередь, образуют ткани и органы в организме человека. Таким образом, образуются клетки крови, нервной системы, сердечной мышцы, кожи и др.

Первые сообщения о возможности хранения стволовых клеток, выделенных из пуповинной крови, появились в начале 90-х годов прошлого века. Сначала в клеточных банках хранили весь объем крови из пуповины. Этот метод не требовал дорогостоящего оборудования и затрат. Метод применялся до тех пор, пока не разработали современный способ выделения только клеток с ядром. Отличие от традиционного метода заключается в разделении плазмы и эритроцитов от конечного продукта, предназначенного для хранения, а именно ядерных клеток, к которым относятся и стволовые клетки.

- 10** • Приведите аргумент в поддержку данного утверждения, опираясь на тему урока:

Стволовые клетки новорожденного являются в большинстве случаев идеальным объектом в трансплантологии.

Мейоз характерен для образования половых клеток (гамет). В результате мейоза количество хромосом уменьшается в два раза, и дочерние клетки имеют гаплоидный набор хромосом (n). Впоследствии в процессе оплодотворения гаметы сливаются с образованием зиготы, содержащей диплоидное число хромосом.

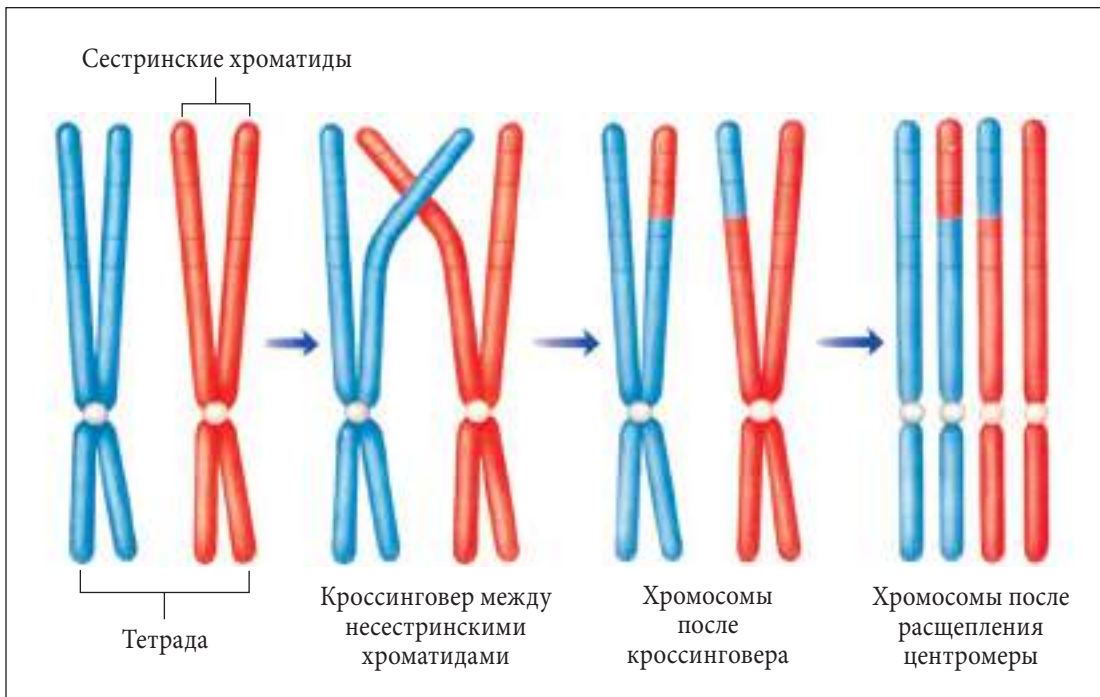
Мейоз состоит из двух последовательных делений: редукционного и эквационного.

Первому мейотическому делению предшествует интерфаза, в ходе которой происходит репликация ДНК. Между первым и вторым мейотическими делениями – непродолжительный период (интеркинез), но без репликации ДНК. Каждое из двух делений мейоза состоит из 4-х последовательных фаз: профазы, метафазы, анафазы и телофазы.

Первое мейотическое деление

Профаза I является наиболее продолжительной фазой. У растений она длится несколько дней, а у животных – недели и даже годы. Для профазы первого деления характерны следующие процессы:

- гомологичные хромосомы сближаются и образуют пары;
- в результате конъюгации гомологичных хромосом образуются специальные структуры – тетрады, состоящие из 4-х хроматид;
- между несестринскими хроматидами происходит обмен участками – кроссинговер, приводящий к появлению новых комбинаций генов и увеличивающий тем самым генетическое разнообразие;
- гомологичные хромосомы отталкиваются и спирализуются;
- исчезает ядрышко и ядерная оболочка;
- формируется веретено деления.



Метафаза I включает следующие процессы:

- пары хромосом (биваленты) располагаются в экваториальной плоскости клетки;
- хромосомы центромерами прикрепляются к нитям веретена деления;
- нити веретена деления сокращаются, и начинается миграция двуххроматидных хромосом к полюсам.

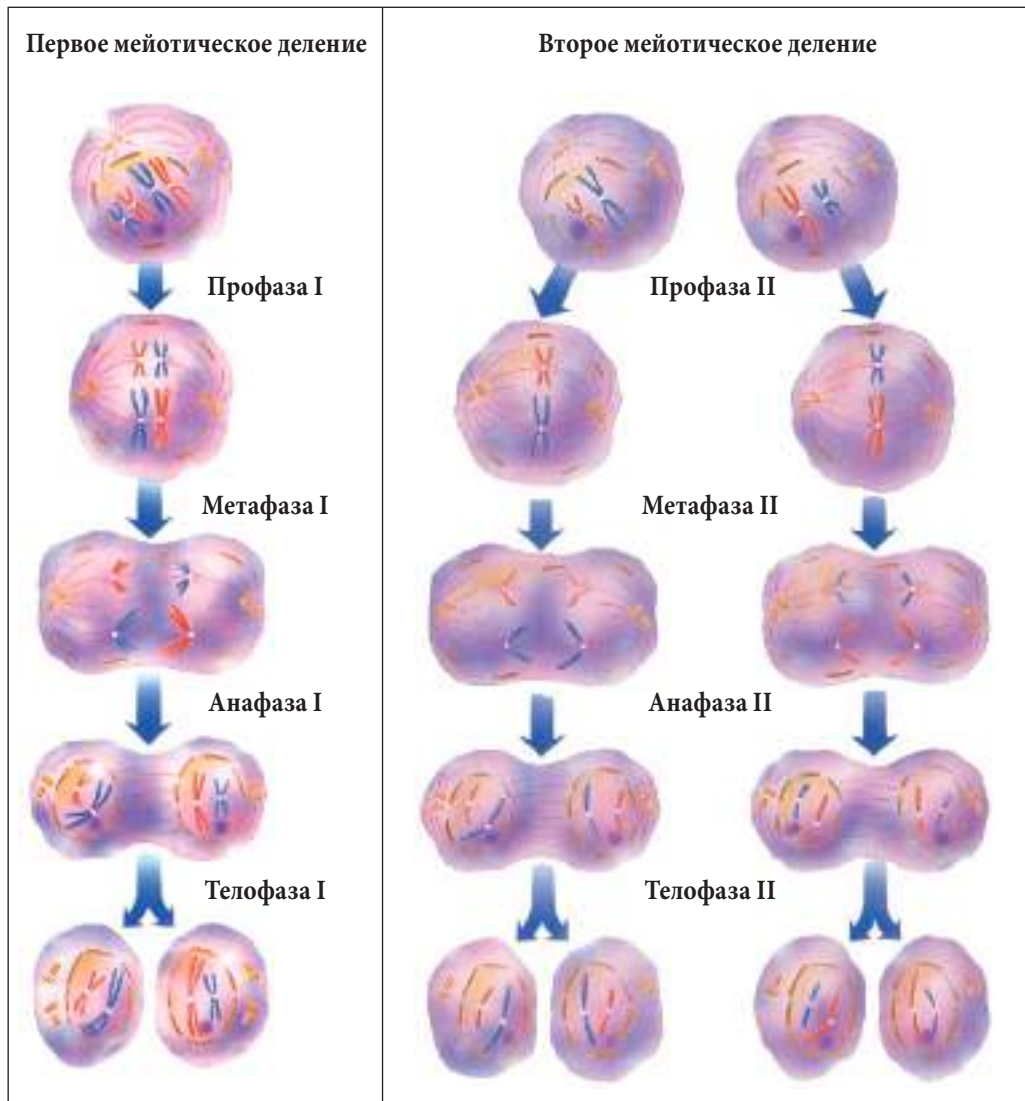
В анафазе I:

- продолжается миграция хромосом к полюсам клетки, и к концу фазы у полюсов оказывается по половине хромосом.

Телофаза I характеризуется следующими событиями:

- деконденсация двухроматидных хромосом;
- восстановление ядерной мембраны и ядрышек.

После деления ядра следует цитокинез, в результате чего образуются две гаплоидные клетки.



Второе мейотическое деление

Профаза II:

- хромосомы спирализуются;
- исчезают ядрышко и ядерная оболочка;
- кариоплазма смешивается с цитоплазмой;
- образуется веретено деления.

Метафаза II:

- хромосомы направляются к центру клетки, образуя метафазную пластинку;
- хромосомы при помощи центромер присоединяются к нитям веретена деления.

Анафаза II:

- центромеры хромосом делятся надвое;
- однохроматидные хромосомы мигрируют к полюсам клетки.

Телофаза II:

- хромосомы достигают полюсов клетки и деспирализуются;
- появляется ядрышко;
- восстанавливается ядерная оболочка.

В итоге из одной исходной клетки в результате мейоза образуются 4 гаплоидные клетки, из которых формируются гаметы. У животных эти клетки называются сперматиды (у самцов) и овоциты (у самок), а у растений – микроспоры и мегаспоры.

Таким образом, мейоз является процессом, в результате которого образуются половые клетки – гаметы. Кроме того, мейоз обеспечивает генетическое разнообразие на основе рекомбинации генетического материала: внутривхромосомной (кроссинговер) и межхромосомной (независимое расхождение хромосом к полюсам клетки).

У высших животных в результате мейоза (гаметный мейоз) образуются гаплоидные клетки, которые без последующих делений участвуют в оплодотворении. У высших растений клетки, образованные в результате мейоза (спорный мейоз), делятся еще и митотически, и только после этого клетки дифференцируются в гаметы – спермии и яйцеклетку.



1 • Перепишите в тетрадь и дополните предложения, используя информацию из правого столбца.

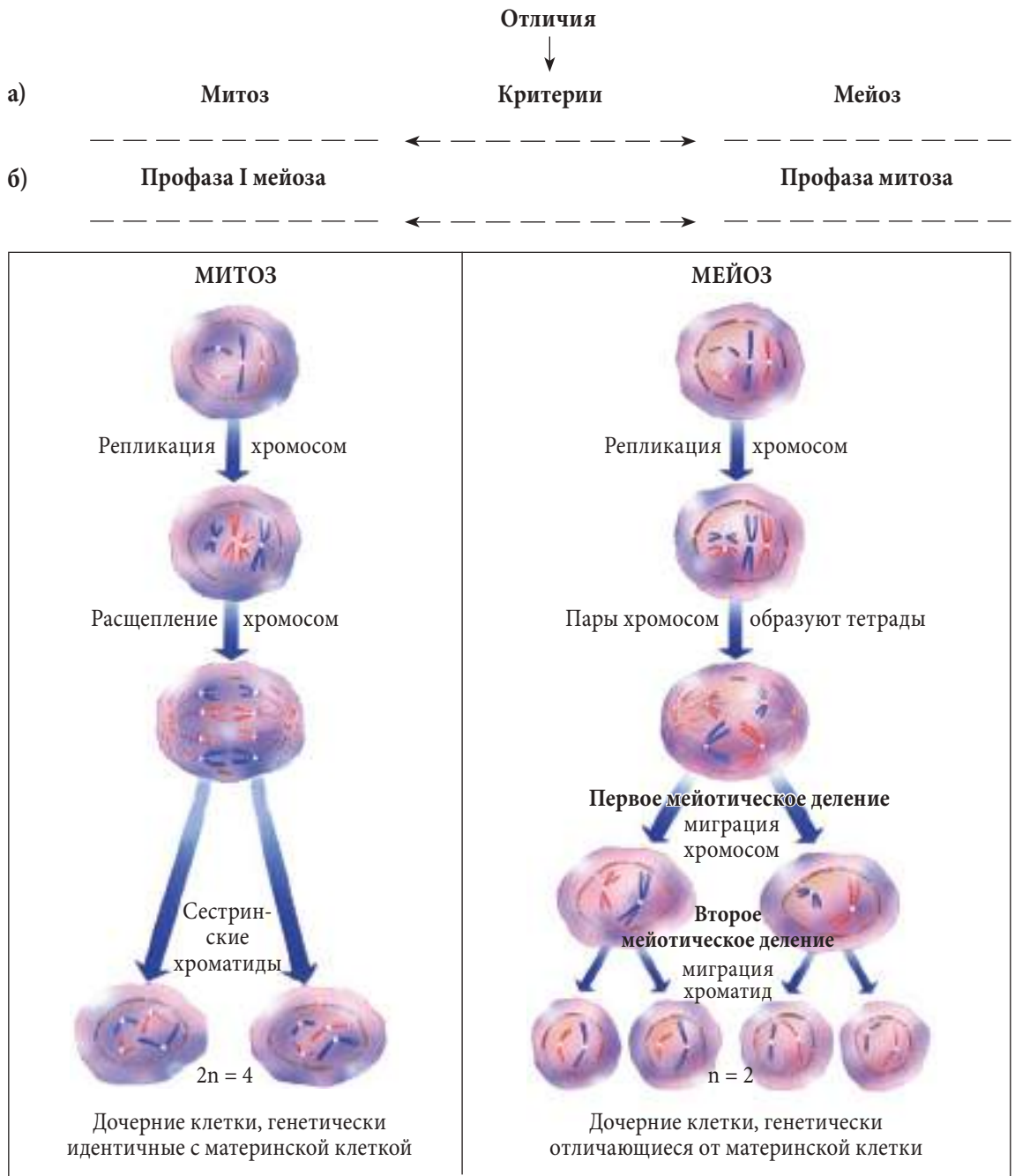
- Мейоз обеспечивает образование _____ клеток.
- Наследственная изменчивость вида обусловлена процессом _____.
- Если материнская клетка содержала 46 хромосом, то в дочерних клетках после мейоза будет по _____ хромосомы.
- Если материнская клетка содержала 46 хромосом, то в дочерних клетках после митоза будет по _____ хромосомы.
- В ходе первого мейотического деления к полюсам расходятся _____, а в ходе второго мейотического деления – _____.

- кроссинговера
- 23
- половых
- хромосомы
- 46
- хроматиды

2 • Представьте в виде диаграммы жизненный цикл клетки, которая делится путем мейоза, и укажите названия всех фаз.

3 • Разработайте учебное пособие, в котором отразите мейоз клетки с 4-мя хромосомами в диплоидном наборе.

- 4 • Перенесите в тетрадь и заполните схемы (а) и (б) на основе информации урока и представленных ниже изображений. Укажите не менее 3-х отличий и разъясните значение мейоза для организма.



- 5 • Озаглавьте колонки (А) и (Б) и обоснуйте свой ответ.

А

46 хромосом
2 дочерние клетки
4 фазы
одна интерфаза

Б

23 хромосомы
4 дочерние клетки
8 фаз
одна интерфаза

- 6 • Поясните следующее утверждение, применив метод граф (см. с. 176):
Кроссинговер — это процесс, который обеспечивает уникальность каждого организма.

Гаметогенез – это процесс образования гамет. Мужские и женские гаметы формируются в гонадах, которые относятся к внутренним половым органам.

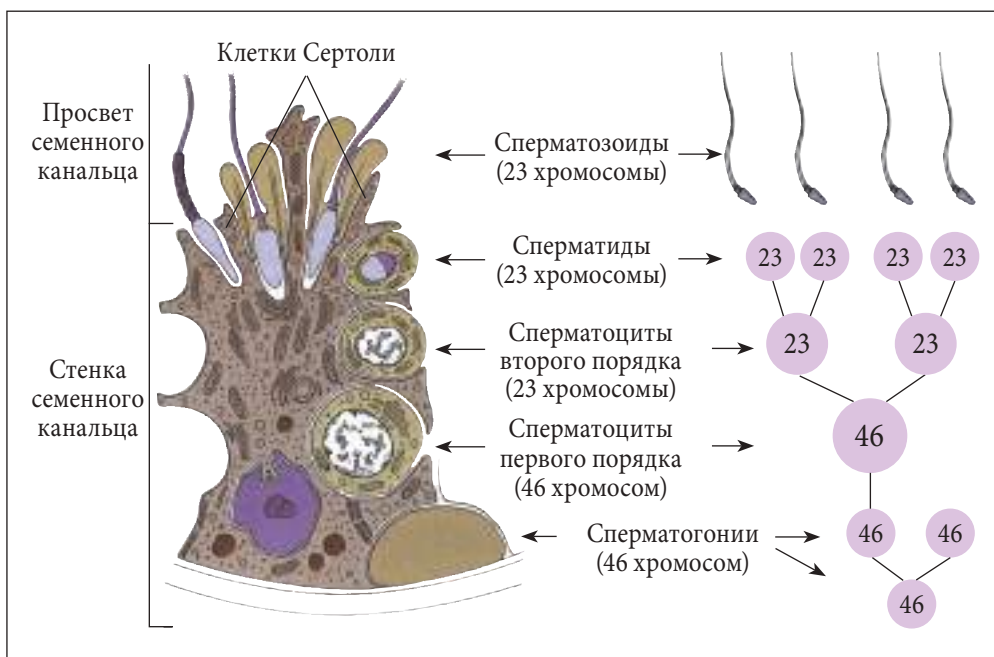
Сперматогенез

Сперматозоиды образуются в семенных канальцах мужских гонад – семенников (яичек). В зачатковом эпителии семенных канальцев находятся сперматогонии. Это исходные диплоидные клетки, которые делятся путем митоза и мейоза, образуя гаплоидные гаметы – *сперматозоиды*.

В эпителии семенных канальцев различают несколько типов клеток, соответствующих последовательным стадиям преобразования сперматогониев в сперматозоиды. Процесс развития зрелых сперматозоидов из сперматогониев занимает около 74-х дней.

Исходные клетки – сперматогонии – располагаются в наружном слое эпителии семенных канальцев, именуемом *зоной размножения*. Они имеют небольшие размеры и крупное ядро. В ходе эмбрионального и постэмбрионального развития и до наступления половой зрелости сперматогонии делятся митотически. В результате количество их значительно возрастает, что определяет рост семенников. Это период размножения.

С наступлением половой зрелости сперматогонии продолжают делиться митотически, а часть из них перемещается в следующий слой, именуемый *зоной роста* (располагается ближе к просвету семенного канальца). Здесь клетки увеличиваются в размерах и становятся *сперматоцитами первого порядка*.



Последняя (третья) зона образования мужских гамет называется *зоной созревания*. Здесь сперматоциты первого порядка делятся путем мейоза. В результате первого мейотического деления образуются 2 *сперматоцита второго порядка*, а в результате второго деления – 4 *сперматиды*. Сперматиды отличаются от исходных клеток меньшими размерами и овальной формой. Они перемещаются к просвету семенного канальца, где превращаются в *сперматозоиды*.

На этой стадии сперматозоиды еще не обладают полной подвижностью. Поэтому специальные клетки зародышевого эпителиа (клетки Сертоли) выделяют жидкость, которая переносит спермато-

зоиды через просвет канальцев в придатки. Здесь в течение 1–10 дней сперматозоиды окончательно созревают под действием специальных веществ, секретируемых клетками придатка, приобретают подвижность и готовы к оплодотворению.



Часть спермы остается в придатке семенника, а большая часть ее поступает в семявыводящий проток, где оплодотворяющая способность спермы сохраняется до 42-х дней.

Сперматозоид – это небольшая подвижная клетка, в которой мало цитоплазмы, а большую часть занимает ядро. В сперматозоиде выделяют головку, шейку и хвост. В передней части сперматозоида расположена акросома, представляющая собой видоизмененный аппарат Гольджи. Она содержит специальные ферменты, расщепляющие оболочку яйцеклетки и обеспечивающие проникновение в нее ядра сперматозоида в момент оплодотворения. В области шейки находится множество митохондрий, в которых синтезируется энергия в виде АТФ.

Эта энергия необходима для движения сперматозоида при помощи хвоста.

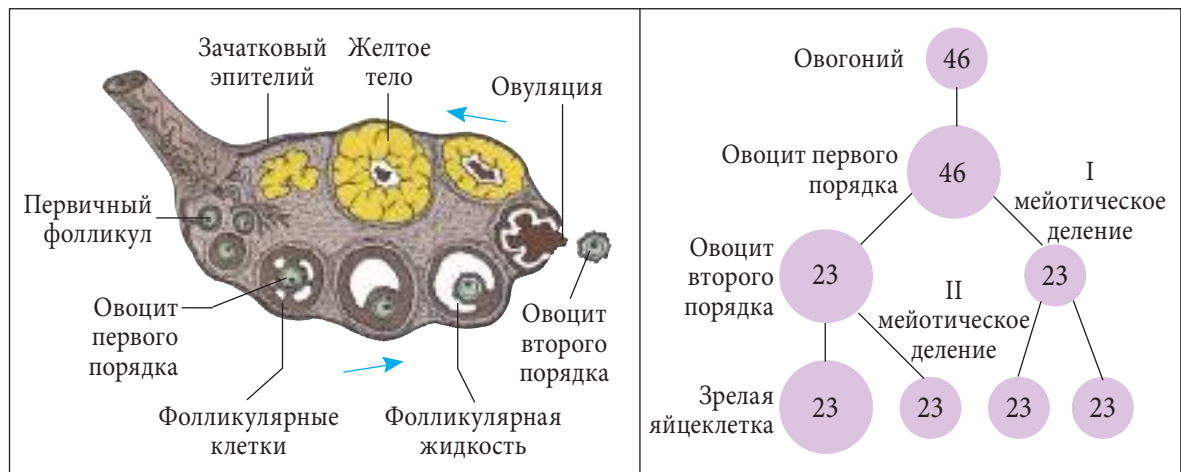
Овогенез

Овогенез – это процесс образования женских гамет – *яйцеклеток*. Он состоит из тех же этапов, что и сперматогенез. Яйцеклетки формируются в фолликулах, которые находятся в корковом слое яичника. Развитие фолликула в яйцеклетку происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза.

В ходе эмбрионального развития яичники образуют до 7 млн первичных фолликул, каждая из которых содержит по одному первичному овоциту. Однако в ходе развития большинство из них элиминируется (разрушается), и к наступлению половой зрелости их число сокращается до 200–400 тыс., из которых только около 500 могут дать начало яйцеклеткам.

Отличие от сперматогенеза, который начинается у мужчин только при половом созревании и происходит постоянно, образование яйцеклеток у женщин происходит циклично.

В ходе развития яйцеклеток различают первичные, вторичные (пузырчатые) и третичные (полостные) фолликулы.



Первичные клетки, из которых образуются женские гаметы, называются *овогонии*. Они делятся многократно митотически в зоне размножения яичника и образуют *овоциты первого порядка*. Этот процесс происходит только в ходе эмбрионального развития. Овоциты первого порядка сохраняются без изменений до полового созревания.

С наступлением половой зрелости овоциты первого порядка растут и накапливают питательные вещества. Каждый овоцит окружен фолликулярными клетками, обеспечивающими его питание.

Следующий период связан с созреванием овоцитов, когда овоцит первого порядка претерпевает два последовательных мейотических деления, сопровождаемые неравномерным распределением ци-

топлазмы между дочерними клетками. Так, после первого деления мейоза образуются *овоцит второго порядка*, богатая цитоплазмой клетка и небольшое полярное тельце.

В дальнейшем фолликулярный пузырек разрывается, и овоцит второго порядка попадает в маточную трубу (происходит *овуляция*), где в результате второго мейотического деления образуются крупная яйцеклетка и *второе полярное тельце*. Первичное полярное тельце также может делиться, образуя два других вторичных полярных тельца. Необходимо отметить, что развитие яйцеклетки завершается только в случае оплодотворения ее сперматозоидом.

Таким образом, в результате двух мейотических делений образуется одна яйцеклетка и три полярных тельца. Последние не участвуют в оплодотворении и в итоге разрушаются.

В процессе овуляции клетки фолликулярного эпителия делятся и образуют желтое тело, которое секретирует гормоны – эстроген и прогестерон.

После оплодотворения яйцеклетки желтое тело секретирует их в течение первых 3-х месяцев беременности. Если яйцеклетка не оплодотворяется, желтое тело рассасывается, а яйцеклетка с эндометрием выделяется из матки. Отторжение эндометрия повреждает кровеносные сосуды, вызывая кровотечение (менструацию) в течение 3–5 дней. В ходе менструации выделяется до 30 мл крови. Если это количество превышает 80 мл, состояние рассматривается как патологическое.

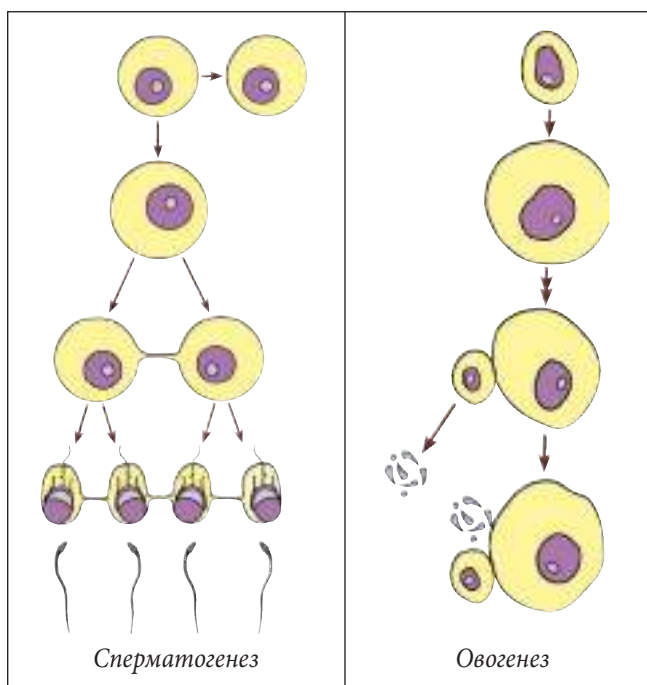
Задержка менструации является первым показателем беременности. С физиологической точки зрения наступление беременности характеризуется сохранением желтого тела. Тест на беременность основан на выявлении определенных гормонов в моче беременной женщины.



1 • Дайте определение понятиям: *сперматогенез, овогенез*.

2 • Перенесите в тетрадь данные схемы. Укажите в них названия структур и процессов, выбрав из предложенного списка.

- Сперматоцит первого порядка (46 хромосом)
- Сперматиды
- Овоцит второго порядка (23 хромосомы)
- Яйцеклетка (23 хромосомы)
- Митоз
- Первое мейотическое деление
- Сперматогоний (46 хромосом)
- Дегенерация
- Сперматоцит второго порядка (23 хромосомы)
- Первичное полярное тельце
- Сперматозоиды (23 хромосомы)
- Второе мейотическое деление
- Вторичное полярное тельце
- Овоцит первого порядка (46 хромосом)

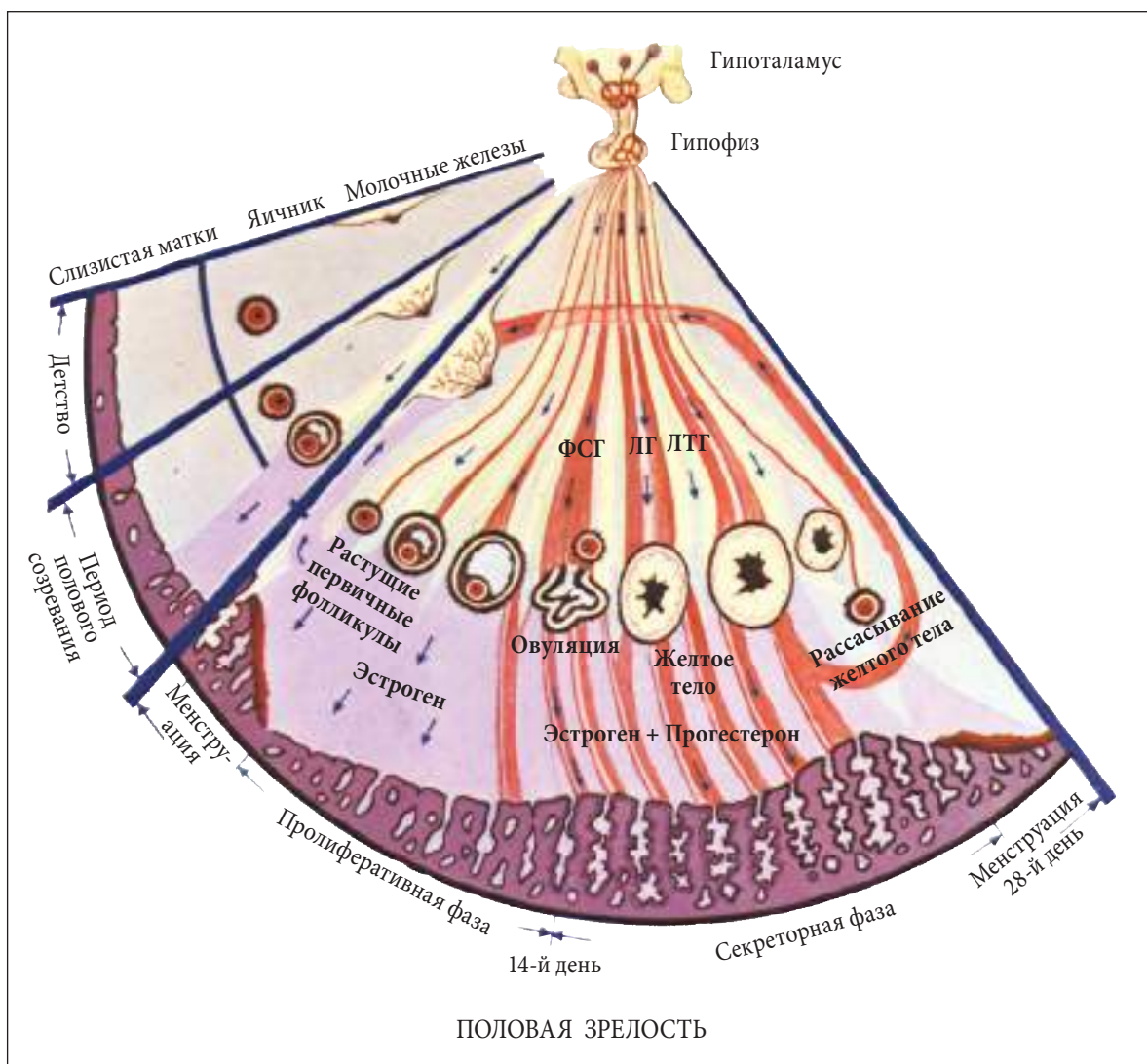


- 3 • Составьте для девушек список рекомендаций, цель которых — установление возможной беременности.
- 4 • Представьте в виде морфологической карты причины и следствия изменения спермограммы и предложите меры ее нормализации. Используйте информацию под штрихкодом QR 1.6.1.



QR 1.6.1

- 5 • Опираясь на изображение, подготовьте сообщение на 3–5 минут, в котором приведите аргументы в пользу следующих утверждений:
 - а) эстрогены являются женскими гормонами; б) прогестерон — это гормон материнства.



- 6 • Составьте список мер, соблюдение которых повышает эффективность сперматогенеза.

Основные законы наследования были открыты Грегором Менделем, который в 1865 году опубликовал в работе «Опыты над растительными гибридами» результаты многолетних экспериментов. В качестве объекта исследований Г. Мендель использовал горох, отобрав для опытов 22 формы, обладающие четко выраженными различиями по ряду признаков: окраска и форма семян, окраска цветков, стручков, семядолей и др.

Для установления закономерностей наследования Г. Мендель в своих опытах скрещивал родительские формы (чистые линии) и анализировал полученное потомство. Этот подход составляет суть **гибридологического метода**, или **генетического анализа**.

Полученные результаты Г. Мендель подвергал тщательному статистическому анализу и на основе этого выявил основные закономерности наследования. Это позволило:

- раскрыть механизмы наследования признаков;
- прогнозировать результаты скрещивания;
- получить новые расы животных и сорта растений.

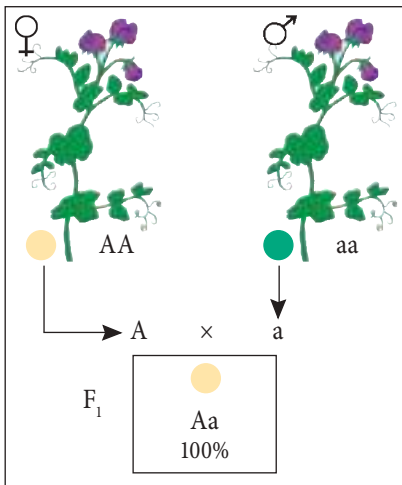
Генетические символы

| | |
|------------------------|--|
| P | - родительские формы; |
| ♀ | - женский генотип; |
| ♂ | - мужской генотип; |
| × | - скрещивание; |
| F(G) _{1,2...} | - поколение (1,2...); |
| A (+) | - доминантный аллель гена; |
| a | - рецессивный аллель гена; |
| AA (aa) | - генотип гомозиготного организма (образует один тип гамет и не дает расщепления в потомстве); |
| Aa | - генотип гетерозиготного организма (образует два типа гамет и дает расщепление в потомстве); |
| Генотип | - совокупность генов организма; |
| Фенотип | - совокупность признаков организма. |

Моногибридное скрещивание

В своих первых опытах Г. Мендель скрещивал чистые линии растений гороха, которые отличались по одному признаку (например, по форме семян или их цвету), и анализировал потомство. Оказалось, что все потомки в первом поколении (F₁) одинаковы и проявляют только один из альтернативных признаков – доминантный (гладкая форма семян в одном из опытов и желтые семена – в другом).

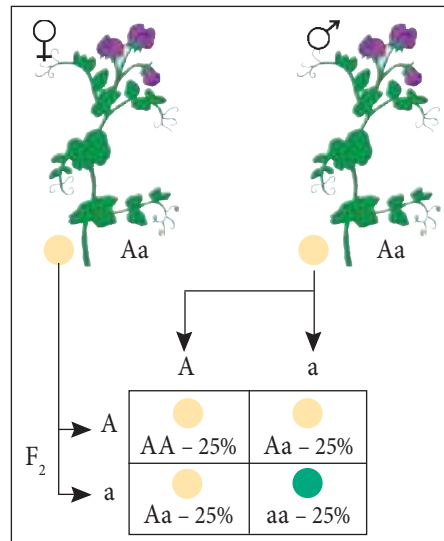
При самоопылении гибридных растений (Aa), полученных в первом поколении, в следующем поколении (F₂) были получены как растения с доминантным признаком, так и те, что проявляли



рецессивный признак. Соотношение растений, отличающихся по признаку (фенотипу) составило 3:1 (таблица, с. 30).

Для объяснения полученных результатов Г. Мендель предположил, что от родителей потомству передаются некоторые наследственные факторы, которые не смешиваются и образуют пары. В процессе образования гамет (в ходе мейоза) происходит разделение этих факторов, в результате чего каждая из гамет содержит по одному фактору из пары, обеспечивая их «чистоту».















На основе анализа результатов моногибридного скрещивания Г. Мендель сформулировал следующие законы:



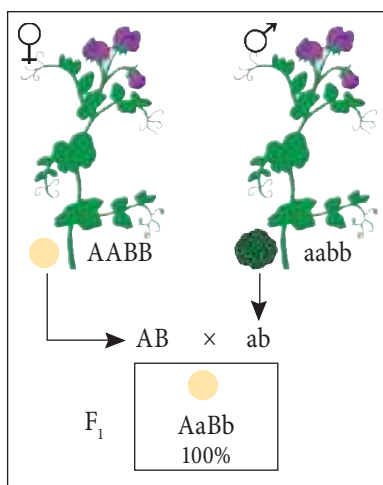
Закон единообразия гибридов первого поколения – при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся по одной паре (или более) альтернативных признаков, наблюдается единообразие гибридов первого поколения по доминантному признаку.

Закон расщепления – при скрещивании гибридов первого поколения во втором поколении наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 3:1.

Расщепление признаков во втором поколении (F₂) в опытах Г. Менделя





| Анализируемый признак | Тип наследования | | Число в потомстве | | Соотношение | |
|-----------------------|---|--|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| | доминантный | рецессивный | доминантный | рецессивный | доминантный | рецессивный |
| 1. Форма семян |  гладкие |  морщинистые | 5474 | 1850 | 2,99 | 1,01 |
| 2. Окраска семян |  желтые |  зеленые | 6022 | 2001 | 3,00 | 1,00 |
| 3. Плотность стручков |  твердые |  мягкие | 882 | 299 | 2,99 | 1,01 |
| 4. Окраска стручков |  зеленые |  желтые | 428 | 152 | 2,95 | 1,05 |
| 5. Окраска цветков |  пурпурные |  белые | 705 | 224 | 3,04 | 0,96 |
| 6. Положение цветков |  пазушные |  верхушечные | 651 | 207 | 3,03 | 0,97 |
| 7. Высота растения |  высокие |  низкие | 787 | 277 | 2,96 | 1,04 |
| Всего | | | 14 959 | 5010 | 2,99 | 1,01 |

Дигибридное и полигибридное скрещивание



В следующих опытах Г. Мендель решил проследить наследование двух признаков одновременно. Для этого он скрестил растения гороха с желтыми и гладкими семенами (доминантные признаки) с растениями с зелеными и морщинистыми семенами (рецессивные признаки). В первом поколении все растения имели желтые и гладкие семена (*закон единообразия гибридов первого поколения*).

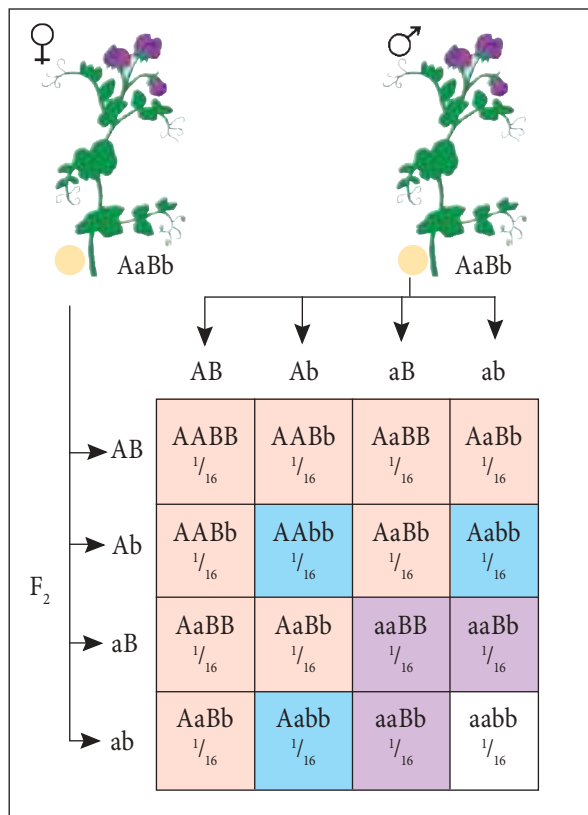
При скрещивании гибридов первого поколения (F₁) между собой в следующем поколении было получено четыре фенотипических класса, а именно:

-  желтые гладкие семена – 315
 -  желтые морщинистые семена – 101
 -  зеленые гладкие семена – 108
 -  зеленые морщинистые семена – 32
- всего – 556

Соотношение этих классов 9:3:3:1.

Появление новых фенотипов во втором поколении объясняется тем, что дигетерозиготные родители (AaBb) формируют 4 типа гамет (AB, Ab, aB и ab), которые могут сочетаться во время оплодотворения в 16-ти различных комбинациях. Анализ этих комбинаций позволяет выявить следующую закономерность: *по каждой отдельной паре наблюдается расщепление 3:1* (12 комбинаций с желтыми и 4 – с зелеными семенами; 12 комбинаций с гладкими и 4 – с морщинистыми семенами).

На основании этого Мендель сформулировал **закон независимого наследования** – при скрещивании гетерозиготных особей, отличающихся по двум или более парам признаков, во втором поколении наблюдается независимое комбинирование генов разных аллельных пар и расщепление по фенотипу (3:1)ⁿ, где n – число пар признаков.



Примечание: Закон независимого наследования выполняется при следующих условиях:

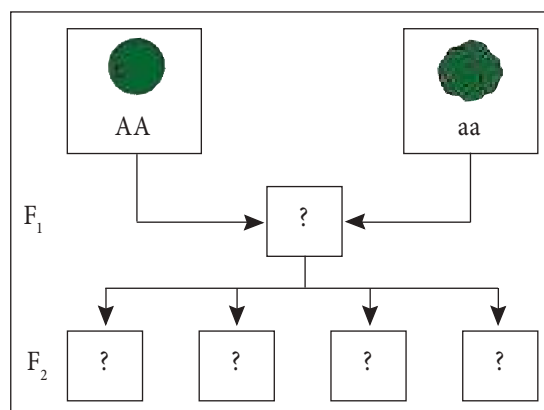
- 1) равная жизнеспособность мужских и женских гамет;
- 2) случайное и равновероятное слияние мужских и женских гамет;
- 3) гены, контролирующие данные признаки, расположены в разных хромосомах (*отсутствие сцепления генов*);
- 4) гены локализованы в аутосомах (*не сцеплены с полом*);
- 5) гены, контролирующие признаки, *не взаимодействуют друг с другом*.



1 • Продемонстрируйте на конкретном примере суть гибринологического метода и его применение.

2 • Перенесите схему в тетрадь.

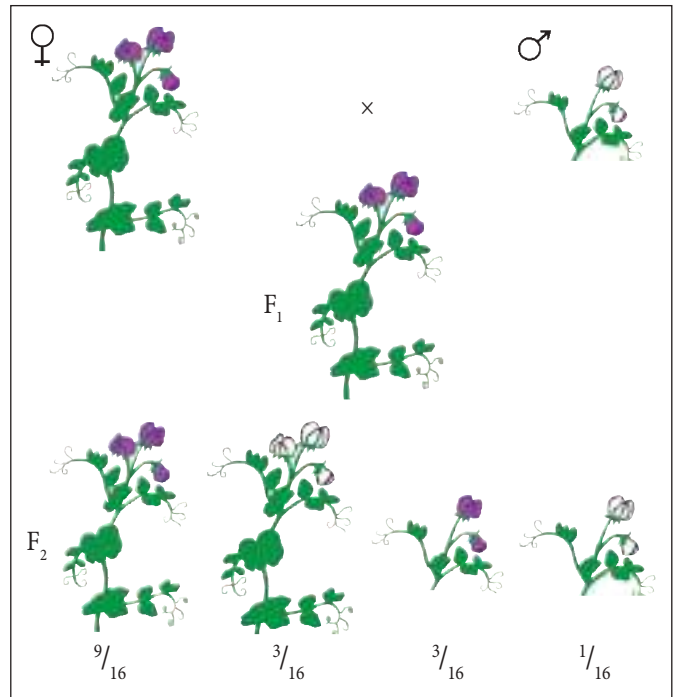
- Впишите вместо вопросительных знаков генотипы потомков и, исходя из результатов моногибридного скрещивания, сформулируйте законы Г. Менделя.



- 3** • Опишите опыт Г. Менделя по дигибриднему скрещиванию, опираясь на изображение справа. Представьте результаты опыта в виде схемы, используя применяемые в генетике условные обозначения.

- 4** • Заполните таблицу.

| Критерии отличия | Моногибридное скрещивание | Дигибридное скрещивание |
|--|---------------------------|-------------------------|
| Количество проанализированных признаков | | |
| Количество фенотипических классов в F ₁ | | |
| Количество фенотипических классов в F ₂ | | |



- 5** • Решите задачи:

- Способность писать правой рукой наследуется как доминантный признак, а левой — как рецессивный. Определите возможные генотипы и фенотипы детей в семье, где мать гетерозиготна, а отец — правша.
- У томатов красная окраска плодов доминирует над желтой. Какое потомство можно получить при скрещивании гетерозиготных растений томата с красными плодами и растений с желтыми плодами?
- Карие глаза у человека доминируют над голубыми, а курчавые волосы — над прямыми. Определите фенотипы детей в семье, где у отца голубые глаза и курчавые волосы, а у матери — карие глаза и прямые волосы.

- 6** • Объясните своим родителям, почему они не получают лишь гладкие и желтые бобы гороха, даже если по весне они посадят только такие в своем огороде.

- 7** • Озаглавьте текст и аргументируйте свой ответ.

Законы наследования, открытые Г. Менделем, имеют важное практическое значение, так как показывают способ передачи наследственных признаков и возможные варианты расщепления признаков у гибридов и их потомства. Эти законы являются теоретической и практической базой селекции растений и животных. Гибриды первого поколения F₁ отличаются мощным ростом и повышенной урожайностью, что делает их очень выгодными в растениеводстве. Путем комбинации наследственных факторов исходных родительских форм можно получить новые высокопродуктивные сорта растений и породы животных.

В генетике человека знание законов наследования нормальных и патологических признаков находит применение в медико-генетических консультациях с целью сокращения рисков рождения детей с наследственными заболеваниями (в частности, в тех семьях, где родители являются гетерозиготными носителями рецессивных мутаций).

- 8** • Найдите решение для следующей проблемы:

Вы открыли агрофирму и решили выращивать горох с зелеными бобами и нежесткими стручками, но селекционеры предлагают вам только гибридные желтые семена гороха.

- Разработайте письменно схему своих последовательных действий (см. с. 176) для достижения поставленной цели.

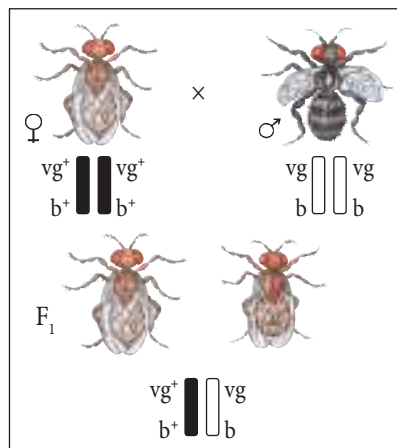
Сцепленное наследование признаков

Число признаков (генов) намного превышает количество хромосом в кариотипе организмов. Исходя из этого, становится очевидным, что в каждой хромосоме находится много генов. Признаки, контролируемые генами одной хромосомы, наследуются не по законам Г. Менделя.

Наследование признаков, которые контролируют гены одной и той же хромосомы, называется сцепленным и было открыто Т. Морганом и его сотрудниками (К. Бриджес, А. Стертевант, Г. Мюллер).

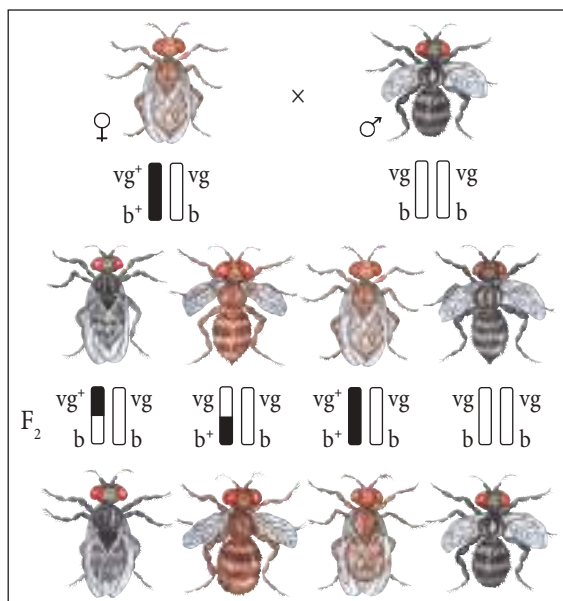
Свои опыты они проводили на плодовой мушке (*Drosophila melanogaster*), которая благодаря высокой плодовитости, короткому жизненному циклу (12 дней) и наличию многих мутантных форм, является очень удобным генетическим объектом.

В опытах Т. Моргана первоначально скрещивали гомозиготных самок с нормальными крыльями (vg^+vg^+) и серым телом (b^+b^+) с гомозиготными самцами, имеющими редуцированные крылья ($vg\ vg$) и черное тело ($b\ b$). В первом поколении у всех мушек были нормальные крылья и серое тело и все они имели гетерозиготный генотип (vg^+vg / b^+b).



При скрещивании дигетерозиготных самок (vg^+vg / b^+b) с гомозиготными по обоим генам самцами ($vg\ vg / b\ b$) было получено 4 фенотипических класса. Соотношение этих классов не соответствовало теоретически ожидаемому (25% : 25% : 25% : 25%), а было следующим:

- 8,5 % особей с нормальными крыльями и черным телом ($vg^+vg / b\ b$);
- 8,5 % особей с редуцированными крыльями и серым телом ($vg\ vg / b^+b$);
- 41,5 % особей с нормальными крыльями и серым телом (vg^+vg / b^+b);
- 41,5 % особей с редуцированными крыльями и черным телом ($vg\ vg / b\ b$).



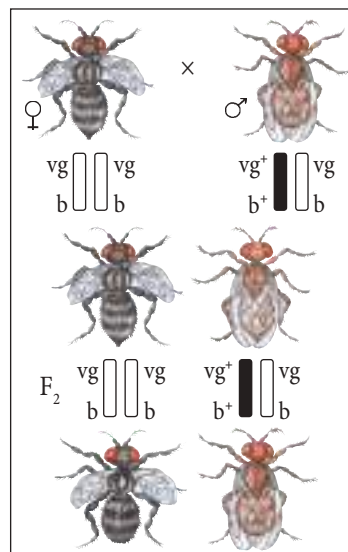
При обратном скрещивании, а именно: дигомозиготных самок ($vg\ vg / b\ b$) с дигетерозиготными самцами (vg^+vg / b^+b) было получено только два фенотипических класса:

- 50 % особей с нормальными крыльями и серым телом (vg^+vg / b^+b);
- 50 % особей с редуцированными крыльями и черным телом ($vg\ vg / b\ b$).

На основе анализа полученных результатов Т. Морган пришел к выводу, что гены, контролирующие цвет тела и длину крыльев, локализованы в одной и той же хромосоме и передаются вместе, т. е. сцеплено.

Сцепленное наследование может быть:

- **полным** – между генами не происходит кроссинговера;
- **неполным** – происходит рекомбинация генов путем кроссинговера.



Кроссинговер – обмен участками между несестринскими хроматидами гомологичных хромосом – происходит в профазе первого мейотического деления. Именно кроссинговер обеспечивает генетическое разнообразие потомства.

На частоту кроссинговера влияют следующие факторы:

1) **внутренние**

- *расстояние между генами* – чем дальше друг от друга расположены гены, тем выше частота кроссинговера;

- *положение центromеры* – кроссинговер, как правило, подавлен в области центromеры;

- *пол* – у некоторых видов кроссинговер у одного из полов отсутствует (например, у самцов дрозофилы, у самок тутового шелкопряда).

2) **внешние**

- *физические* (радиация, температура);

- *химические* (мутагенные вещества);

- *биологические* (вирусы).

Данные о частоте кроссинговера используют для определения положения гена в хромосомах и составления генетических карт. Расстояние между генами в них измеряется в морганидах (1 морганида соответствует 1% кроссинговера). Например, в рассмотренном случае расстояние между генами, контролирующими длину крыльев и цвет тела, составляет 17 морганид (8,5 % + 8,5 % кроссоверных особей).

Совокупность генов одной хромосомы образует **группу сцепления** (от англ. *linkage* – связанный, сцепленный). Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом. (У гетерогаметного пола каждый тип половой хромосомы (X и Y) образуют отдельную группу сцепления.)

На основании проведенных исследований Т. Морган разработал **хромосомную теорию наследственности**. Основные положения этой теории следующие:

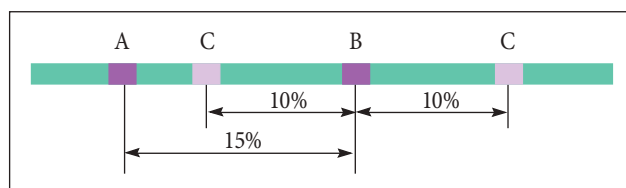
1) гены расположены в хромосомах в линейном порядке, каждый ген занимает определенное место – локус;

2) гены, локализованные в одной хромосоме, передаются сцепленно;

3) сцепление генов может быть полным и неполным.

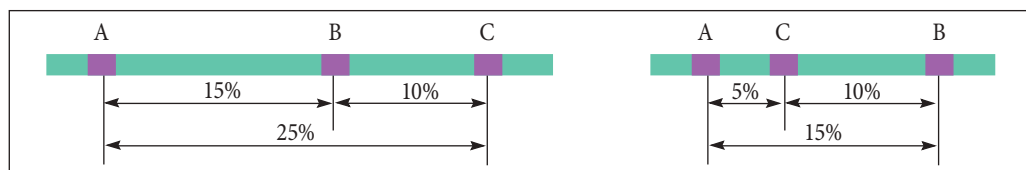
Хромосомная карта – это графическое изображение хромосомы с указанием расположения, порядка и расстояния между генами.

Составление хромосомных карт осуществляется путем многочисленных скрещиваний с последующим гибридологическим анализом. Рассмотрим на примере трех сцепленных генов А, В и С. Если при скрещивании особей, отличающихся по проявлению генов А и В, получено 15 % рекомбинантных потомков, расстояние между этими генами составляет 15 морганид.



Для определения положения гена С необходимо установить частоту рекомбинации между ним и генами А и В. Если эта частота между генами С и В составляет 10 %, можно предположить, что ген С расположен между генами А и В или за геном В.

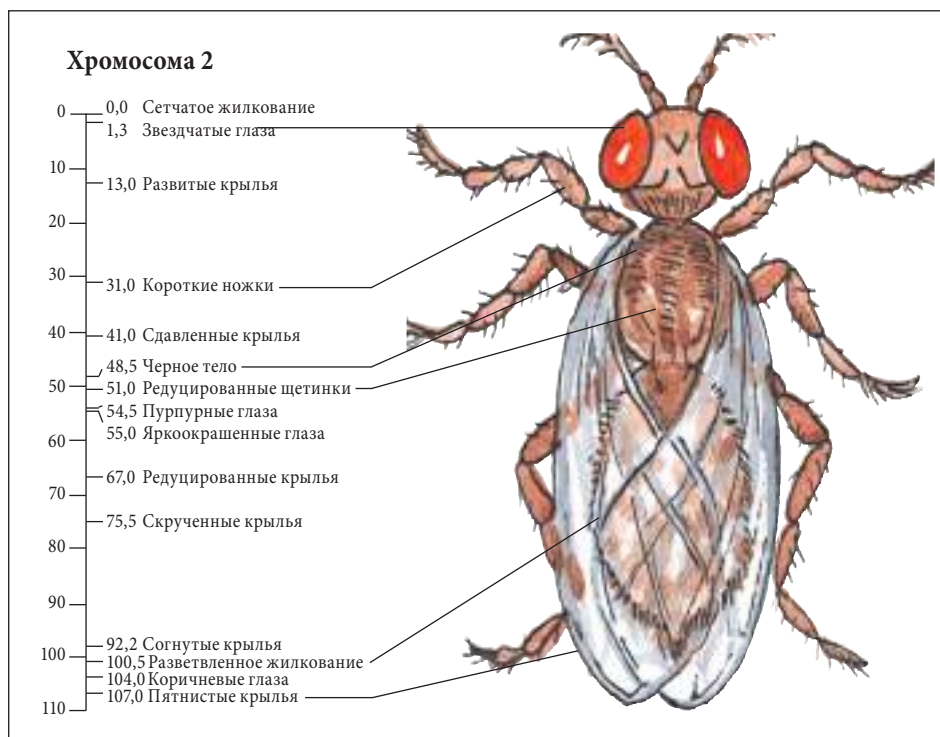
В дальнейшем определяем частоту рекомбинации между генами А и С. Если эта частота составляет 25 %, расположение генов – А, В, С. В случае, когда частота рекомбинации между генами А и С равна 5 %, гены располагаются в следующем порядке – А, С, В (см. схему).



В настоящее время наиболее полные генетические карты составлены для дрозофилы, кукурузы и томатов. В рамках международного проекта «Геном человека» был расшифрован геном человека.



- 1** • Ответьте на вопросы письменно.
 - а) Сколько признаков у человека?
 - б) Сколько хромосом в кариотипе человека?
 - в) Передаются ли наследственные признаки человека по законам Г. Менделя?
 - г) Какой вывод можно сделать из ответов на эти вопросы?
- 2** • Опишите опыты Т. Моргана и полученные в них результаты.
- 3** • Представьте в виде кластера факторы, влияющие на кроссинговер.
- 4** • Составьте на основе анализа генетической карты одной из хромосом плодовой мушки (*Drosophila melanogaster*) две задачи относительно:
 - а) наследования двух сцепленных признаков; б) определения расстояния между двумя генами.



- 5** • Объясните понятие хромосомная карта (3–5 предложений), опираясь на информацию под штрихкодом QR 1.8.1.
- 6** • Подготовьте постер, в котором проиллюстрируйте (рисунком, схемой и т. п.) основные положения хромосомной теории наследственности.



QR 1.8.1



QR 1.8.2

- 7** • Поясните конкретным примером следующее утверждение:
Генетические карты — чрезвычайно важный для человека фактор.
Используйте в качестве аргументов информацию под штрихкодом QR 1.8.2.

Половые различия организмов детерминированы генетически. Каждый **пол** характеризуется образованием определенного типа гамет, которые в процессе оплодотворения сливаются с гаметами противоположного пола, образуя зиготу. Фенотипически пол – это совокупность морфофизиологических, структурных, функциональных и других особенностей, на основании которых животное или растение рассматривается как женское и мужское.

Пол особи определяется типом гамет, участвующих в оплодотворении. Эти гаметы характеризуются определенным количеством и типом хромосом (аутосом и половых хромосом).

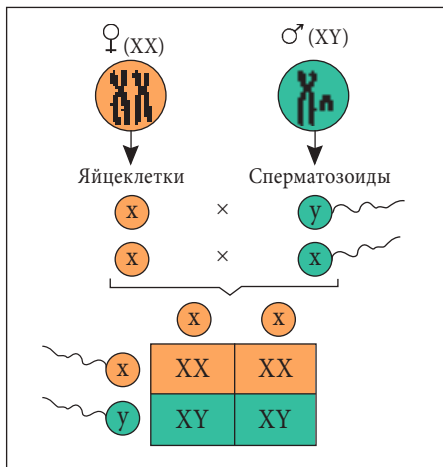
Существует несколько типов хромосомного определения пола:

1. Тип *Drosophila*

- встречается у млекопитающих (включая человека), земноводных, рыб, паукообразных, моллюсков, червей, конопли и др.;
- женский пол – гомогаметный (содержит две одинаковые гетеросомы (XX) и образует один тип гамет (у человека – 22+X));
- мужской пол – гетерогаметный (содержит разные гетеросомы (XY) и образует два типа гамет (у человека – 22 + X и 22+Y));
- пол будущего организма определяется мужским полом.

2. Тип *Abrahas*

- характерен для некоторых видов птиц, земноводных, пресмыкающихся, бабочек;
- самка является гетерогаметной;
- самец является гомогаметным;
- пол будущей особи определяют самки.



3. Тип *Protenor*

- встречается у некоторых насекомых (кузнечики, клопы);
- самка является гомогаметной (XX);
- самец имеет только одну половую хромосому (XO);
- пол будущей особи определяет самец.

У большинства организмов (в том числе и у человека) соотношение по полу 1:1. Это объясняется тем, что в ходе гаметогенеза женщины образуют только один тип гамет (22 аутосомы + хромосома X), а мужчины – два типа сперматозоидов (22 + X и 22 + Y) в равном количестве (50 % : 50 %).

Во время оплодотворения при слиянии яйцеклетки (22 + X) со сперматозоидом типа 22 + X образуется зигота, из которой развивается девочка (44 + XX). Если же яйцеклетка сливается со сперматозоидом типа 22+Y, родится мальчик (44+XY).

Очевидно, что эти два типа зигот образуются в равной пропорции: 50 % : 50 % (1:1).

Иногда наблюдаются отклонения от этого соотношения, которые можно объяснить особенностями вида и тем, что на определение пола могут влиять некоторые внутренние факторы (гормоны) и внешние (среда).

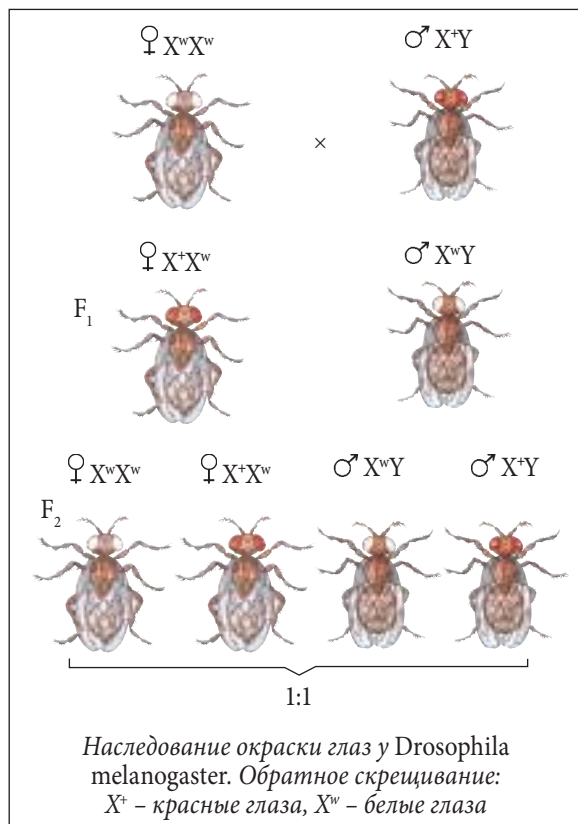
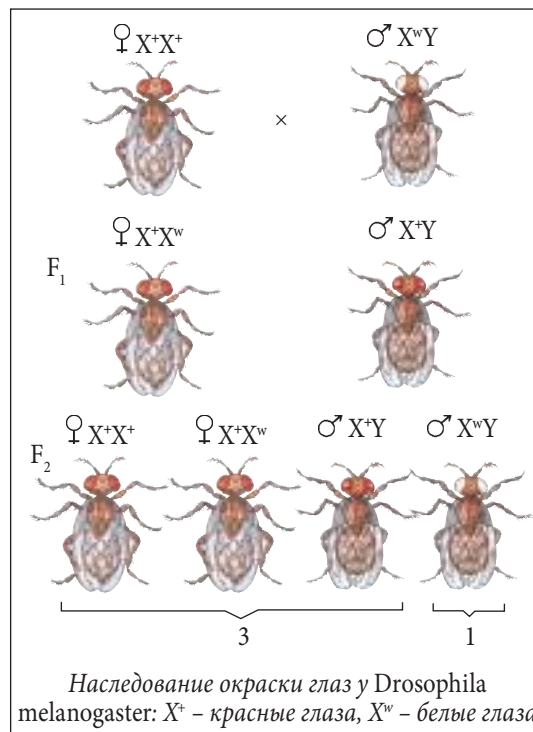
Открытие хромосомного механизма определения пола показало, что существует целый ряд признаков, наследование которых зависит от пола. Закономерности сцепленного с полом наследования были открыты Т. Морганом и его сотрудниками на плодовой мушке. (Наследование некоторых болезней, сцепленных с полом, например, гемофилии, было описано намного раньше данного открытия).

При скрещивании самок дрозофилы с красными глазами (X^+X^+) с белоглазыми самцами (X^wY) в первом поколении у всех мушек были красные глаза. При скрещивании F_1 между собой в следующем поколении наблюдали 2 фенотипических класса в соотношении 3:1 (75 % красноглазых мушек и 25 % мушек с белыми глазами).

При обратном скрещивании, когда скрещивали самок с белыми глазами (X^wX^w) и красноглазых самцов (X^+Y), в первом поколении получали два фенотипических класса в пропорции 50 % : 50 %, причем у всех самок были красные глаза, а у самцов – белые. При скрещивании между собой мушек F_1 во втором поколении получали то же фенотипическое расщепление – 50 % : 50 %. При этом самцы и самки наблюдались в равных соотношениях (расщепление по генотипу 1:1:1:1).

Такой тип наследования, когда признак самца проявляется у его дочерей, а признак самки – у сыновей, называется «крисс-кросс» (или крест-накрест).

У человека по этому типу наследуются некоторые болезни, например: *гемофилия* (несвертываемость крови, вызванная отсутствием белкового фактора коагуляции), *дальтонизм* (цветовая слепота). Они контролируются рецессивными генами, локализованными в хромосоме X.



Гемофилия обычно наблюдается у мальчиков, так как гомозиготные девочки (X^hX^h) из-за двойной дозы патологического гена либо не рождаются, либо погибают в раннем возрасте. Дальтонизм может проявляться у обоих полов, но у мужчин намного чаще.

Анализ закономерностей сцепленного с полом наследования позволяет сделать следующие выводы:

Признаки, контролируемые генами хромосомы X, передаются от матери к сыну и от отца – дочери (крест-накрест).

Признаки, контролируемые генами хромосомы Y, проявляются только у мужчин и передаются от отца к сыну (примером может служить *гипертрихоз* – обильный рост волос на теле и обволосение ушной раковины).

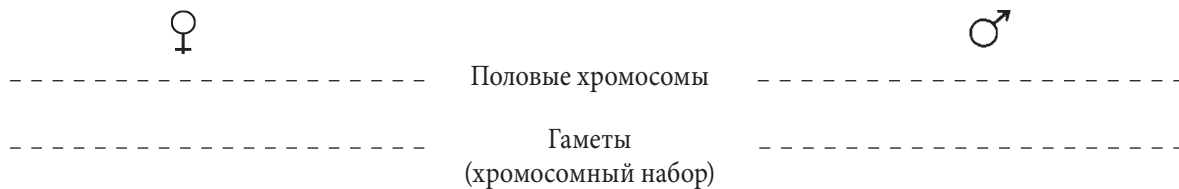
Проявление некоторых аутосомных признаков отличается у особей разного пола (например, облысение, которое проявляется у мужчин (гомозигот и гетерозигот) раньше и сильнее, а у женщин проявление этого признака подавляется половыми гормонами).

Знание механизмов сцепленного с полом наследования представляет значительный интерес, т. к. позволяет прогнозировать проявление признаков в потомстве.



- 1** • Нарисуйте в тетради аналогичные схемы и дополните их необходимой информацией для типов: *Drosophila*, *Abrahas*, *Protenor*.

Тип ... встречается у ..., ..., ..., ...



Пол будущего организма определяется ...

- 2** • Представьте схематически закономерности соотношения полов человека (1:1).
- 3** • Соотнесите половые хромосомы (А) с признаками (Б), которые контролируются сцепленными с полом генами.

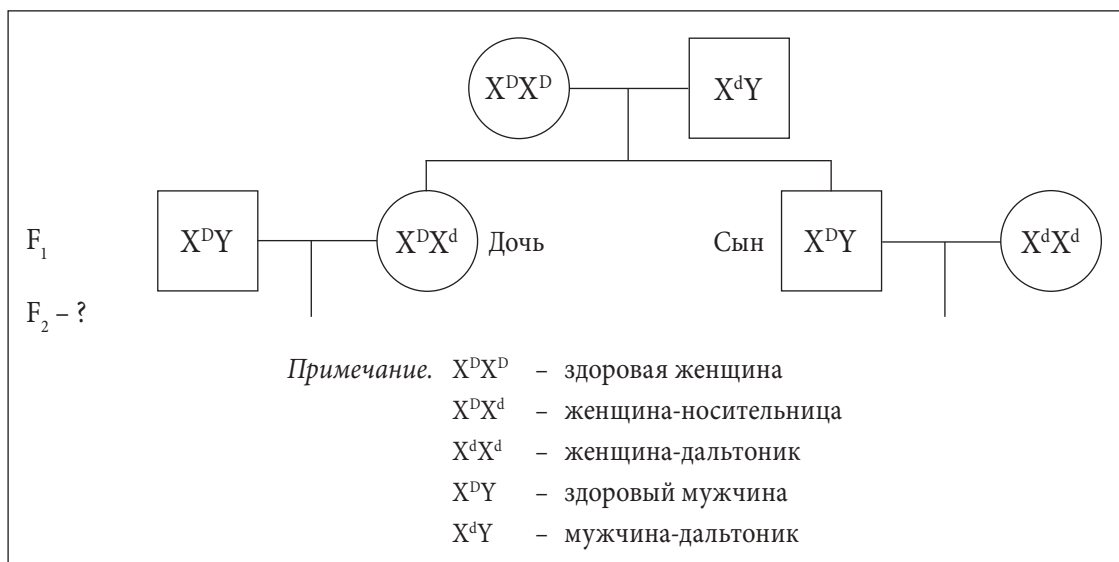
А

1 – X
2 – Y

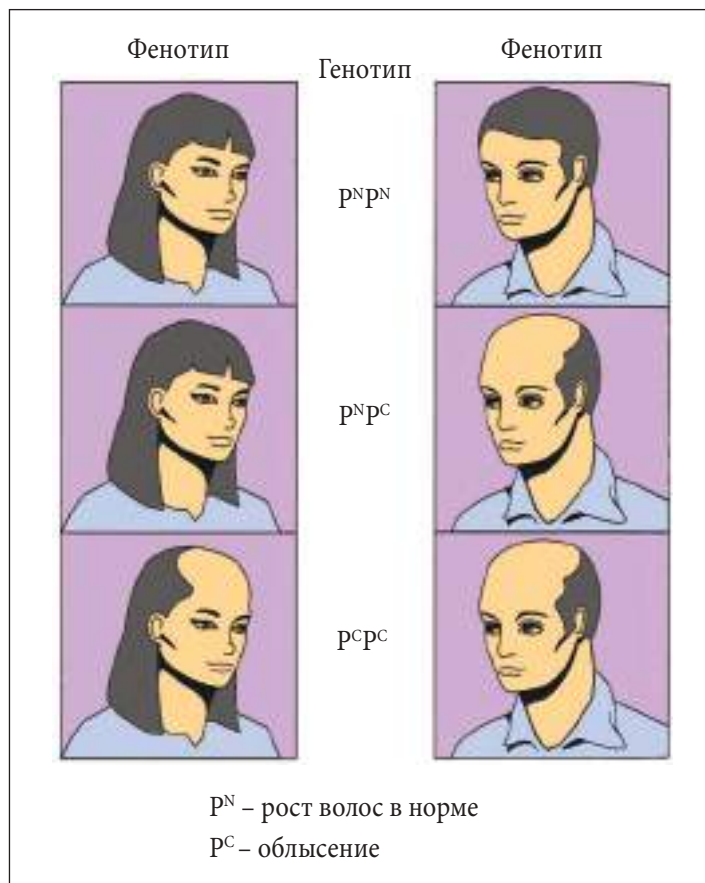
Б

а – гемофилия
б – гипертрихоз (обволосение ушной раковины)
в – дальтонизм

- 4** • Представьте в виде кругов Эйлера взаимосвязь между следующими понятиями:
а) тип *Protenor*, тип *Drosophila*;
б) признаки, сцепленные с полом; гемофилия, дальтонизм.
- 5** • Разработайте дидактическое пособие (на электронном носителе или в бумажном варианте), в котором продемонстрируете особенности наследования признаков, сцепленных с полом.
- 6** • Дополните схему вторым поколением, если известно, что в семье дочери родились два мальчика и две девочки, а в семье сына — один мальчик. Прокомментируйте генотипы и проявление гена дальтонизма у внуков.



- 7 • Объясните на основе рисунков наследование некоторых признаков, которые разным образом проявляются у мужчин и у женщин.



- 8 • Объясните различную совместимость связей между членами одной семьи, опираясь на информацию под штрихкодом QR 1.9.1.
- Напишите, есть ли такие признаки в вашей семье.



QR 1.9.1

- 9 • Обоснуйте вероятность рождения здорового ребенка в следующей ситуации:

В семье, где сын страдает гемофилией, ожидают рождения еще одного ребенка. Родители обеспокоены тем, что может родиться ребёнок с тем же заболеванием.

Наследование признаков при взаимодействии генов

Генотип – это не простой набор изолированных генов, а сложная система взаимодействующих друг с другом генов. В организме одновременно функционирует множество генов, расположенных как в одной паре хромосом, так и в разных хромосомах. Некоторые гены могут влиять на проявление других генов. В целом, в ходе онтогенеза развитие отдельно взятого признака является результатом сложных межгенных взаимодействий.

Основные принципы взаимодействия генов:

1. Взаимодействие аллельных генов (аллельные гены занимают один и тот же локус в гомологичных хромосомах и определяют пару альтернативных признаков; в мейозе они расходятся в разные гаметы);

Различают следующие типы взаимодействия аллельных генов:

- а) неполное доминирование;
- б) множественные аллели;
- в) плейотропия.

2. Взаимодействие неаллельных генов (неаллельные гены занимают разные локусы в одной хромосоме или расположены в разных хромосомах);

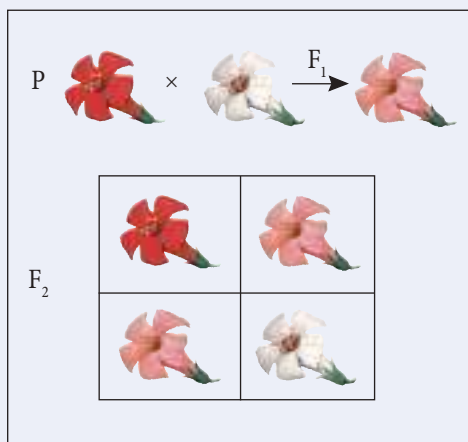
К взаимодействию неаллельных генов относятся:

- а) комплементарность;
- б) эпистаз;
- в) полимерия.

Аллельные и неаллельные гены, взаимодействуя друг с другом, могут приводить к следующим последствиям: один ген подавляет или стимулирует действие другого; два гена определяют один признак и др. При этом наблюдаются следующие отклонения от классических расщеплений по Менделю:

$$3:1 \longrightarrow 1:2:1;$$

$$9:3:3:1 \longrightarrow 13:3; 12:3:1; 9:3:4; 9:7; 9:6:1; 15:1.$$



1а. Неполное доминирование. Доминирование представляет собой преобладание одного аллельного гена над другим, что проявляется в подавлении рецессивного гена. Полное доминирование (как и полное подавление) встречается реже. В большинстве случаев наблюдаются различные формы неполного доминирования (от почти полного до промежуточного).

В случае **неполного доминирования** доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного. У гетерозигот, таким образом, проявляются оба гена, а на уровне фенотипа наблюдается промежуточная форма признака. Закон единообразия в первом поколении соблюдается, но во втором поколении расщепление по фенотипу совпадает с таковым по генотипу и является 1:2:1.

Примеры: окраска цветков у некоторых растений (ночной красавицы, львиного зева), некоторые наследственные болезни человека (серповидно-клеточная анемия, прогрессирующая потеря координации произвольных движений, цистинурия и др.).

1б. Множественный аллелизм. В популяции могут существовать не два, а три и более аллеля одного и того же гена, которые возникают в результате мутаций в одном локусе. Таким образом, возникает серия множественных аллелей. Но у одного индивида в генотипе могут быть только 2 аллеля из этой серии.

В этой серии, наряду с доминантным и рецессивным аллелями, представлены и промежуточные аллели, которые по отношению к доминантному являются рецессивными, а по отношению к рецессивному – доминантными. В результате образуется последовательный ряд доминирования: $a^1 > a^2 > a^3 > a^4 \dots > a^n$.

Примеры: окраска шерсти у морской свинки (определяется серией из 5 аллелей) и у кролика (контролируется 4-мя аллелями), группы крови человека (в системе АВ0 группы крови контролируются тремя аллелями одного гена), цвет глаз у человека.

1с. Плейотропия – это явление, когда один ген контролирует несколько признаков. В этом случае проявляется множественное действие генов. Явление плейотропии было открыто Г. Менделем, который обратил внимание на то, что у растений с красными цветками основание черешков листа всегда окрашено в красный цвет, а кожура семян – в коричневый.

У дрозофилы ген белого цвета глаз влияет на окраску тела, длину крыльев, строение репродуктивного аппарата, пролиферативность и продолжительность жизни.

У человека известен *синдром Марфана* (арахнодактилия), который является результатом мутации одного гена, а проявляется целым рядом патологических признаков: длинными и тонкими пальцами, нарушениями соединительной ткани, в сердечно-сосудистой системе.

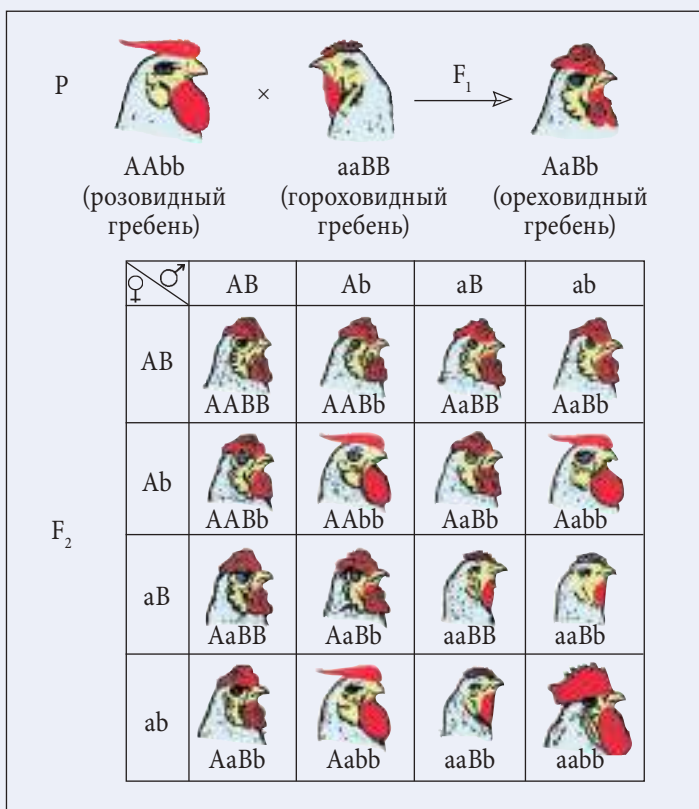
2а. Комплементарное действие наблюдается в случае, когда два неаллельных гена, будучи представленными в одном генотипе, приводят совместно к формированию признака. Этот тип наследования широко распространен в природе, например: окраска цветков у душистого горошка, окраска шерсти у мышей, форма гребня у петухов, окраска оперения у волнистого попугая, форма плода у тыквы и др.

Комплементарное действие генов встречается и у человека. Нормальный слух является классическим примером взаимодействия двух комплементарных генов, один из которых определяет нормальное развитие улитки уха, а другой контролирует развитие слухового нерва. Доминантные гомозиготы и гетерозиготы имеют нормальный слух, в то время как у рецессивных гомозигот по одному из двух генов или по обоим генам слух отсутствует.

Гемоглобин взрослого человека состоит из 4-х полипептидных цепей, которые контролируются 2-мя парами неаллельных генов, расположенных в разных хромосомах. Для синтеза нормального гемоглобина необходимо наличие обоих доминантных генов.

















2б. Эпистаз является типом взаимодействия неаллельных генов, при котором аллель одного гена (доминантный или рецессивный) подавляет действие другого неаллельного гена. Различают, таким образом, доминантный и рецессивный эпистаз. В случае рецессивного эпистаза – расщепление 9:3:4.

Примеры: окраска оперения у кур, окраска шерсти у собак и лошадей, энзимопатии (болезни, связанные с отсутствием какого-либо фермента) у человека.



Породы кур с белым оперением
(I – подавление окраски, i – отсутствие подавления,
A – ген окраски, a – отсутствие окраски)



| | | | | | |
|----------------|----|---|---|---|---|
| ♀ \ ♂ | IA |  IIAA |  IIAa |  IiAA |  IiAa |
| | Ia |  IIAa |  IIaa |  IiAa |  Iiaa |
| F ₂ | iA |  IiAA |  IiAa |  iiAA |  iiAa |
| | ia |  IiAa |  Iiaa |  iiAa |  iiaa |

Влияние эпистаза на окраску оперения у кур при скрещивании пород белого цвета

2в. Полимерия – это явление, при котором один признак контролируется несколькими неаллельными генами. При этом два и более доминантных гена в равной степени влияют на проявление одного и того же признака. Как правило, полимерные гены обозначаются одной и той же буквой с указанием порядкового номера: A_1A_1 и a_1a_1 ; A_2A_2 и a_2a_2 .

По типу полимерии наследуются многие количественные признаки – интенсивность роста, масса и др. Полимерия имеет биологическое значение: признаки, контролируемые несколькими полимерными генами, являются более стабильными, чем те, которые определяются одним геном.

У человека многие нормальные морфологические и физиологические, а также ряд патологических признаков контролируются полимерными генами – цвет кожи, масса тела, величина артериального давления, атеросклероз и др. Формирование этих признаков подчиняется закономерностям полигенного наследования и зависит, в значительной степени, от факторов среды.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. В каждом организме одновременно функционируют много аллельных и неаллельных генов.
2. Аллельные и неаллельные гены взаимодействуют друг с другом, что приводит к отклонениям от классических менделевских расщеплений.
3. Генотип представляет собой интегрированную систему генов, а фенотип является результатом взаимодействия генов друг с другом, а также с внешней средой.



1 • Перепишите текст и дополните его необходимой информацией.

На проявление некоторых признаков влияет взаимодействие генов. Различают взаимодействие _____ и _____ генов.

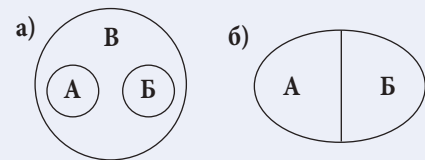
В случае аллельного взаимодействия гены расположены в _____ хромосомах и занимают одинаковые _____. В процессе мейоза аллельные гены распределяются в _____ гаметы. К этому типу относятся _____ и _____.

При неаллельном взаимодействии гены занимают разные _____ и находятся в _____ хромосоме или в _____ хромосомах. К этому типу относятся _____ и _____.

2 • Представьте в виде таблицы особенности наследования признаков для каждого из типов взаимодействия генов, применив следующий алгоритм:

- напишите определение типа взаимодействия генов;
- опишите особенности проявления признаков при данном типе взаимодействия;
- приведите не менее 3-х примеров для данного типа взаимодействия.

3 • Выберите из текста понятия, которые соответствуют изображенным справа кругам Эйлера.



4 • Составьте информационный листок для тех, кто хочет выращивать растения ночной красавицы на трех отдельных участках так, чтобы на каждом участке цветки растений были одного и того же цвета.

5 • Сравните генотипы растений ночной красавицы и укажите, какого цвета должны быть цветки у родительских форм, чтобы в потомстве получить три типа растений: с белыми, красными и розовыми цветками.

6 • Заполните в тетради следующую схему:



7 • Разработайте морфологическую карту на основе представленной информации и дополните каждую из колонок таким образом, чтобы в ней было не менее 10 понятий.

Артериальное давление, цистинурия, группы крови человека, окраска цветков у ночной красавицы, цвет глаз у человека, цвет кожи, цвет шерсти у морских свинок, вес тела, серповидно-клеточная анемия.

8 • Аргументируйте при помощи метода графов (см. с. 176) следующее утверждение: Полимерные гены определяют стабильность организма человека.

Наследование групп крови

Наследование групп крови у человека отличается сложностью и разнообразием систем. Многолетние исследования показали, что существуют различные системы групп крови, в контроль которых вовлечено более 60 групп генов (например, система АВ0, Rh, Льюиса, Келла, Дюффи, Кида и др.).

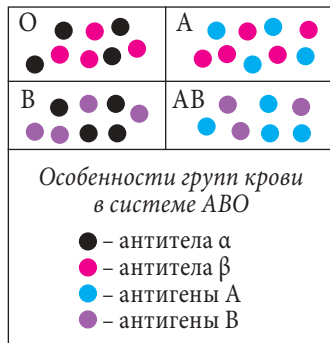
Одной из наиболее известных среди них является система АВ0. В этой системе группы крови отличаются по наличию или отсутствию антигенов А и В на поверхности эритроцитов и антител α и β – в плазме крови. Данные группы необходимо учитывать при переливании крови, т. к. неправильное переливание может привести к агглютинации эритроцитов и смерти пациента.

Группы крови в системе АВ0 контролируются тремя аллельными генами: А (A_1, A_2), В и 0, из которых первые два являются доминантными, а последний – рецессивным. Явление, когда три и более аллеля одного и того же гена определяют признак, называется **множественным аллелизмом**.

Множественные аллели возникают в результате последовательных мутаций в определенном локусе. В генотипе одного индивида могут быть только 2 аллеля из серии множественных аллелей. Возможные генотипы для групп крови в системе АВ0 представлены в таблице.

Группы крови в системе АВ0

| Фенотип (группа) | Генотип | Антигены | Антитела | Частота в Западной Европе, в % | Частота в Африке, в % |
|------------------|---------|----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
| О | ОО | – | α, β | 43 | 50 |
| А | АА; АО | А | β | 45 | 29 |
| В | ВВ; ВО | В | α | 8 | 17 |
| АВ | АВ | А; В | – | 4 | 4 |



В системе АВ0 различают четыре группы крови (фенотипа): I(0), II(A), III(B), IV(AB), которые отличаются по антигенам на поверхности эритроцитов и антителам в плазме крови.

Фенотип I(0) характеризуется отсутствием антигенов А и В, но в плазме крови есть антитела α и β . У лиц с фенотипом II(A) на поверхности эритроцитов есть антигены А, а в плазме – антитела β . Для фенотипа III(B) характерно наличие антигена В и антител α . Группа крови IV(AB) обусловлена присутствием на поверхности эритроцитов обоих антигенов (А и В), но в плазме крови нет антител α и β (см. схему).

Система АВ0 имеет важное значение, и ее следует учитывать при переливании крови. Так, лицам с группой А нельзя переливать кровь группы В и наоборот.

В рамках группы А выделяют 2 подгруппы: A_1 и A_2 . Подгруппа A_1 характеризуется более сильным взаимодействием с антителами плазмы крови групп В и 0, в то время как для эритроцитов группы A_2 – эта реакция намного слабее. Это объясняется тем, что в этой паре (A_1, A_2) ген A_1 – сильнее.

Аллели А и В являются доминантными и проявляются с одинаковой силой в генотипе АВ. Это явление называется **кодминированием** (см. схему).

Кодминирование проявляется и в системе MN, открытой в 1927 году. Эта система контролируется двумя доминантными аллелями М и N, локализованными в 4-й хромосоме. Антигены, контролируемые этими генами, представляют собой гликопротеины.

Р ♀ AO × ♂ BO

| | | |
|---|----|----|
| | В | О |
| А | АВ | АО |
| О | ВО | ОО |

F₁

Кодминирование в системе АВ0

В этой системе нет рецессивных аллелей, а только два доминантных, которые проявляются совместно, т. е. кодоминируют. Таким образом, различают три возможных генотипа: MM, NN, MN.

Среди жителей Европы генотип MM встречается с частотой 36 %, генотип NN – 16 %, а генотип MN – 48 %.

Система MN находит применение в определении отцовства (в комплексе с другими методами). Если оба родителя гетерозиготны, в потомстве могут быть следующие генотипы и фенотипы:

$$P \quad \text{♀ MN} \times \text{♂ MN}$$

| | | | |
|---------|-----|-----|-----|
| генотип | 1MM | 2MN | 1NN |
| фенотип | M | MN | N |
| | 25% | 50% | 25% |

В случае, если у мамы генотип MM, а у ребенка MN, мужчина MM исключается из отцовства.

| Генотип | Фенотип |
|---------|---------|
| MM | M |
| NN | N |
| MN | MN |

Группы крови в системе MN

В некоторых случаях на наследование групп крови в системе АВ0 влияет эпистаз. Это явление получило название «бомбейского фенотипа» и заключается в следующем. Проявление генов В и А зависит от эпистатического гена, который имеет два аллеля – Н и h. В случае, когда лица имеют в генотипе наряду с генами В и А два рецессивных аллеля h в гомозиготном состоянии (hh), эти группы крови не проявляются. Этот рецессивный аллель в гомозиготном состоянии (hh) влияет и на проявление аллеля 0. В данном случае выделяют новый фенотип – «бомбейский фенотип» (см. схему).

$$P \quad \text{♀ BOHh} \times \text{♂ BOHh}$$

| | | | | |
|----|------|------|------|------|
| | BH | OH | Bh | Oh |
| BH | BBHH | BOHH | BBHh | BOHh |
| OH | BOHH | OOHH | BOHh | OOHh |
| Bh | BBHh | BOHh | BBhh | BOhh |
| Oh | BOHh | OOHh | BOhh | OOhh |

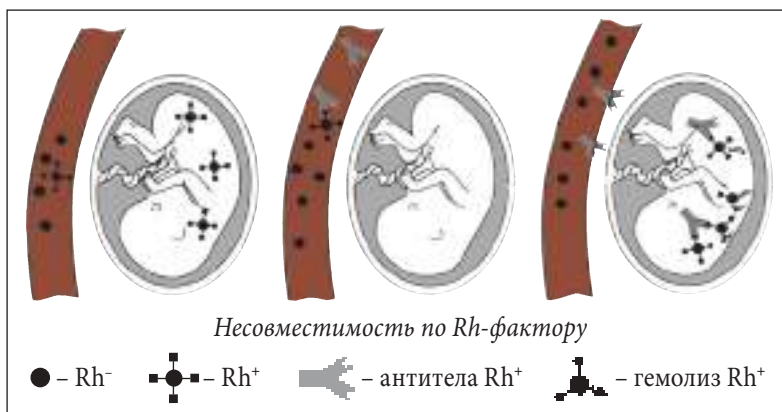
Наследование групп крови в системе АВ0 в случае эпистазии

Принцип наследования групп крови в системе АВ0 находит широкое применение в медицине и антропологии, а также может быть использован в судебной медицине для определения отцовства. Но следует учитывать тот факт, что по группам крови нельзя с абсолютной точностью установить отцовство, а можно лишь утверждать о возможном отцовстве данного мужчины.

85 % индивидов в популяции человека имеют на поверхности эритроцитов фактор Rh. Они называются *резус-положительными* (Rh⁺), в то время как 15 % не имеют этого фактора в крови и являются *резус-отрицательными* (Rh⁻).

Резус-фактор также следует учитывать при переливании крови. Если Rh-отрицательному человеку перелить Rh-положительную кровь, в плазме крови реципиента образуются специфические антитела анти-Rh. Как следствие, при повторном переливании Rh-положительной крови наблюдается агглютинация эритроцитов, что может привести к смерти реципиента.

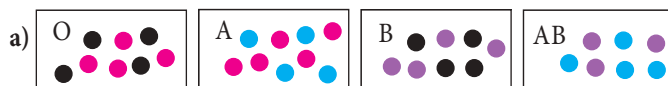
Сходное явление наблюдается и в случае несовместимости по Rh-фактору между плодом и материнским организмом во время беременности. Это происходит, когда в организме Rh-отрицательной женщины развивается Rh-положительный плод. Антиген Rh проникает через плаценту в кровеносную систему матери, где образуются соответствующие антитела. При следующей беременности они, попадая в кровь Rh-положительного плода, могут вызвать гемолитическую болезнь новорожденного.





- 1** • Перепишите в тетрадь следующие утверждения, заполнив пропуски.
- а) Группа крови 0 характеризуется наличием антител _____ и _____ в плазме крови и _____ антигенов на поверхности эритроцитов.
 - б) Группа крови А характеризуется наличием антигена _____ на поверхности эритроцитов и антитела _____ в плазме крови.
 - в) Группа крови В характеризуется наличием антигена _____ на поверхности эритроцитов и антитела _____ в плазме крови.
 - г) Группа крови АВ характеризуется наличием антигенов _____ и _____ на поверхности эритроцитов и _____ антител в плазме крови.

- 2** • Исключите лишнее и обоснуйте свой выбор.



б) MM, MN, NN, OO.

- 3** • Разработайте схему наследования групп крови и фактора Rh для ваших родителей.

- 4** • Напишите очерк из 10–15 предложений, в котором объясните явление несовместимости по фактору Rh.

- 5** • Озаглавьте рисунок.



- 6** • Решите следующие ситуационные задачи, используя метод графов (см. с. 176):

- а) Ваша приятельница родила ребенка, а ее муж не признает своего отцовства.
 - Предложите рекомендации для определения отца ребенка.
- б) Ваша сестра ждет ребенка. Она Rh⁻, а её муж Rh⁺.
 - Что вы ей посоветуете?



QR 1.10.1

- 7** • Разработайте для себя недельный режим поведения в зависимости от своей группы крови, опираясь на информацию под штрихкодом QR 1.10.1.

Одним из основных свойств живых организмов является изменчивость – способность приобретать новые признаки под действием факторов среды. Именно изменчивость обеспечивает генотипическое и фенотипическое разнообразие в популяции и отличия между особями.

Классификация изменчивости

Изменчивость подразделяется на наследственную и ненаследственную (модификационную).

1. Ненаследственная (негенетическая) изменчивость

- не затрагивает генетический материал (в пределах нормы реакции данного признака);
- возникает в ответ на изменения факторов среды (количество осадков, интенсивность освещения, запасы питания и др.) или является результатом фенотипической экспрессии генотипа в ходе индивидуального развития организма;
- обеспечивает адаптацию организмов к меняющимся условиям среды обитания;
- не передается по наследству.

2. Наследственная (генетическая) изменчивость

- затрагивает генетический материал (хромосомы, ДНК);
- является результатом мутаций и генетических рекомбинаций;
- обеспечивает адаптацию и эволюцию организмов;
- передается по наследству.

Наследственная изменчивость включает в себя два вида:

- 2.1. *мутационная* – связана с изменениями на уровне генов или хромосом, которые возникают спонтанно или под действием различных факторов среды;
- 2.2. *рекомбинативная* – обусловлена новыми сочетаниями генетического материала, как следствие кроссинговера (внутрихромосомная рекомбинация), случайного распределения хромосом в анафазе мейоза (межхромосомная рекомбинация) и/или гамет в момент оплодотворения (геномная рекомбинация).

Мутации (от лат. *mutatio* – изменение) представляют собой стойкие, внезапные, передающиеся по наследству изменения в генетическом материале.

Классификация мутаций

По типу измененного субстрата (механизму)

1. Генные мутации

- нарушают структуру и функции гена;
- изменяют рамку считывания генетической информации;
- определяют синтез измененных (мутантных) белков.

1.1. Замены – замена одного (нескольких) оснований на другое (другие):

1.1.1. *транзиции* – замена одного основания на другое того же типа ($A \rightleftharpoons G$; $T \rightleftharpoons C$);

1.1.2. *трансверсии* – замена пуринового основания на пиримидиновое и наоборот ($A \rightleftharpoons T$ или $A \rightleftharpoons C$; $G \rightleftharpoons T$ или $G \rightleftharpoons C$).

1.2. Делеция – выпадение одной или нескольких пар оснований.

1.3. Инсерции – вставка пары оснований.

2. Хромосомные мутации

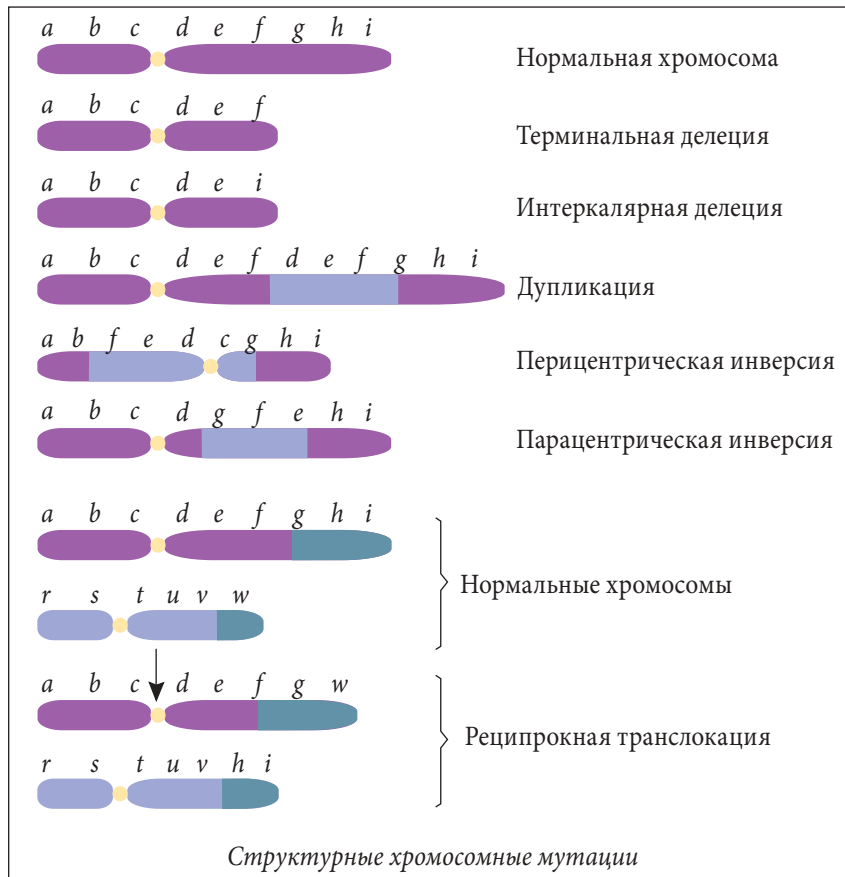
2.1. Структурные – нарушения в структуре хромосом;

2.1.1. *делеции* – потеря участка хромосомы;

2.1.2. *инверсии* – поворот участка хромосомы на 180°;

2.1.3. *дупликации* – удвоение фрагмента хромосомы;

2.1.4. *транслокации* – обмен участками между двумя негомологичными хромосомами.



2.2. **Численные** (геномные) – изменения числа хромосом (чаще встречаются у растений):

2.2.1. *полиплоидия* – кратное (3,4,5...n) увеличение гаплоидного числа хромосом;

а) *аутополиплоидия* – полиплоидные формы содержат наборы хромосом одного и того же вида (пшеница, сахарная свекла и др.);

б) *аллополиплоидия* – полиплоидные формы содержат хромосомные наборы разных видов (гибрид между капустой и редькой и др.);

2.2.2. *анеуплоидия* – некрatное увеличение числа хромосом (синдромы Тернера (2 n=45), Клайнфельтера (2 n=47), Дауна (2 n=47) у человека).

По происхождению

1. **Спонтанные мутации (природные)**

- вызваны естественными природными факторами (температура, естественная радиация);
- имеет частоту около 10^6 – 10^7 .

2. **Индукцированные мутации (экспериментальные)**

- индуцированы человеком в экспериментальных условиях с использованием мутагенных факторов.

Значение мутаций:

- обеспечивают генетическое разнообразие популяций;
- служат источником материала для отбора в процессе эволюции;
- применяются для получения новых штаммов микроорганизмов и сортов растений с новыми полезными свойствами.

Следует отметить, что в отношении эволюционного значения мутаций нет единого мнения. Некоторые ученые (например, Гюго де Фриз) признавали мутации основным фактором биологической эволюции, в то время как другие считают, что мутации из-за своего отрицательного действия на жизнеспособность организма не могут способствовать их эволюции.

Различные типы мутаций имеют разное значение. Основным источником изменчивости с эволюционной точки зрения являются генные мутации. Они обогащают генофонд человека, образуя новые аллели для одного и того же локуса, а это определяет появление новых признаков.

Мутации могут быть случайными и в то же время необходимыми. Случайный характер обусловлен большим количеством генов и тем фактом, что нет строгой зависимости типа и частоты мутаций от условий жизни организма. Необходимость мутации связана с направленным характером процессов, во время которых они возникают и поддерживаются (транскрипция, распределение хромосом во время деления).

Эволюционное значение мутаций зависит от конкретных условий существования организмов. Вредная в одних условиях мутация может стать полезной в других. Большинство мутаций, будучи рецессивными, не проявляются фенотипически в гетерозиготном состоянии. Тем не менее, они обогащают генофонд популяции, создавая предпосылки для генетических рекомбинаций в пределах популяции.



- 1 • Перепишите в тетрадь следующие утверждения и дополните их пропущенной информацией.
 - а) Способность каждого _____ приобретать новые _____ под действием факторов среды называется _____.
 - б) Групповая изменчивость представляет собой отличия между _____, а индивидуальная изменчивость — отличия между _____ в пределах одного и того же _____.
 - в) _____ изменчивость затрагивает наследственный материал и может быть _____ и _____, в то время как _____ изменчивость не затрагивает _____ материал и не передается по _____.

- 2 • Представьте в виде логически структурированной схемы:
 - а) типы изменчивости;
 - б) типы мутаций.

- 3 • Разработайте постер, в котором отразите области применения мутагенеза.

- 4 • Исключите лишнее и обоснуйте свой выбор.

трансверсии, делеции, инверсии, дупликации,
транслокации

- 5 • Проанализируйте при помощи метода треугольника ОСС (см. с. 176) синтагму:
Мутации — это эволюция или опасность?

- 6 • Подготовьте в формате *Power Point* (или любом другом) презентацию на 5–7 минут об одной из мутаций (по выбору), опираясь на информацию под штрихкодом QR 1.11.1 и отразив в ней:
 - тип мутации;
 - специфические изменения в генетическом материале;
 - патологические признаки на уровне организма.



QR 1.11.1

- 7 • Приведите аргумент в поддержку следующего утверждения:
Мутации являются источником эволюции организмов.

Мутагенные факторы

Мутации возникают под действием факторов среды, которые называются **мутагенными факторами**. Их можно разделить на три группы – физические, химические и биологические мутагены.

1. Физические мутагенные факторы (радиация, критические температуры, ультразвук)

Особое значение среди физических мутагенов имеет радиация. Различают неионизирующую и ионизирующую радиацию.

Неионизирующая радиация (УФ-лучи):

- определяет фотохимические реакции;
- вызывает генетические изменения на уровне ДНК;
- широко используется в селекции микроорганизмов.

Ионизирующая радиация (рентгеновские лучи, γ -лучи, α -частицы, β -частицы):

- воздействуют на растительные и животные ткани, вызывая изменения в наследственном материале;
- индуцирует радиолиз воды и образование перекиси водорода;
- подавляет деление клеток;
- вызывает многочисленные нарушения на уровне ДНК и/или хромосом.

Существует несколько единиц измерения радиации:

а) *рентген* – 1 рентген равен количеству радиации, необходимой для образования $2,08 \times 10^9$ пар ионов в 1см^3 воздуха при 0°C и давлении 760 мм рт.ст.

б) *рад* (*поглощенная доза излучения*) – 1 рад представляет собой энергию, поглощенную в виде ионизирующих излучений и равную 10^{-2} Дж/кг;

в) *грей* (Гр) – единица измерения поглощенной дозы ионизирующего излучения в системе СИ. Один грей равен дозе, полученной облученным организмом при поглощении 1Дж/кг (1 Гр = 100 рад).

Живые организмы обладают определенной чувствительностью к радиации, которая неодинакова у разных организмов. Для характеристики чувствительности организмов к радиации используются два показателя:

а) *летальная доза 100* (ЛД 100) – доза, которая вызывает гибель всех облученных организмов в течение 30 дней;

б) *летальная доза 50* (ЛД 50) – доза, при которой в течение 30 дней погибают 50 % облученных организмов.

В таблице указаны летальные дозы 50 для различных видов растений и животных.

Летальная доза 50 (ЛД 50) для некоторых видов организмов

| Вид | ЛД 50 (рад) |
|-----------|--------------|
| Человек | 450 |
| Мышь | 550 |
| Заяц | 950 |
| Дрозфила | 46000 |
| Инфузория | 350000 |
| Картофель | 5000 |
| Фасоль | 8000 |
| Рожь | 10000–15000 |
| Томаты | 30000–40000 |
| Капуста | 75000–100000 |

Эффект радиации зависит от ряда факторов, среди которых:

- природа вида (см. таблицу);
- этап онтогенеза (молодые растения более чувствительны к радиации, чем взрослые растения);

- степень специализации клетки (дифференцированные клетки отличаются большей устойчивостью, чем меристематические);
- число хромосом (с увеличением числа хромосом в кариотипе возрастает устойчивость организма к радиации);
- различные факторы среды (температура, концентрация газов, влажность и др.).

2. Химические мутагенные факторы (алкилирующие соединения, аналоги пуринов и пиримидинов и др.)

Алкилирующие соединения (иприт, этиленамин, митомицин, формальдегид и др.):

- блокируют клеточное деление;
- вызывают ошибки в репликации ДНК;
- индуцируют удаление пуриновых оснований.

Аналоги пуринов и пиримидинов (5-бромурацил, 2-аминопурин и др.):

- индуцируют замены в ДНК, т. к. включаются в состав ДНК, замещая нормальные азотистые основания.

Другие химические мутагены (формалин, пестициды, нитраты, тяжелые металлы и др.):

- обладают ярко выраженным мутагенным эффектом;
- имеют специфический механизм действия;
- в определенных условиях некоторые химические мутагены имеют также и антимуtagenный эффект;
- некоторые химические вещества (супермутагены) значительно увеличивают (примерно в 100 раз) спектр генных мутаций.

Химические вещества, обладающие мутагенным эффектом, применяются в различных областях промышленности, сельского хозяйства, медицины. Они поступают в воздух, почву и воду. В таблице представлены допустимые нормы (ДН) для различных химических веществ.

Допустимые нормы (ДН) для некоторых химических веществ

| Химическое вещество или элемент | ДН в воде (мг/л) | ДН в воздухе (мг/м ³) | ДН в почве (мг/кг) |
|---------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Свинец (Pb) | 0,1 | 0,0003 | 30,0 |
| Стронций (Sr) | 50,0 | - | - |
| Хром (Cr) | 0,5 | 0,0015 | - |
| Фенолы | 0,001 | - | - |
| Медь (Cu) | 1,0 | - | 3,0 |
| Ацетон | - | 0,35 | - |
| Формальдегид | - | 0,0030 | - |
| Уксусная кислота | - | 0,06 | 0,06 |
| Нитраты | - | - | 130,0 |
| Хлорид калия (KCl) | - | - | 560,0 |

Мутагенные вещества могут попадать в ткани растений и животных как прямо, так и косвенным путем.

Пестициды, наряду с индуцированием мутаций, могут поражать ЦНС человека, вызывая различные психические расстройства.

Некоторые минеральные удобрения (нитраты, нитриты) отрицательно влияют на развитие организма человека и вызывают различные хромосомные мутации и нарушения в центральной нервной системе. Повышение концентрации этих веществ вызывает головную боль, тошноту, обмороки и т.д.

3. Биологические мутагенные факторы (вирусы, микоплазмы):

- индуцируют различные мутации на уровне ДНК и хромосом;
- поражают различные группы организмов (растения, животные, микроорганизмы);

В природных сообществах организмов существуют различные вирусы и микоплазмы, которые могут влиять на наследственность организмов.

Для уменьшения вредного действия мутагенных веществ могут быть использованы некоторые химические соединения и физические факторы, стимулирующие физиологические и биохимические процессы в живых организмах. Они называются **антимутагенами**. Природа антимутагенов очень разнообразна (см. таблицу).

Некоторые группы антимутагенов

| Группа | Примеры |
|-------------------------|--|
| Витамины | А (ретинол), С (аскорбиновая кислота), Е (токоферол) |
| Ферменты | Каталазы, полимеразы, нуклеазы |
| Лекарственные препараты | Сульфаниламиды, стрептомицин |
| Аминокислоты | Глутаминовая кислота, аргинин, гистидин |
| Ингибиторы радикалов | Фенолы, галлиевая кислота |
| Неионизирующие агенты | УФ лучи, лазерные лучи |

В качестве антимутагенов могут быть использованы также некоторые продукты животного происхождения, например: рыба, молоко, сливочное масло и др.

Антимутагены выполняют различные функции:

- сокращают частоту хромосомных нарушений;
- усиливают процессы репарации ДНК;
- нейтрализуют действие различных мутагенов;
- активируют ферментные системы клетки, которые участвуют в детоксикации вредных веществ.

Из сказанного можно заключить, что мутагенные факторы существенно нарушают наследственный материал организмов и являются опасными для их жизнедеятельности. С этой точки зрения особое значение имеет своевременное тестирование возможных мутагенных веществ и разработка методов предотвращения их отрицательного влияния на живые организмы.

Однако мутации могут иметь и положительное значение (экспериментальный мутагенез) и широко используются в практической деятельности человека для получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов и сортов растений. Так, путем экспериментального мутагенеза были получены штаммы *Penicillium crysogenum*, интенсивно синтезирующие пенициллин, а также тетраплоидные сорта винограда с высокой урожайностью.

Основными источниками загрязнения окружающей среды являются радиация, отходы промышленного и сельскохозяйственного производства, химические вещества антропогенного происхождения (лекарства, пестициды, пищевые вещества, моющие средства, косметические препараты, рекомбинантные молекулы ДНК). Многие из этих веществ через воздух, воду, почву или ряд организмов попадают в организм человека и вызывают различные мутации.

Например, после атомных взрывов в Японии (1945) у 18,7 % беременных женщин наблюдались спонтанные аборт, 23,3 % детей родились мертвыми, а 26 % погибли сразу после рождения.

Катастрофа в Чернобыле (1986) повлекла за собой резкое увеличение частоты врожденных аномалий у новорожденных.

Широко применяемые в сельском хозяйстве пестициды (гербициды, инсектициды, фунгициды) могут накапливаться в окружающей среде (в растениях, воде, почве) и индуцировать различные мутации.

Вредным действием обладают и некоторые консерванты, используемые в пищевой промышленности, лекарственные препараты, красители тканей и др.

В рамках генетического мониторинга проводится анализ мутагенного потенциала различных химических веществ, физических и биологических факторов. Для этого в качестве тест-систем используют ряд организмов, отличающихся простой организацией и неприхотливостью к условиям выращивания. К ним относятся некоторые грибы, бактерии и др. В последнее время все более широкое применение находят культуры растительных и животных клеток *in vitro*.



- 1** • Дополните соответствующей информацией. (Задание выполняется в тетради.)

| Типы мутагенных факторов | Примеры | Воздействие на наследственный материал |
|--------------------------|---------|--|
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- |

- 2** • Классифицируйте мутагенные факторы в виде логической схемы.
- 3** • Разработайте рацион и режим питания для людей, работающих в зоне повышенной радиации.
- 4** • Обведите букву И (истинно), если вторая часть утверждения подтверждает первую часть, в противном случае — Л (ложно). Если вы обвели букву Л, напишите правильный вариант утверждения. (Задание выполняется в тетради.)
- | | | |
|--|---|---|
| а) Пестициды могут вызывать психические отклонения, так как влияют на нервную систему. | И | Л |
| б) Ионизирующая радиация может влиять на процесс роста растений, так как подавляет деление клеток. | И | Л |
- 5** • Выполните анализ методом SWOT на тему:
Влияние применяемых в сельском хозяйстве пестицидов на организм человека.
- 6** • Сгруппируйте триадами данные понятия. Укажите критерии, по которым вы распределили их по группам.

радиация, ферменты, ретинол, медь, фенол,
рентгеновские лучи, пестициды, витамины, α-частицы,
свинец, аминокислоты, токоферол, альфа-лучи, хром

- 7** • Подготовьте презентацию в *Power Point* об отрицательном воздействии алкоголя на наследственный материал человека, опираясь на информацию под штрихкодом QR 1.12.1



QR 1.12.1

- 8** • Дайте оценку описанной ситуации и сформулируйте для вашего друга рекомендации с целью уменьшения действия мутагенных факторов среды, иллюстрируя свой ответ с помощью метода графов (см. с. 176).

Ваш друг устроился на лето работать на предприятие, которое использует в технологическом процессе мутагенные факторы.

Нормальная наследственность человека

У человека, как и у других организмов, генетический материал представлен ДНК, локализованным в ядре. Все наследственные признаки контролируются генами, локализованными в ДНК. По современным данным число генов человека составляет около 30 000. Но только очень небольшая часть этих генов является активными на определенном этапе онтогенеза.

Гены, определяющие признаки человека, расположены в хромосомах. Совокупность хромосом индивида формирует его **кариотип**.

Кариотип человека включает 46 хромосом, из которых 44 – аутосомы и 2 – половые хромосомы (XX и XY).

В зависимости от положения центromеры и морфологических особенностей, хромосомы человека делят на 7 групп, обозначаемых буквами латинского алфавита от А до G (см. таблицу).

Классификация хромосом человека

| Группа хромосом | Пары хромосом |
|-----------------|---------------|
| A | 1-3 |
| B | 4-5 |
| C | 6-12, X |
| D | 13-15 |
| E | 16-18 |
| F | 19-20 |
| G | 21-22, Y |

Моногенное наследование контролируют более 5 500 генов, из которых около 1000 определяют нормальные признаки, а 4500 – патологические признаки человека. В представленной ниже таблице показаны некоторые нормальные признаки человека, которые наследуются по аутосомному доминантному или рецессивному типам.

Моногенные аутосомные признаки человека

| Доминантные | Рецессивные |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Карие глаза | Голубые глаза |
| Каштановые волосы | Белокурые волосы |
| Курчавые волосы | Прямые волосы |
| Большой нос | Маленький нос |
| Наличие веснушек | Отсутствие веснушек |
| Абсолютный музыкальный слух | Отсутствие музыкального слуха |
| Большие уши | Маленькие уши |

Некоторые признаки человека контролируются генами, расположенными в хромосомах X и Y, и наследуются сцеплено с полом. Есть признаки, которые определяются аутосомными генами, но их фенотипическое проявление зависит от пола. Например, облысение у мужчин проявляется как у гомозигот (сс), так и у гетерозигот (Cc), в то время как у женщин этот признак проявляется только в гомозиготном состоянии (сс).

В хромосоме Y расположен ген SRY (*определяющий пол участок хромосомы Y*), контролирующей синтез фактора развития семенников и определяющий развитие первичных гонад по мужскому типу.

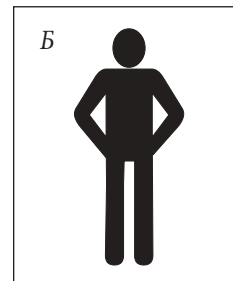
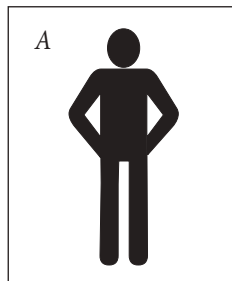
Некоторые признаки человека являются полигенными, т. е. контролируются несколькими парами аллельных генов, которые могут взаимодействовать друг с другом (см. дополнительный материал на с. 40–43). При полигенном наследовании действие каждого гена усиливается (аддитивный эффект), и степень проявления признака зависит от количества доминантных генов в генотипе. По этому типу, как правило, наследуются количественные признаки.

Аллельные пары генов, расположенных в разных хромосомах, специфическим образом взаимодействуют друг с другом.



1 • Перечислите особенности кариотипа человека.

2 • Укажите на рисунке *А* доминантные признаки человека, а на рисунке *Б* — рецессивные, используя соответствующие цвета. (Задание выполняется в тетради.)



3 • Выберите правильные варианты ответа для следующих утверждений:

I. К моногенным аутосомно-рецессивным признакам человека относятся:

- а) карие глаза;
- б) каштановые волосы;
- в) абсолютный музыкальный слух;
- г) отсутствие веснушек.

II. К моногенным аутосомно-доминантным признакам человека относятся:

- а) прямые волосы;
- б) маленький нос;
- в) большие уши;
- г) маленькие уши.

4 • Подготовьте наглядное пособие, отражающее нормальную наследственность человека.

5 • Разработайте учебную карточку, в которой представьте свои личные моногенные аутосомные признаки.

6 • Объясните, используя информацию урока о сцепленных с полом признаках, проявление одного из таких признаков на примере членов вашей семьи.

7 • Сформулируйте одну закономерность полигенного наследования у человека, используя ключевые слова из текста урока.

8 • Оцените ситуацию и выразите свое отношение к ней, используя метод «Думающие шляпы, или Шляпы мышления».

Ваша сестра — певица с абсолютным музыкальным слухом. Ее муж — также обладатель абсолютного музыкального слуха. В их семье родился ребенок, который, по мнению специалистов, не отличается абсолютным музыкальным слухом. Родители в недоумении.

В специальной литературе (генетической, медицинской) используют различные понятия для описания патологий человека: наследственные, генетические, семейные, врожденные болезни. Рассмотрим, чем они отличаются.

Генетические болезни представляют собой заболевания, связанные с нарушениями в генетическом материале. Для генетических болезней существенным является не факт передачи по наследству, а то, что причиной болезни являются изменения в генетическом аппарате. Это понятие более широкое и включает в себя и наследственные болезни.

Наследственные болезни – это патологии, которые передаются от родителей к детям, за исключением случаев летального исхода и стерильности носителей болезни. Причиной этих болезней являются генные и хромосомные мутации.

Семейные болезни – это болезни, встречающиеся у многих членов данной семьи. Они могут быть наследственными, но также могут быть вызваны и другими, негенетическими факторами, например: общими вредными привычками, недостатком питания, общими неблагоприятными условиями жизни и др. В последнем случае они не передаются по наследству.

Врожденные аномалии включают различные нарушения развития, которые проявляются при рождении. Они обусловлены целым рядом факторов, которые действуют во время беременности, например:

- наследственные нарушения;
- некоторые инфекционные болезни (корь, краснуха);
- гормональные нарушения;
- возраст будущей мамы (до 16 лет и после 45);
- недостаточное питание (авитаминозы);
- облучение;
- химические мутагены (тяжелые металлы, пестициды и др.).

Наследственные болезни распространены в популяциях всех стран, но частота их неодинакова в разных географических зонах. Например, полидактилия (многопалость) встречается среди европейцев с частотой 0,5 %, а у жителей африканского континента – с частотой 6,2 %. В то же время частота врожденных аномалий намного выше в Европе в связи с высокой индустриализацией этих стран.

Наследственные болезни можно разделить на две группы – *генные* и *хромосомные*. *Генные болезни*, в свою очередь, делятся на ауtosомные (контролируются генами, расположенными в ауtosомах) и гетеросомные, или гоносомные (определяются генами половых хромосом). Эти болезни могут наследоваться по доминантному или рецессивному типу.

В патологии человека описан целый ряд болезней, вызванных мутациями с доминантным или рецессивным фенотипическим проявлением. Ниже приведены примеры некоторых из них.

Ауtosомно-доминантные болезни:

- ахондроплазия – нарушения роста длинных трубчатых костей, как следствие – низкий рост;
- арахнодактилия – удлинение и утончение костей, тонкие «паучьи» пальцы;
- брахидактилия – укороченные фаланги пальцев;
- хорея Гентингтона – прогрессирующая дегенерация нервной системы (проявляется после 35–50 лет);

Ауtosомно-рецессивные болезни:

- альбинизм – отсутствие меланина в клетках кожи (у больных наблюдается высокая чувствительность к УФ-облучению и повышенный риск развития рака кожи);
- алкаптонурия – темный цвет мочи у новорожденных, артриты, как следствие нарушений в метаболизме;
- болезнь Тея-Сакса – гипотония мышц, психомоторные нарушения;
- фенилкетонурия – метаболические и психические нарушения, умственная отсталость из-за накопления аминокислоты фенилаланина в клетках организма;
- галактоземия – нарушения метаболических процессов в печени, почках, головном мозге.

Существует ряд генных болезней, сцепленных с X или Y хромосомами.

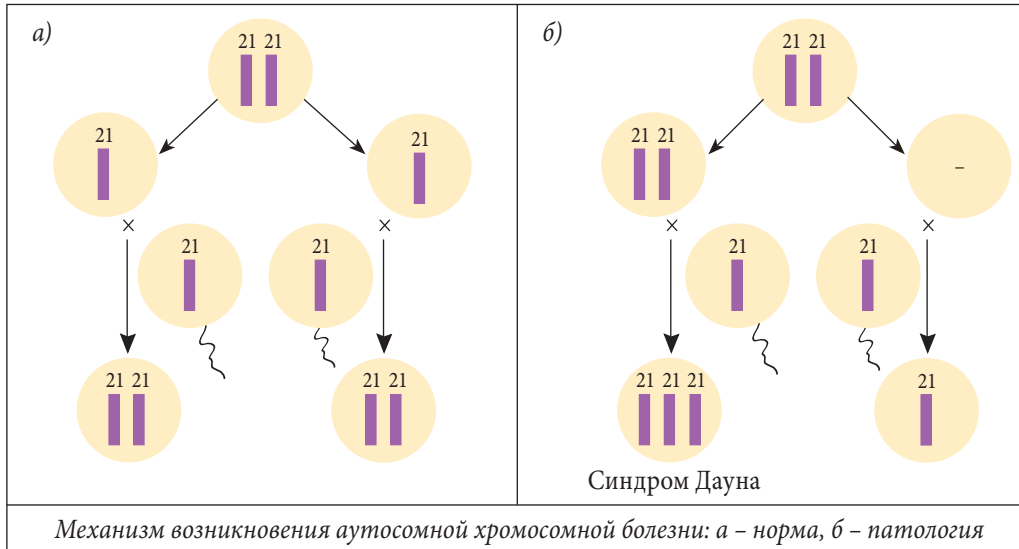
Доминантные X-сцепленные болезни:

- несовершенный амелогенез – нарушения зубной эмали, темные зубы;
- гипофосфатоземия – нарушения в развитии костной ткани.

Рецессивные X-сцепленные болезни:

- дальтонизм – отсутствие или нарушение цветового зрения;
- гемофилия – отсутствие фактора свертывания крови;
- миопатия Дюшенна – прогрессирующая мышечная дистрофия.

Хромосомные болезни бывают численные и структурные. Причиной структурных являются делеции, инверсии или дупликации участков хромосом. Численные хромосомные болезни вызваны отсутствием или наличием одной или нескольких хромосом в кариотипе. Наиболее часто встречаются трисомии (наличие дополнительной хромосомы) и моносомии (потеря одной хромосомы). Эти болезни могут быть как аутосомными, так и гетеросомными (гоносомными).



В ходе эволюции сформировался стабильный кариотип человека, который в норме составляет $2n = 46$ хромосом. Любое отклонение от нормального числа или нарушения в структуре хромосом влекут за собой серьезные последствия на уровне фенотипа, часто являясь несовместимыми с жизнью (летальными) или вызывая наследственную болезнь. Частота хромосомных нарушений составляет около 1 % у новорожденных. В период 8–12 недель внутриутробного развития около 3% эмбрионов имеют различные хромосомные аномалии. 30–50 % спонтанных аборт являются следствием мутации хромосом.

Причиной численных хромосомных болезней являются нарушения в распределении хромосом, которые происходят в мейозе во время миграции хромосом к полюсам клетки (нерасхождение хромосом, анафазное отставание).

К факторам, вызывающим хромосомные болезни, относятся: ионизирующая радиация; некоторые лекарственные препараты и контрацептивы; вирусные болезни; недостаток питания (например, молодые женщины в концентрационных лагерях во время Второй мировой войны часто рожали детей с синдромом Дауна); эндокринные расстройства; возраст родителей, в первую очередь, матери (после 35 лет увеличивается риск рождения детей с хромосомными болезнями).

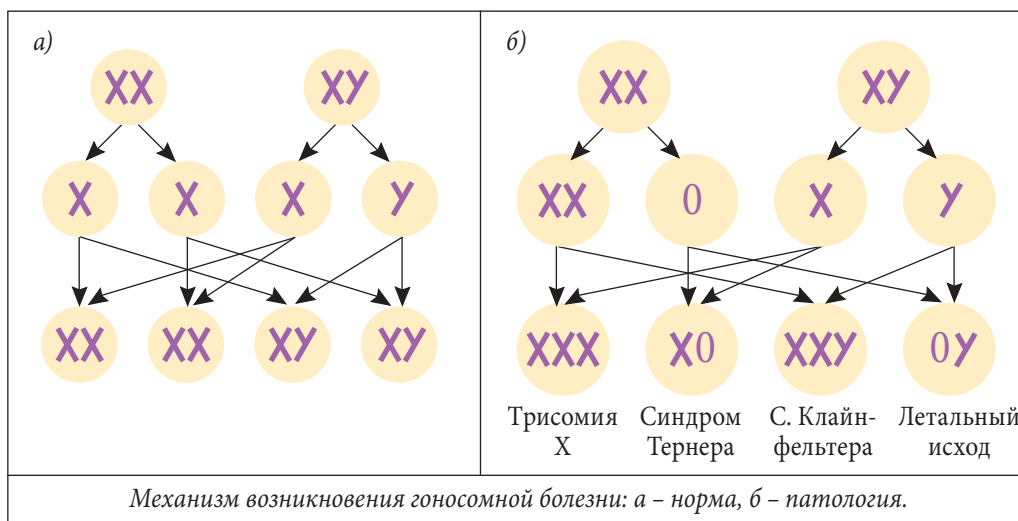
Среди аутосомных болезней наиболее часто встречаются и хорошо изучены трисомии (наличие дополнительной хромосомы): трисомия 21 (синдром Дауна), трисомия 13 (синдром Патау) и трисомия 18 (синдром Эдвардса).

Синдром Дауна является самой распространенной хромосомной болезнью, частота его составляет 1:500–1:700. Болезнь впервые была описана английским врачом Джоном Дауном в 1866 году. Позднее, в 1957–1959 гг., французские ученые Реймон Торпен и Жером Лежене показали, что в кариотипе больных присутствует дополнительная 21-я хромосома.

Диагностика этой болезни не представляет для врачей трудности, т. к. у больных явно выражены следующие клинические признаки: монголоидный тип лица, низкий рост, короткие пальцы, специфич-

ческая кожная складка на ладони, умственное отставание и др. Больные, как правило, умирали до 20 лет, но в настоящее время, благодаря развитию медицины, они живут намного дольше.

Наряду с аутосомными хромосомными болезнями известны синдромы, связанные с нарушениями числа половых хромосом.



Синдром Тернера встречается только у женщин и является результатом моносомии X (кариотип больных – 45,X). Это единственный пример моносомии, совместимой с жизнью. Причиной болезни является отсутствие одной хромосомы X, как следствие нерасхождения или анафазного отставания хромосом в мейозе у одного из родителей.



Болезнь впервые была описана в 1925 году русским врачом Н. А. Шерешевским и подробно изучена в 1938 году американским эндокринологом Генри Тернером. Частота болезни составляет 1:4000–1:5000. У больных синдромом Тернера наблюдаются следующие клинические признаки: диспропорция тела (широкие плечи и узкий таз), малый рост (130–140см), «шея сфинкса» (короткая, со складками), недоразвитые яичники, повышенная эмоциональность и др.

Трисомия X наблюдается у женщин с кариотипом 47,XXX (частота болезни 1:10000). Впервые эта патология была описана в 1959 году немецким врачом А. М. Якобом. Чаще всего болезнь не проявляется фенотипически, но могут наблюдаться незначительные нарушения в развитии, расстройстве функций яичника.

Синдром Клайнфельтера встречается только у мужчин и является следствием дополнительной хромосомы X в их кариотипе (47,XXY). Частота болезни 1:1000. У больных наблюдаются следующие клинические признаки: женский тип телосложения (узкие плечи, широкий таз, отложение жира по женскому типу, слабозразвитая мускулатура), недоразвитые яички, психические расстройства. Следует отметить, что болезнь проявляется фенотипически у мальчиков только с половым созреванием.

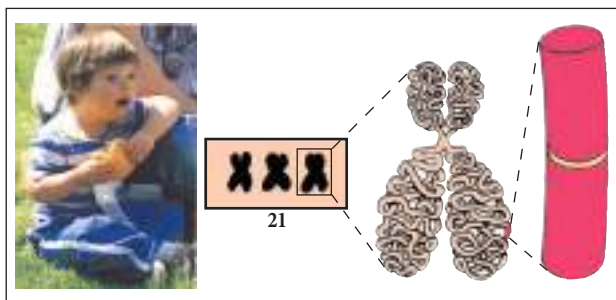
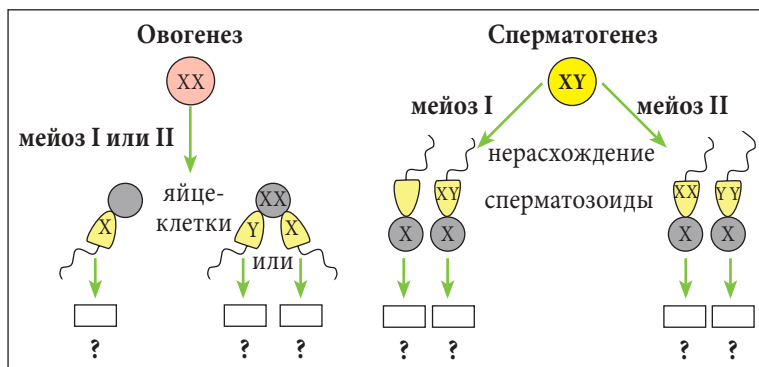
Для выявления, изучения и профилактики наследственных болезней организованы медико-генетические консультации. Они решают следующие задачи: медико-генетическое консультирование семей; пренатальная диагностика наследственных и врожденных болезней; генеалогический анализ семьи; изучение рецессивных болезней метаболизма (выявление гетерозиготных носителей); планирование здоровой семьи; пропаганда медико-генетических знаний среди населения.



1 • Напишите в тетради определения для следующих понятий: генетические болезни, наследственные болезни, семейные болезни, врожденные заболевания.

2 • Представьте наследственные болезни в виде логической схемы.

3 • Впишите в прямоугольники соответствующие кариотипы, а вместо знаков вопроса — названия хромосомных болезней. (Задание выполняется в тетради.)



4 • Охарактеризуйте представленный на изображении синдром и представьте в виде схемы механизм возникновения данного заболевания.

5 • Выберите правильные варианты ответа.

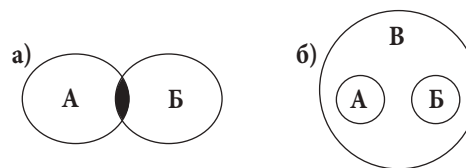
I. Какой из синдромов является гетеросомным?

- а) синдром Дауна; в) синдром Тернера;
б) синдром Эдвардса; г) синдром Патау.

II. Какое из перечисленных генных заболеваний наследуется по аутосомно-доминантному типу?

- а) фенилкетонурия; в) алкаптонурия;
б) ахондроплазия; г) альбинизм.

6 • Приведите 2–3 примера по теме урока, которые отражают представленные в круговых схемах Эйлера типы отношений.



7 • Разработайте информационный листок о значении медико-генетических консультаций и представьте его одноклассникам.

8 • Прочитайте текст «Болезни — семейное наследие», изложенный под штрихкодом QR 1.14.1, и предложите способы их профилактики на конкретном примере.



QR 1.14.1



QR 1.14.2

9 • Разработайте морфологическую карту по заинтересовавшему вас генетическому заболеванию и укажите в ней: название генетической болезни, статистические данные, тип генетической болезни, изменения, причины, клинические признаки, методы предотвращения, способы лечения и др. Используйте для этого информацию под штрихкодом QR 1.14.2.

10 • На основе анализа ситуации предложите своей беременной 39-летней тете, работающей программистом, ряд рекомендаций для снижения риска рождения ребенка с наследственной патологией. Представьте рекомендации в виде схемы «Картография».

Среди генетических дисциплин особое значение имеет генетика человека, которая изучает наследственность и изменчивость человека. Первые наблюдения и гипотезы о наследственности появились еще в глубокой древности. Гиппократ (VI–V в до н. э.) в труде «Corpus hipocraticum» рассматривал наследование некоторых признаков и болезней человека (цвет глаз, эпилепсия).

В 1814 году английский врач В. Адамс публикует «Трактат о предполагаемых наследственных свойствах болезней», в котором указывает на тот факт, что в случае возникновения наследственных заболеваний родители часто состоят в близком родстве.

Основы генетики человека были заложены английским ученым-энциклопедистом Френсисом Гальтоном, который в результате проведенного анализа сформулировал вывод о наследуемом характере многих признаков человека, в том числе связанных с психикой. В 1864 году он опубликовал две работы: «Наследование характера и таланта» и «Наследование гениальности».

Необходимо отметить, что человек – как объект генетических исследований – имеет ряд особенностей, а именно:

- невозможность экспериментальных скрещиваний и использования гибридологического анализа;
- малое количество потомков и редкая смена поколений;
- невозможность экспериментального получения чистых линий или мутантных форм;
- этические аспекты и др.



Для изучения закономерностей наследственности человека были разработаны специальные методы:

1. **Генеалогический метод** основан на построении генеалогического древа и анализе передачи определенного признака в ряду поколений. Для составления родословных применяют специальные условные обозначения (см. схему).

2. **Близнецовый метод** позволяет определить роль генотипа и среды в проявлении признака. В этом случае изучают проявление признаков у монозиготных близнецов, которые развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки, являются однополыми и имеют одинаковый генотип.

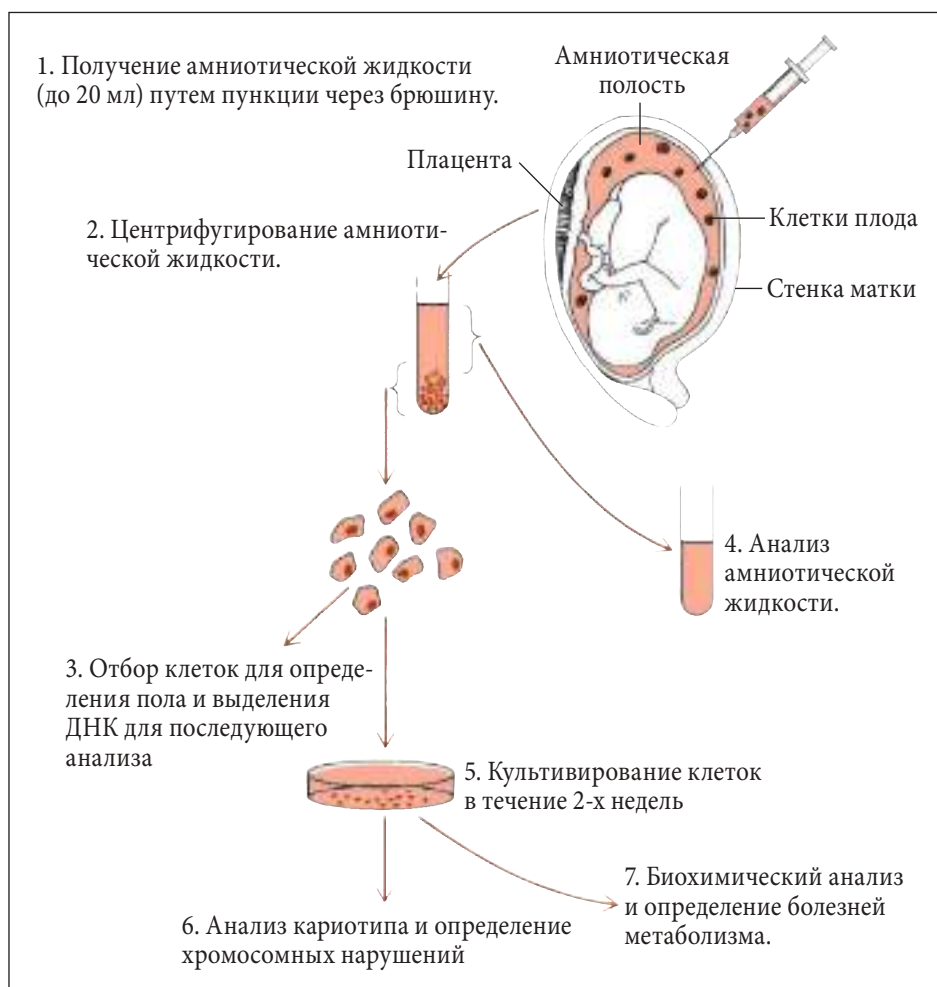
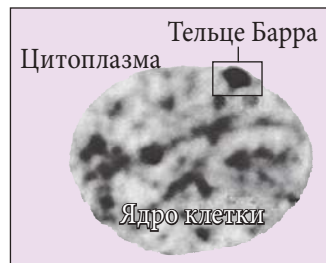
3. **Цитогенетический метод** основан на анализе кариотипа человека в норме и /или патологии. Для этого используют клетки во время деления (метафаза-анафаза).

Выявление гетеросомных мутаций может быть проведено с использованием анализа полового хроматина (тельца Барра) в ядрах интерфазных соматических клеток. Половой хроматин представляет собой инактивированную хромосому X и в норме бывает только у женщин, а у мужчин отсутствует. (Число телец Барра на 1 меньше количества хромосом X.)

У женщин с синдромом Тернера половой хроматин отсутствует, а у мужчин с синдромом Клайнфельтера выявляется одно ($2n = 47$) или два ($2n = 48$) тельца Барра.

4. **Биохимический метод** основан на анализе различных биохимических показателей и применяется, в частности, для изучения наследственных болезней метаболизма.

5. **Амниоцентез** (метод пренатальной диагностики) позволяет выявить хромосомные и генные нарушения до рождения ребенка.



Для анализа используют амниотическую жидкость с клетками плода, полученную путем трансабдоминальной пункции на 14–16 неделе беременности.

6. **Анализ близкородственных браков**, которые чаще встречаются в популяциях, изолированных географически, этнически и т. д.

Следует отметить необходимость предотвращения близкородственных браков, при которых резко возрастает частота проявления рецессивных болезней у детей.

7. **Популяционно-статистический метод** позволяет определить частоту генов и генотипов в популяции людей.

Он основан на использовании закона Харди-Вайнберга:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

где p – частота доминантного гена; q – частота рецессивного гена; p^2 – частота гомозигот по доминантному гену; q^2 – частота гомозигот по рецессивному гену; $2pq$ – частота гетерозигот.

8. **Молекулярно-генетический метод** позволяет определить последовательность фрагментов ДНК, степень родства и отцовство. Для этого выделяют ДНК, разрезают на фрагменты, распределяют путем электрофореза и после гибридизации с радиоактивным зондом идентифицируют радиоавтографическим способом (Э. Саузерн, 1975).

9. **Дерматоглифический метод** основан на изучении кожных узоров пальцев, ладоней и стоп и используется для определения некоторых хромосомных синдромов.

10. **Ультразвуковое исследование (УЗИ)** – это использование ультразвука для получения изображения плода; применяется для пренатальной диагностики врожденных аномалий (микроцефалия, гидроцефалия и др.).

В последние годы генетика человека приобретает все большее значение в биологии человека и медицине. Показано, что в патологии человека многие болезни являются наследственными. Даже большинство общих заболеваний в той или иной степени обусловлены генетически. Без генетики не представляется возможным осмыслить индивидуальное развитие и эволюцию человека.

В настоящее время генетика человека позволяет изучить наследование нормальных и патологических признаков человека, генетический контроль клеточных процессов, механизмы регуляции процессов развития человека; определять генетическую структуру популяций; разрабатывать методы диагностики и принципы профилактики наследственных болезней; выявлять мутагенные факторы среды; оказывать медико-генетическое консультирование; разрабатывать методы генной терапии.

Из всех биологических наук генетика познала самое быстрое развитие. Результаты генетических исследований стали революционными для всей биологии, позволив человеку проникнуть в уникальный и загадочный мир наследственности. Благодаря генетике были найдены ответы на вопросы, занимавшие лучшие умы человечества в течение многих веков: Что есть наследственность? Как передаются признаки от родителей детям? Что представляют собой наследственные болезни?

Современная генетика человека – наука комплексная и состоит из многих направлений. К ним относятся:

- **формальная генетика** изучает наследование менделирующих признаков человека и особенности их наследования;
- **популяционная генетика** изучает распределение генов в различных популяциях людей, частоту носителей некоторых мутантных генов;
- **цитогенетика** занимается изучением нормального и патологического кариотипа человека, а также методов диагностики хромосомных болезней;
- **клиническая генетика** изучает наследственные болезни, принципы и методы их диагностики и лечения;
- **иммуногенетика** исследует группы крови и генетические механизмы иммунитета;
- **фармакогенетика** изучает значение генетических факторов в индивидуальной чувствительности к лекарственным препаратам;
- **социальная генетика** занимается изучением поведения человека в обществе на основе генетических представлений, учитывая взаимодействие наследственных (65–70 %) и социальных (30–35 %) факторов в эволюции человека.

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

по теме «Основы генетики» (реальный профиль)

(выполняется в рабочей тетради)

Вариант I

1 Опишите в 5–7 предложениях портрет индивида, указав 3 доминантных и 3 рецессивных признака. Подчеркните прямой линией доминантные признаки и волнистой линией — рецессивные.

2 Заполните схему для:

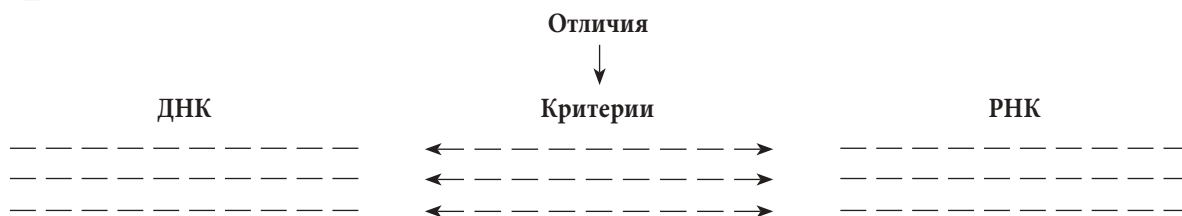
- а) численной хромосомной аутосомной болезни;
- б) генной X-сцепленной болезни.

| Название болезни | Генотип/кариотип | Клинические признаки |
|------------------|------------------|----------------------|
| | | |
| | | |

3 Решите задачи.

- а) У кур черный цвет оперения и наличие гребня являются доминантными признаками, а пестрая окраска и отсутствие гребня — рецессивными. Петух с пестрой окраской и гребнем скрестили с курицей без гребня. В потомстве половина цыплят были черными с гребешком, а половина — пестрые с гребешком. Определите генотипы родительских форм (петуха и курицы).
- б) У дрозофилы серый цвет тела доминирует над черным, а нормальные крылья — над редуцированными. Гены, контролирующие эти признаки, находятся в одной и той же аутосоме на расстоянии 17 морганид. Определите возможные генотипы и фенотипы при скрещивании дигетерозиготной самки (доминантные гены были унаследованы от одного родителя) и самца с черным телом и редуцированными крыльями.
- в) В семье, где оба родителя имеют группу крови В (III) и не страдают гемофилией, родился сын — гемофилик с группой крови 0(I). Какова вероятность рождения в этой семье здорового ребенка с группой крови АВ(IV), если известно, что гемофилия наследуется по рецессивному сцепленному с полом типу.

4 Заполните схему, указав не менее 3-х отличий.



5 Сгруппируйте по парам данные понятия и укажите критерии их распределения.

Хроматин, эпистаз, замена, положение центромеры, плейотропия, нуклеосома, расстояние между генами, инсерции.

6 Предложите решения следующих ситуаций.

- а) Ваша двоюродная сестра беременна.
 - Ваши рекомендации ей для сокращения риска рождения ребенка с наследственной болезнью.
 - Ответ обоснуйте.
- б) В семье вашего соседа есть ребенок 4-х лет, страдающий врожденным пороком развития. Жена соседа снова беременна.
 - Ваши советы ей для предотвращения риска рождения ребенка с той же болезнью.

Вариант II

1 Опишите в 5–7 предложениях портрет индивида, указав 3 доминантных и 3 рецессивных признака. Подчеркните прямой линией доминантные признаки и волнистой линией — рецессивные.

2 Заполните схему для:

- а) численной хромосомной гетеросомной болезни;
- б) генной аутосомно-рецессивной болезни.

| Название болезни | Генотип/кариотип | Клинические признаки |
|------------------|------------------|----------------------|
| | | |
| | | |

3 Решите задачи.

- а) У человека карие глаза доминируют над голубыми, а способность писать правой рукой доминирует над леворукостью. Гены, контролирующие эти признаки, расположены в разных хромосомах. Какова вероятность рождения кареглазого левши в семье, где оба родителя дигетерозиготны?
- б) У томатов нормальная длина стебля доминирует над карликовостью, а круглая форма плодов — над удлинённой. Гены, контролирующие эти признаки, расположены в одной и той же хромосоме на расстоянии 15 морганид. Какое потомство можно получить от скрещивания дигетерозиготного растения (доминантные гены получены от разных родителей) с карликовым растением, имеющим удлинённые плоды?
- в) В семье, где у матери группа крови 0(I), а у отца — АВ (IV), родился сын дальтоник с группой крови В(III). Оба родителя цвета различают нормально. Какова вероятность рождения в этой семье здорового ребенка и его возможные группы крови? Известно, что дальтонизм контролируется рецессивным сцепленным с полом геном.

4 Заполните схему, указав не менее 3-х отличий.



5 Сгруппируйте по парам понятия и укажите критерии их распределения.

Ген, анеуплоидия, центромера, транслокация, транзиция, теломера, хромосома, трансверсии.

6 Предложите решения следующих ситуаций.

- а) У деда вашего друга был брат, страдавший синдромом Дауна. Сестра друга недавно вышла замуж и ждет ребенка. Ваши рекомендации для сокращения риска рождения ребенка с данной наследственной болезнью.
 - Ответ обоснуйте.
- б) В семье соседей родилась резус-отрицательная девочка с группой крови 0(I). Оба родителя девочки резус-положительные и имеют группу крови В(III), поэтому они в недоумении и считают, что ребенка подменили в роддоме.
 - Как объяснить данный феномен и успокоить родителей?

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

по теме «Основы генетики» (гуманитарный профиль)

(выполняется в рабочей тетради)

1 Опишите в 5–7 предложениях портрет индивида, указав 3 доминантных и 3 рецессивных признака. Подчеркните прямой линией доминантные признаки и волнистой линией — рецессивные.

2 Заполните схему для:

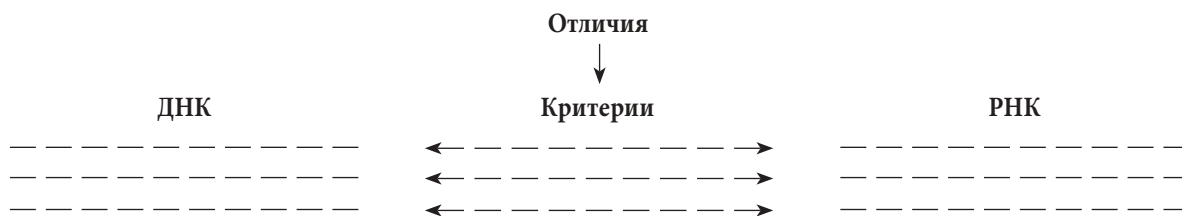
- численной гетеросомной болезни;
- генной X-сцепленной болезни.

| Название болезни | Генотип/кариотип | Клинические признаки |
|------------------|------------------|----------------------|
| а) _____ | _____ | _____ |
| б) _____ | _____ | _____ |

3 Решите задачи.

- У человека карие глаза доминируют над голубыми, а способность писать правой рукой доминирует над леворукостью. Гены, контролирующие эти признаки, расположены в разных хромосомах. Какова вероятность рождения кареглазого левши в семье, где оба родителя дигетерозиготны?
- В семье, где у матери группа крови 0(I), а у отца — АВ(IV), родился сын дальтоник с группой крови В(III). Оба родителя цвета различают нормально. Какова вероятность рождения в этой семье здорового ребенка и его возможные группы крови? Известно, что дальтонизм контролируется рецессивным сцепленным с полом геном.

4 Заполните схему, указав не менее 3-х отличий.



5 Сгруппируйте по парам понятия и укажите критерии их распределения.

Гетеросомы, хроматин, генная замена, нуклеосома, аутосома, инсерции.

6 Предложите решения следующих ситуаций.

- У деда вашего друга был брат, страдавший синдромом Дауна. Сестра друга недавно вышла замуж и ждет ребенка. Ваши рекомендации для сокращения риска рождения ребенка с данной наследственной болезнью.
 - Ответ обоснуйте.
- В семье вашего соседа есть ребенок 4-х лет, страдающий врожденным пороком развития. Жена соседа снова беременна.
 - Ваши советы ей для предотвращения риска рождения ребенка с той же болезнью.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ

| Матрица оценивания | |
|--------------------|--|
| Баллы | S_1 – 6 баллов (6 баллов за правильный ответ) S_2 – 6 баллов (по 3 балла за каждый правильный ответ) S_3 – 30 баллов (10 баллов за каждую задачу) S_4 – 9 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ) S_5 – 12 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ и по 2 – за каждый указанный критерий) S_6 – 6 баллов (по 3 балла за каждую решенную ситуационную задачу) |

Шкала оценивания

| Баллы | <28 | 28 – 34,99 | 35 – 41,99 | 42 – 47,99 | 48 – 54,99 | 55 – 61,99 | 62 – 69 |
|--------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| Оценка | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

ГУМАНИТАРНЫЙ ПРОФИЛЬ

| Матрица оценивания | |
|--------------------|---|
| Баллы | S_1 – 6 баллов (6 баллов за правильный ответ) S_2 – 6 баллов (по 3 балла за каждый правильный ответ) S_3 – 20 баллов (10 баллов за каждую задачу) S_4 – 9 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ) S_5 – 9 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ и по 2 – за каждый указанный критерий) S_6 – 6 баллов (по 3 балла за каждую решенную ситуационную задачу) |

Шкала оценивания

| Баллы | <22 | 22 – 27,99 | 28 – 33,99 | 34 – 38,99 | 39 – 44,99 | 45 – 50,99 | 51 – 56 |
|--------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| Оценка | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Обоснование

ТЕМЫ

Селекция организмов является не только наукой, но и искусством. Как наука селекция использует генетические знания и достижения для получения новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов. Однако конечный результат селекции – создание высокопродуктивных организмов, устойчивых к неблагоприятным факторам среды – в большой степени зависит от ученых-селекционеров, их многолетнего, кропотливого и творческого труда, а также основанной на опыте интуиции.

Реализация биологического потенциала растений, животных и микроорганизмов основана на использовании традиционных и современных методов селекции. При этом очень важно не нарушить динамическое равновесие, установившееся в окружающей среде.

Субкомпетенции

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ

- Определение понятий: *сорт, порода, штамм, биотехнологии*.
- Описание методов селекции организмов.
- Сравнение традиционных и современных биотехнологий.
- Аргументация необходимости выведения новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов.
- Аргументация роли традиционных и современных биотехнологий в решении различных задач в обществе.

Содержание

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ

- 2.1. Селекция животных
 - 2.2. Селекция растений
 - 2.3. Селекция микроорганизмов
 - 2.4. Традиционные и современные биотехнологии
 - 2.5. Генная инженерия
- Итоговый тест

Субкомпетенции

Гуманитарный профиль

- Определение понятий: *сорт, порода, штамм, биотехнологии*.
- Описание методов селекции организмов.
- Сравнение традиционных и современных биотехнологий.
- Аргументация необходимости выведения новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов.
- Аргументация роли традиционных и современных биотехнологий в решении различных задач в обществе.

Содержание

Гуманитарный профиль

- 2.1. Селекция животных
 - 2.2. Селекция растений
 - 2.3. Селекция микроорганизмов
 - 2.4. Традиционные и современные биотехнологии
- Итоговый тест

ГЛАВА 2

СЕЛЕКЦИЯ ОРГАНИЗМОВ. БИОТЕХНОЛОГИИ

Селекция (от лат. *selectio* – отбор) – это наука о методах создания новых и улучшения уже существующих сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов.

Породой, сортом, штаммом в селекции называют популяцию организмов, искусственно созданную человеком и характеризующуюся определенными наследственными особенностями (устойчивость к болезням, высокая продуктивность, качество продукта и др.). Для их получения необходимо знание законов наследственности. Именно поэтому генетика является теоретической основой селекции.

Сорта, породы и штаммы проявляют свои свойства только в определенных условиях. При смене условий выращивания, а также при культивировании их в других географических зонах признаки могут проявляться слабее.

Эффективность селекции зависит от ряда факторов, среди которых:

- анализ исходного материала;
- знание закономерностей наследования признаков;
- создание широкого спектра наследственно измененных форм для отбора;
- оценка роли среды в закреплении отобранных генетических признаков;
- разработка и использование, наряду с традиционными, новых методов селекции.

К основным методам селекции относятся:

1. Гибридизация

- управляет комбинативной изменчивостью;
- бывает двух типов:

1.1. близкородственные скрещивания (инбридинг)

- наблюдается ослабление признака как следствие гомозиготизации;
- используется для получения чистых линий;
- гетерогенность не исключена полностью;
- повышается способность закрепить отобранный признак.

1.2. отдаленное скрещивание (аутбридинг)

- обеспечиваются новые сочетания генов в гибридном организме;
- расширяется спектр изменчивости;
- родительские формы происходят из разных популяций;
- требуют дальнейших методов селекции.

2. Отбор

- обеспечивает устойчивость продуктивных форм;
- бывает нескольких типов:

2.1. массовый отбор

- осуществляется по фенотипу (внешним признакам);
- эффективен для гетерогенных популяций;
- происходит, как правило, медленно.

2.2. индивидуальный отбор

- осуществляется по генотипу;
- используется инбридинг;
- проводится строгий отбор особей.

Особенности селекции животных

• Подбор родительских форм

- В процессе подбора родительских форм для селекции животных следует учитывать:
- относительно небольшое потомство, что затрудняет и замедляет процесс селекции;
 - размножение ценных особей только половым путем;

- родословную производителя;
- совокупность внешних признаков (экстерьер).

Внешние признаки животного, его телосложение, размеры определенных частей тела часто коррелируют с различными хозяйственно-ценными признаками.

• Применение разнообразных форм скрещивания

1. *близкородственное скрещивание* – используется для получения чистых линий (гомозигот) и выявления признаков, контролируемых рецессивными генами.

Следует отметить, что у гомозиготных животных некоторые признаки ослаблены. Поэтому в дальнейшем проводят скрещивание разных линий для перевода генов в гетерозиготное состояние.

2. *отдаленное скрещивание* – используется для передачи признаков от родительских форм гибриднему организму. Эта форма скрещивания используется для сочетания в организме одного животного ценных признаков разных пород, видов, рас.

Ценные породы домашних животных были получены П. Ф. Ивановым. При скрещивании украинской свиньи (устойчивой к местным условиям) с высокопродуктивной английской породой он получил новую породу (белую украинскую), сочетающую высокую продуктивность с устойчивостью.

Для получения устойчивых пород животных в селекции используется отдаленное скрещивание с дикими животными. В результате гибридизации тонкорунных овец с диким горным бараном архаром выведена новая порода – архаромеринос. При скрещивании дикого яка с коровой был получен гибрид, который характеризуется высоким качеством молока и мяса, а также устойчивостью к условиям среды.

• Оценка по потомству

Существуют специальные программы скрещивания и отбора. Селекционеры анализируют потомство от скрещивания по отдельным признакам (яйценоскость кур, масса свиней, жирность молока и др.).

• Контролируемое использование факторов отбора

Ценные качества пород животных могут быть сохранены только при условии выращивания животных в оптимальных условиях (количество и качество кормов, условия ухода и др.).

• Применение новых методов селекции

Наряду с традиционными методами (скрещивание и отбор) в селекции животных используют и новые методы:

- криоконсервация (замораживание) гамет и/или эмбрионов производителя – для сохранения генофонда домашних животных;

- искусственное оплодотворение – для получения элитных животных.

Эмбрионы элитных форм крупного рогатого скота (с высокой продуктивностью) можно хранить в жидком азоте при температуре минус 196 °С. В присутствии специальных веществ (криопротекторов) температура постепенно понижается – на 0,3–2 °С в минуту. В этих условиях вода не кристаллизуется, а удаляется из эмбриона постепенно.

Сохраненные таким образом ценные эмбрионы используют в дальнейшем для трансплантации обычным коровам, что позволяет получить более многочисленное потомство.

Самкам крупного рогатого скота вводят также гормональные препараты, стимулирующие созревание большого количества яйцеклеток, которые в перспективе могут стать элитными эмбрионами.

В целом, современные методы, основанные на криоконсервации, искусственном оплодотворении и трансплантации эмбрионов, увеличивают примерно в 40 раз эффективность селекции животных.



Архаромеринос



Гибрид между яком и коровой



- 1 • Напишите в тетради определения для следующих понятий: *селекция, селекция животных, порода.*
- 2 • Объясните факторы, влияющие на эффективность селекции.
- 3 • Опишите основные методы селекции и представьте их в виде логической схемы.
- 4 • Перепишите и заполните таблицу.

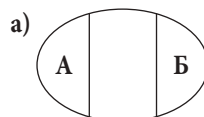
а)

| Критерии отличия | Близкородственное скрещивание | Отдаленное скрещивание |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Особенности генотипа | | |
| Происхождение родительских форм | | |

б)

| Критерии отличия | Массовый отбор | Индивидуальный отбор |
|-----------------------|----------------|----------------------|
| Анализируемые аспекты | | |
| Применяемые методы | | |

- 5 • Запишите на основе информации урока по одному примеру понятий, отражающих следующие типы взаимоотношений.



- 6 • Используя аббревиатуры и пиктограммы и дав их расшифровку, подготовьте демонстрационные плакаты (постеры) для студентов зоотехнического факультета, в которых отразите особенности селекции животных. Под каждой таблицей расшифруйте используемые обозначения.



QR 2.1.1

- 7 • Ваши соседи решили разводить породистых животных. Подготовьте для них информацию в виде текста из 3–5-ти предложений, в котором покажите необходимость правильного подбора пар для скрещивания. Используйте для этого информацию под штрихкодом QR 2.1.1.

- 8 • Напишите объявление в журнал аграрной тематики с целью убедить животноводов в преимуществах использования «Генетических банков» в селекции животных. Используйте для этого информацию под штрихкодом QR 2.1.2.



QR 2.1.2

- 9 • Какие рекомендации вы бы могли дать своему другу, который планирует заняться воспроизводством ценных пород собак.

Селекция растений – это наука, изучающая методы создания высокопродуктивных, устойчивых к вредителям, болезням и неблагоприятным факторам среды сортов растений.

Сорт представляет собой группу растений одного вида с определенными наследственными свойствами. Сорта, полученные в результате вегетативного размножения одного исходного растения, называются *сорта-клоны*. Сорта, полученные путем индивидуального отбора среди самоопыляющихся растений, называются *линии*. Относительно гомогенные группы перекрестно опыляемых растений называются *сорта-популяции*.

Высокопродуктивные и/или устойчивые сорта создаются в определенных условиях (на селективных фонах). При изменении этих условий ценные качества сортов могут снижаться.

Особенности селекции

• Использование «центров происхождения»

Выдающийся русский ученый Н. И. Вавилов разработал учение о центрах происхождения культурных растений. Согласно этому учению каждый вид имеет свой центр (см. таблицу), в котором наблюдается его наибольшее генетическое разнообразие.

Центры происхождения некоторых культурных растений

| Центр происхождения | Растения |
|------------------------|--|
| Средиземноморский | Капуста, свёкла, маслины |
| Абиссинский | Злаковые, сорго, кофе, арбуз |
| Центральноамериканский | Кукуруза, подсолнечник, фасоль, тыква, какао |
| Южноамериканский | Картофель, табак, томаты, ананас |
| Южноазиатский | Рис, сахарный тростник, цитрусовые |
| Восточноазиатский | Соя, просо, гречиха, слива, яблоня |
| Юго-западноазиатский | Пшеница, виноград, горох, плодовые |

Знание центров происхождения культурных растений имеет важное значение для селекционеров, т. к. позволяет:

- получить необходимый для опытов исходный материал;
- знать гомологичные ряды наследственной изменчивости;
- выбрать методы получения новых сортов.

• Применение гибридизации

Гибридизация может быть близкородственной (скрещивание особей, линий или сортов одного вида) и отдаленной (скрещивание растений разных видов или родов).

В зависимости от уровня, на котором осуществляется скрещивание, различают два типа отдаленной гибридизации:

1. *in vivo*

- основан на скрещивании генетически отличающихся особей;
- позволяет изучить механизмы несовместимости;
- позволяет сочетать в одном организме ценные признаки различных видов и родов;
- лежит в основе получения новых сортов.

Путем отдаленной гибридизации удалось получить гибриды редьки и капусты, пшеницы и ржи. Скрещивая отдаленные сорта пшеницы, П. П. Лукьяненко получил новый сорт *Безостая 1*, давший начало еще двум сортам – *Аврора* и *Кавказ*.

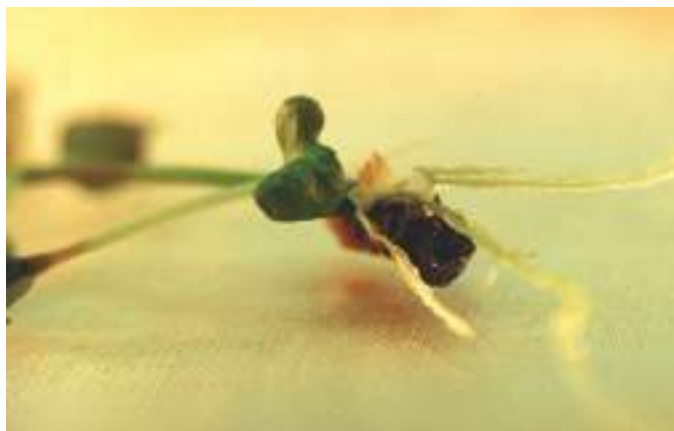
a)



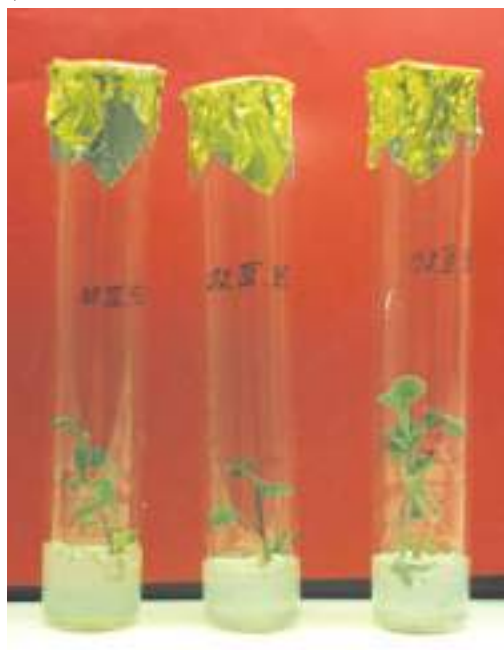
б)



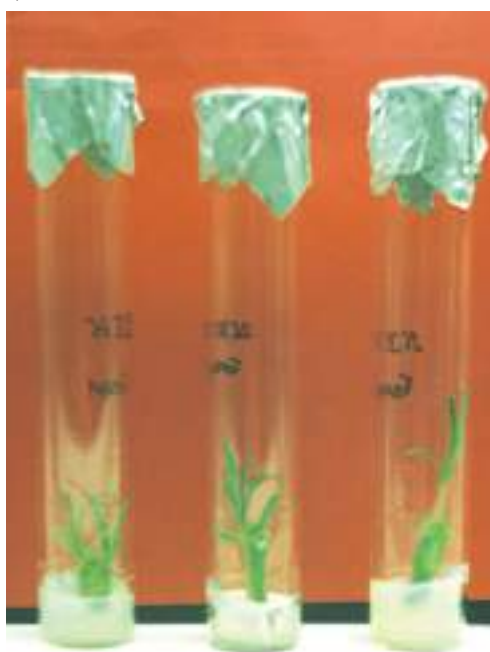
в)



г)



д)



Культивирование растений in vitro:

а – исходные экспланты хризантемы; б – каллусная масса хризантемы; в – ризогенез (образование корней) у мяты; г – регенерация растений хризантемы; д – регенерация растений гвоздики

2. *in vitro*

- основан на слиянии генетически отличающихся клеток вне растительного организма;
- позволяет изучить на клеточном уровне и преодолеть механизмы несовместимости;
- позволяет переносить клеточные органоиды;
- находит применение для получения новых линий и сортов.

• **Использование экспериментального мутагенеза**

В отличие от животных, у растений можно получать мутантные формы, отличающиеся от исходной большей продуктивностью и устойчивостью.

Преимущества экспериментального мутагенеза:

- предоставляет разнообразный исходный материал для селекции;
- позволяет получать высокопродуктивные сорта (например, пшеницы, сахарной свёклы, винограда, картофеля, гречихи, овса и др.).

В качестве мутагенных факторов используют облучение и различные химические соединения (колхицин и др.).

• **Использование гетерозиса**

Искусственное самоопыление (инбридинг) используется в селекции перекрестноопыляемых растений, что позволяет через 5–10 поколений получить чистые, гомозиготные линии. Как правило, эти линии не обладают хозяйственно-ценными качествами, но при скрещивании двух чистых линий получают гибриды, имеющие повышенную продуктивность. Это явление получило название *гетерозис*.

Механизм гетерозиса достаточно сложен. Предполагают, что это может быть связано с: переходом большинства генов в гетерозиготное состояние, взаимодействием генов, сверхдоминированием и др.

Полученные гибриды на 20–30 % превосходят родительские формы по урожайности. Но этот эффект проявляется только в первом поколении гибридов, а в последующих поколениях постепенно уменьшается.

Гетерозис применяется в селекции кукурузы, картофеля, томатов и др.

• **Использование факторов внешней среды**

Используя факторы внешней среды в качестве фона отбора, можно получить сорта с определенными свойствами.

Известный русский ученый-селекционер И. В. Мичурин для получения устойчивых к неблагоприятным факторам среды растений выращивал исходный материал в условиях пониженной температуры или на бедных почвах, вносил изменения в условия питания, заражал растения патогенами и т. д.

Путем отдаленного скрещивания французской груши с дикой уссурийской И. В. Мичурин получил новый сорт, который сочетал в себе качества плодов с устойчивостью к заморозкам. Для этого он использовал метод ментора: прививал в ствол гибридных деревьев побеги растений с плодами высшего качества.

Кроме этих методов И. В. Мичурин использовал и другие, которые позволили ему создать более 300 сортов плодовых культур.

• **Использование нетрадиционных методов селекции**

В настоящее время, наряду с традиционными методами (массовый, индивидуальный отбор), всё большее применение в селекции находят нетрадиционные методы и подходы – гаметная селекция, клеточная селекция.

Гаметная селекция

- проводится на уровне гамет (как правило, пыльцы);
- позволяет расширить спектр разнообразия исходного материала для отбора, т. к. каждое пыльцевое зерно представляет определенный генотип;
- открывает новые пути получения сортов с хозяйственно-ценными признаками (устойчивость к неблагоприятным температурам, патогенам и др.).

Клеточная селекция

- проводится на клеточном уровне с использованием культур изолированных клеток;

- сокращает время получения нового сорта до 2–5 лет;
- совершенствует методы селекции растений.

В основе клеточной селекции лежат культуры изолированных тканей и клеток *in vitro* (см. рисунки на с. 74). Благодаря этому методу можно выращивать фрагменты, ткани и клетки растений вне организма, на специально подобранных питательных средах, и получать путем регенерации новые растения. Эта технология обеспечивает:

- клональное размножение ценных или исчезающих форм растений;
- получение безвирусного посадочного материала (декоративные растения, плодовые культуры и др.);
- получение биологически важных веществ (алкалоиды, каротиноиды и др.).

В современной селекции используют и последние достижения молекулярной биологии. К ним относится технология рекомбинантной ДНК, которая позволяет переносить гены и получать генетически модифицированные (трансгенные) растения. С помощью этой технологии можно перенести гены синтеза биологически активных веществ, гены устойчивости к патогенам и вредителям, пестицидам, гены аромата фруктов и т. д.

В настоящее время получены трансгенные растения многих видов, однако их производство и употребление требует осторожности по ряду причин, и, в первую очередь, для того, чтобы не нарушить динамическое равновесие в природе.



- 1 • Дайте определение следующим понятиям: *сорт, сорт-клон, линия, сорт-популяция*.
- 2 • Представьте методы селекции растений в виде логической схемы и опишите суть этих методов.
- 3 • Представьте взаимоотношения между следующими понятиями в виде кругов Эйлера:
 - а) томаты : картофель : гибридизация *in vitro*;
 - б) сорта : популяции : линии;
 - в) близкородственное скрещивание : гетерозис.
- 4 • Разработайте учебную карточку о центрах происхождения культурных растений, произрастающих вблизи вашего населенного пункта.
- 5 • Напишите преимущества использования одного из методов селекции для улучшения сорта растения, произрастающего в вашей местности.
- 6 • Напишите, опираясь на информацию штрихкодов QR 2.2.1 и QR 2.2.2, реферат из 100–150 слов, в котором отразите роль генетически модифицированных растений в жизни человека.
- 7 • Перечислите и опишите требования селекции растений, которые необходимо соблюдать в процессе выращивания некоторых сортов. Создайте алгоритм работы в виде схемы последовательных действий (см. с. 176).



QR 2.2.1



QR 2.2.2

Селекция микроорганизмов – это процесс получения высокопродуктивных штаммов.

Штаммом называют популяцию микроорганизмов одного вида, характеризуемую определенными морфологическими и биохимическими свойствами.

Штаммы микроорганизмов используют в фармацевтической промышленности для производства антибиотиков, витаминов, алкалоидов и других веществ; в пищевой промышленности в производстве молочных и хлебопекарных продуктов, а также в других областях деятельности человека.

В селекции микроорганизмов используют различные методы:

• **Отбор ценных природных форм**

– проводится оценка (тестирование) большой группы микроорганизмов и отбираются формы с высоким биосинтетическим потенциалом (синтез антибиотиков и др.).

• **Отбор спонтанных мутантных форм**

– выделяются формы с ценными качествами из спектра мутаций, возникающих естественным путем.

• **Отбор индуцированных мутаций**

– для получения штаммов-суперпродуцентов микроорганизмов (бактерий, плесневых грибов) индуцируют мутации с помощью химических (этиленамин и др.) и физических (облучение) факторов.

• **Гибридизация и технология рекомбинантной ДНК**

– гибридизацию используют для получения новых штаммов дрожжей;
– технологию рекомбинантной ДНК применяют для получения ценных веществ и трансформации бактерий.

Классические методы селекции организмов требуют существенных затрат. Поэтому в настоящее время в селекции микроорганизмов все более широкое применение находят современные методы – индуцированный мутагенез, генная инженерия, клеточная гибридизация и др. Эти методы позволяют получать в культуре микроорганизмов новые, несвойственные им вещества, такие как гормоны и интерферон.

Особенности селекции микроорганизмов:

- преобладает бесполое размножение;
- работа с огромным количеством особей, благодаря высокой скорости размножения (бактерия *E.coli* делится каждые 15–20 минут; клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – каждые 60 минут);
- быстрая смена поколений;
- возможность контролируемого получения высокопродуктивных штаммов путем индуцированного мутагенеза;
- высокая изменчивость препятствует сохранению отобранного признака, поэтому создаются и используются коллекции штаммов.

Для получения конкретного биологически активного соединения используют определенный штамм микроорганизмов, к которому предъявляются следующие требования:

- высокая продуктивность;
- устойчивость к вирусам;
- возможность выращивания на недорогих питательных средах;
- сохранение высокой продуктивности в процессе культивирования;
- безопасность для окружающей среды.

Из множества микроорганизмов некоторые группы нашли важное практическое применение (см. таблицу).

Применение микроорганизмов

| Группа микроорганизмов | Применение |
|-------------------------------|---|
| 1. Бактерии | - производство молочных продуктов (ацидофильные бактерии); - производство инсектицидов (споровые бактерии); - производство антибиотиков (актиномицеты); - производство удобрений (азотфиксирующие бактерии); - производство вакцин (ослабленные патогенные бактерии). |
| 2. Дрожжи | - хлебопечение; - производство напитков (пиво и др.); - производство метаболитов (витаминов, аминокислот); - производство кормового белка (технические дрожжи). |
| 3. Плесневые грибы | - производство антибиотиков (род <i>Penicillium</i>); - производство органических кислот – лимонной, глюконовой (род <i>Aspergillus</i>); - производство элитных сортов сыра. |
| 4. Микроскопические водоросли | - получение биологически активных веществ (β -каротин и др.); - производство кормового белка (роды <i>Scenedesmus</i> , <i>Spirulina</i> и др.). |
| 5. Вирусы | - производство вакцин; - производство препаратов (биоинсектицидов) для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. |



- 1** • Напишите определения для следующих понятий: *селекция микроорганизмов, штамм*.
- 2** • Классифицируйте используемые в селекции микроорганизмов методы в виде логической схемы.
- 3** • Нарисуйте в жанре карикатуры:
 - а) особенности селекции микроорганизмов;
 - б) требования, предъявляемые к штаммам микроорганизмов для получения биологически активных веществ.
- 4** • Представьте типы взаимоотношений между парами понятий в виде кругов Эйлера:
 - а) естественный отбор — искусственный отбор;
 - б) гибридизация — рекомбинантная ДНК;
 - в) бактерии — дрожжи.
- 5** • Проведите в соответствии с предложенным алгоритмом эксперимент по получению веществ в результате деятельности микроорганизмов.

- а) Составьте план эксперимента.
- б) Представьте результаты эксперимента, указав:
 - сформулированную гипотезу;
 - результаты эксперимента;
 - выводы.
- в) Представьте полученный продукт.



QR 2.3.1

- 6** • Объясните на основе информации под штрихкодом QR 2.3.1 сущность и перспективы применения генетических программ в селекции микроорганизмов.
- 7** • На основе информации, полученной на уроке, разработайте информационный листок для предприятия по получению биологически важных веществ с использованием микроорганизмов.

- 8** • Составьте и напишите текст рекламы для телевидения об экологически чистых продуктах и штаммах микроорганизмов, используемых в технологическом процессе хлебопечения на предприятии ваших родителей.

Биотехнология – это совокупность способов и методов получения необходимых для человека веществ и продуктов с использованием живых организмов. Как наука биотехнология занимается также улучшением и получением новых штаммов микроорганизмов, новых сортов растений и пород животных.

Биотехнологические процессы человек применяет с древних времен: для получения молочнокислых продуктов, изготовления различных напитков, в хлебопечении и т. д.

Большого прогресса биотехнология достигла с развитием молекулярной биологии, биохимии, генетики и других биологических наук.

Биотехнологические подходы и методы можно разделить на традиционные и современные.

1. Традиционные биотехнологии

- применяют с древних времен (6000 лет до н. э.);
- основаны на традиционных методах культивирования микроорганизмов;
- не исключают использование современных методов (клонирование ДНК, клеточные культуры и др.).

1.1. *Промышленная микробиология* – обеспечивает получение необходимых продуктов из культур микроорганизмов.

1.2. *Техническая биохимия* – обеспечивает получение веществ на основе ферментативного катализа и культивирования гибридных клеток.

2. Современные биотехнологии

- начали использовать относительно недавно (около 50–100 лет);
- основаны на современных методах (технология рекомбинантной ДНК, клеточные культуры и др.).

2.1. *Генная инженерия* – обеспечивает получение продуктов путем создания новых генетических структур с использованием технологии рекомбинантной ДНК;

2.2. *Клеточная инженерия* – обеспечивает получение необходимых веществ на основе культур растительных и животных клеток.

В настоящее время биотехнологическими методами получают многие необходимые человеку продукты и вещества (см. таблицу).

Достижения традиционных и современных биотехнологий вносят существенный вклад в решение глобальных проблем человечества.

Продукты, полученные традиционными и современными биотехнологическими способами

| Отрасли биотехнологии | Продукты, полученные в различных отраслях | | | | |
|----------------------------|--|--|---|---|---|
| | сельское хозяйство | пищевая промышленность | медицина | химическая промышленность | энергетическая промышленность |
| Промышленная биотехнология | корма, аминокислоты, витамины, гормоны, антибиотики, ферменты, удобрения, биоинсектициды | аминокислоты, витамины, полисахариды, напитки, продукты питания, лимонная и уксусная кислоты | витамины, гормоны, антибиотики, ферменты, вакцины, полисахариды, алкалоиды, нуклеотиды, диагностические препараты, глюконовая кислота | органические растворители (ацетон, бутанол, этанол), молочная кислота, ферменты | этанол, метанол, этилен, водород, метан, биогаз |
| Техническая биохимия | моноклональные белки, ферменты, гормоны, вакцины, интерферон | ферменты | моноклональные антитела, ферменты, гормоны, вакцины, интерферон | ферменты, пигменты, растворители | АТФ |
| Генная инженерия | клоны, гормоны, вакцины, трансгенные организмы, азотфиксирующие линии растений | полисахариды, аминокислоты | гормоны, вакцины, интерферон | | |
| Клеточная инженерия | новые формы растений и животных, клоны | полисахариды | алкалоиды, эфирные масла | пигменты, латекс | биогаз |

Проблема питания: получение продуктов питания (молочнокислые и хлебопекарные продукты); изготовление напитков; получение органических кислот (лимонная, уксусная) и др. Полученные биотехнологическим путем продукты в определенной степени возмещают недостаток природных продуктов питания.

Энергетическая проблема: получение биогаза; получение метанола и этанола; синтез АТФ и др. Биотехнологические продукты реже традиционных используют в качестве источников энергии.

Проблемы сырья: извлечение металлов из руд, переработка промышленных отходов с целью их вторичного использования. Биотехнологические продукты можно рассматривать как альтернативные природным ресурсам источники сырья, запасы которых на планете резко уменьшаются.

Экологическая проблема: использование микроорганизмов для очистки сточных вод и промышленных отходов. Благодаря биотехнологическим способам получения нужных веществ решается проблема сохранения разнообразия растительного и животного мира.

Проблема охраны здоровья: получение антибиотиков; получение вакцин; получение моноклональных антител и др. Биотехнологические продукты используют в лечении различных заболеваний. Особые перспективы в будущем открывает генная терапия.



1 • Напишите определение для понятия *биотехнология*.

2 • Перепишите и заполните схему, описав сущность каждого из типов биотехнологии.



3 • Перепишите и заполните таблицы.

а)

| Критерии отличия | Традиционные биотехнологии | Современные биотехнологии |
|---|----------------------------|---------------------------|
| Используемые методы | | |
| Начало практического применения биотехнологий | | |

б)

| Критерии отличия | Клеточная инженерия | Генная инженерия |
|--|---------------------|------------------|
| Используемые материалы | | |
| Начало практического применения этих методов | | |

4 • Сгруппируйте в триады данные понятия на основе представленных в таблице критериев.

биоинсектициды, АТФ, растворители, клоны, водород, моноклональные белки, алакалоиды, ацетон, трансгенные организмы

| Критерии классификации | Продукты, полученные в сельском хозяйстве путем традиционных и современных методов биотехнологии | Продукты, полученные методами технической биохимии | Продукты, полученные методами промышленной микробиологии |
|------------------------|--|--|--|
| Группа понятий | | | |

- 5 • Напишите алгоритм получения в домашних условиях какого-либо продукта с использованием биотехнологического подхода. Укажите тип биотехнологии.

- 6 • На основе метода SWOT проанализируйте использование современных биотехнологий в агропромышленном секторе экономики. Используйте для этого информацию под штрихкодом QR 2.4.1.



QR 2.4.1

- 7 • На основе анализа данного текста сформулируйте определение понятия *устойчивого сельского хозяйства*.

Биотехнология и глобальное сообщество

Устойчивое сообщество

Многие ученые поддерживают биотехнологию и видят в ней важный фактор развития устойчивого сельского хозяйства, так как биотехнологические методы, в сравнении с традиционным сельским хозяйством, позволяют повысить продуктивность организмов с наименьшим риском для окружающей среды. Исходя из этого, многие сельскохозяйственные предприятия во всем мире прилагают значительные усилия для внедрения в практику устойчивого сельского хозяйства.

Что такое устойчивое сельское хозяйство?

Понятие устойчивого сельского хозяйства было предложено Конгрессом США и введено в Закон о сельском хозяйстве 1990 года для обозначения интегрированной системы технологий земледелия и животноводства с учетом специфических особенностей региона. Устойчивое сельское хозяйство, в отличие от традиционного, способно обеспечить население продуктами питания на длительный период, улучшить качество окружающей среды и сохранить природные ресурсы, эффективно использовать невозобновляемые природные источники при постоянном контроле состояния биологических циклов, поддерживать экономическую жизнеспособность сельскохозяйственных мер и улучшить качество жизни работников аграрного сектора и населения в целом.

Фермеры вносят свой вклад в развитие устойчивого сельского хозяйства посредством:

- применения наиболее прогрессивных технологий повышения продуктивности сельскохозяйственного производства, которые не вредят окружающей среде, являясь в то же время сторонниками охраны окружающей среды;
 - улучшения здоровья населения, предоставляя качественные и богатые полезными веществами продукты питания;
 - повышения благосостояния и социальной защиты работников сельского хозяйства и близлежащих населенных пунктов.
- 8 • Приведите аргумент в поддержку следующего утверждения:
Применяемые в настоящее время биотехнологии должны иметь правовую основу на международном уровне.

Генная инженерия является одним из современных биотехнологических подходов, цель которого – создание новых генетических структур (рекомбинантных молекул ДНК). Рекомбинантными называются молекулы ДНК, содержащие участки (гены) чужеродной ДНК. Эти молекулы можно ввести в другую клетку, где информация будет переписана в мРНК и реализована в специфический белок.

Генная инженерия включает в себя три основных этапа:

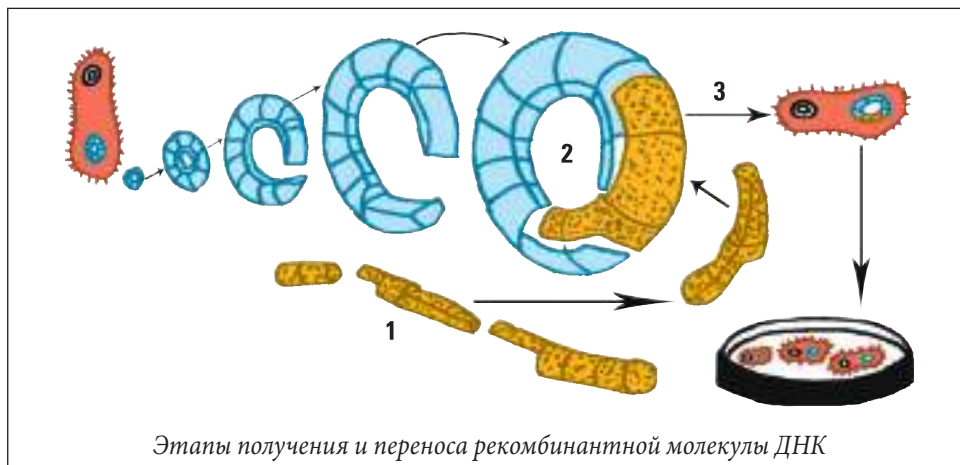
1. *Выделение природного гена или синтез искусственного гена* – для получения из выделенной ДНК нужного фрагмента используют специальные ферменты (рестриктазы), которые разрезают ДНК в определенном месте (сайт рестрикции).

2. *Получение рекомбинантной молекулы ДНК* – включение нужного гена в молекулу ДНК при помощи фермента лигазы.

3. *Перенос рекомбинантной ДНК в клетку-хозяина и синтез в ней соответствующего белка*. Для переноса используют специальные векторы – небольшие молекулы ДНК, способные внедряться в другие клетки и реплицироваться там автономно. В качестве вектора обычно используют бактериальные плазмиды, вирусы и др.

Этапы генной инженерии представлены на рисунке.

С помощью генно-инженерных подходов в настоящее время уже освоено промышленное производство различных гормонов, интерферона и получение трансгенных растений.



Этапы получения и переноса рекомбинантной молекулы ДНК

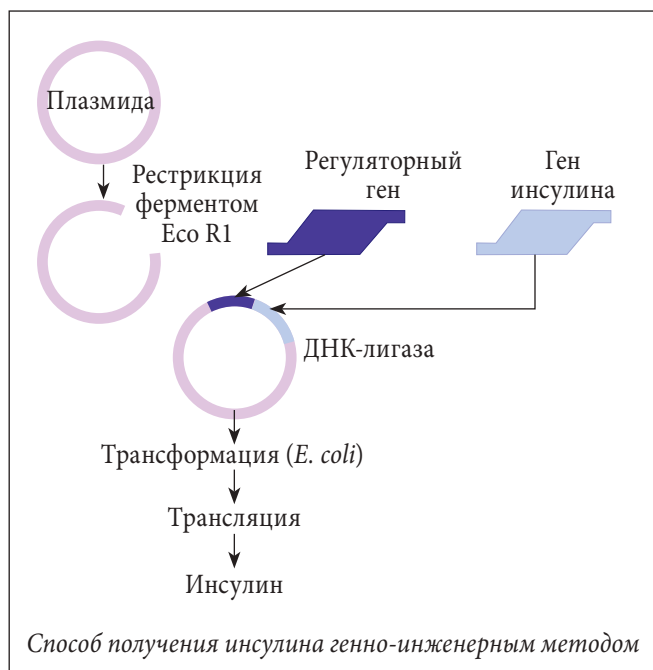
Получение гормонов и интерферона

В 70-х годах прошлого века были разработаны принципиально новые методы получения человеческого инсулина – гормона, необходимого для лечения больных сахарным диабетом.

С помощью рестриктаз и лигаз были получены рекомбинантные молекулы ДНК, содержащие ген инсулина. После переноса этих молекул в клетки бактерий (*Escherichia coli*) последние начали синтезировать человеческий инсулин.

Для того чтобы защитить синтезированный инсулин от расщепления бактериальными ферментами, в молекулу рекомбинантной ДНК дополнительно вводится ген, кодирующий специфический белок бактерии (например, галактозидазу).

Генно-инженерный метод позволяет получить до 200 г инсулина с 1см³ культуры (для получения этого количества традиционным способом необходимо 1600 кг поджелудочных желез свиней).



Аналогичным способом в настоящее время получают и другие гормоны белковой природы (соматотропин, соматостатин), интерферон.

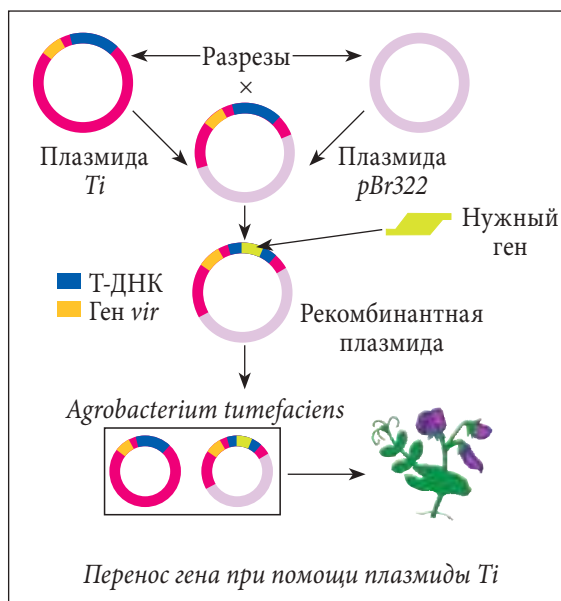
Из 1 л *E. coli* можно получить около 5 мг интерферона (для сравнения, это в 5000 раз больше, чем из 1 л крови).

Получение трансгенных растений

Методы генной инженерии позволяют осуществлять перенос важных генов в растительные клетки и получать измененные (*трансгенные*) растения. Для этого используют бактерии *Agrobacterium tumefaciens*, которые содержат плазмиды *Ti* (*tumor inducing*).

Получение трансгенных растений включает следующие этапы:

- введение фрагмента ДНК из плазмиды *Ti* в плазмиду *E. coli*;
- введение в полученную плазмиду необходимого гена (например, гена устойчивости к патогенам) и гена маркера для отбора (гена устойчивости к антибиотикам);
- перенос рекомбинантной плазмиды в бактерию *A. tumefaciens*;
- инфицирование растения бактериями *A. tumefaciens*;
- отбор трансформированных растений (устойчивых к патогенам).



Таким способом уже получены растения картофеля, томатов и других видов, устойчивых к различным патогенам. В медицине генно-инженерные методы открывают кардинально новые возможности в лечении наследственных болезней (генная терапия), ставя на повестку дня вопросы замены патологических генов на нормальные.

Однако использовать технологию рекомбинантной ДНК следует с особой осторожностью, принимая во внимание этические проблемы, возможную опасность для окружающей среды и другие негативные последствия бесконтрольного применения этих методов.



- 1 • Напишите определение для понятия *генная инженерия*.
- 2 • Заполните данную схему информацией об этапах генной инженерии и опишите суть каждого из этапов.

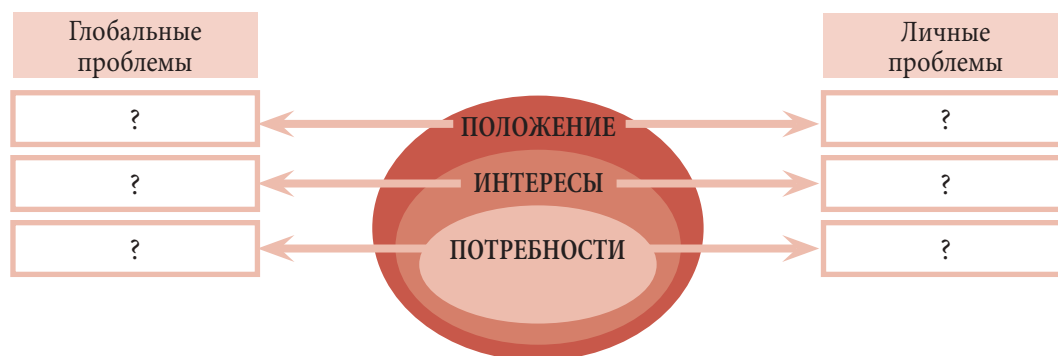


- 3 • На основе текста урока «Получение трансгенных растений» подготовьте постер, в котором продемонстрируйте механизм генной инженерии и ее значение в сельском хозяйстве.
- 4 • На основе метода SWOT проанализируйте значение генетически модифицированных организмов, опираясь на информацию под штрихкодом QR 2.5.1.
- 5 • Напишите резюме из 5–7 предложений, озаглавив его «Генная инженерия и медицина». Используйте для этого текст урока «Получение гормонов и интерферона».



QR 2.5.1

- 6 • На основе данной схемы «Лук» поясните утверждение:
Генная инженерия на службе как отдельного человека, так и общества в целом.



ИТОГОВЫЙ ТЕСТ по теме «Селекция организмов. Биотехнологии» (реальный профиль) (выполняется в рабочей тетради)

- 1** Опишите одним предложением суть метода скрещивания, используемого в селекции организмов.
- 2** Напишите краткий реферат из 3–5 предложений, в котором отразите суть гетерозиса.
- 3** Приведите не менее двух аргументов в пользу роли генетики в селекции организмов.
- 4** Укажите не менее двух преимуществ использования гибридизации и технологии рекомбинантной ДНК в селекции микроорганизмов.

5 Заполните таблицу.

| Типы гибридизации | Отличия | Сходства |
|------------------------------|---------|----------|
| Гибридизация <i>in vivo</i> | | |
| Гибридизация <i>in vitro</i> | | |

6 Представьте, что вы — консультант фирмы, оказывающей услуги в области биотехнологий. Предложите список рекомендаций для начинающего предпринимателя, который хотел бы начать производство ценных пищевых продуктов методами биотехнологии.

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ по теме «Селекция организмов. Биотехнологии» (гуманитарный профиль) (выполняется в рабочей тетради)

- 1** Опишите одним предложением суть метода отбора, используемого в селекции организмов.
- 2** Напишите краткий реферат из 3–5 предложений, в котором отразите суть экспериментального мутагенеза.
- 3** Приведите не менее двух аргументов в пользу применения криоконсервации в селекции животных.

4 Укажите не менее двух преимуществ применения биотехнологии в селекции организмов.

| Типы гибридизации | Отличия | Сходства |
|-------------------------------|---------|----------|
| Близкородственное скрещивание | | |
| Отдаленное скрещивание | | |

5 Заполните таблицу.

6 Представьте, что вы — консультант фирмы, оказывающей услуги в области селекции животных. Предложите список рекомендаций для начинающего предпринимателя, который хотел бы начать производство ценных пород животных.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ / ГУМАНИТАРНЫЙ ПРОФИЛЬ

| Матрица оценивания | |
|--------------------|---|
| Баллы | S_1 – 4 балла (4 балла за правильный ответ) S_2 – 6 баллов (6 баллов за правильный ответ) S_3 – 8 баллов (по 4 балла за каждый правильный ответ) S_4 – 8 баллов (по 4 балла за каждый правильный ответ) S_5 – 9 баллов (по 3 балла за каждый правильный ответ) S_6 – 6 баллов (6 баллов за правильный ответ) |

Шкала оценивания

| | | | | | | | |
|--------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| Баллы | <15 | 16 – 19,99 | 20 – 23,99 | 24 – 27,99 | 28 – 32,99 | 33 – 36,99 | 37 – 41 |
| Оценка | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Субкомпетенции

Реальный профиль

- Интерпретация принципов эволюции организмов и гипотез зарождения жизни;
- Описание основных этапов эволюции человека;
- Определение биологических и социальных факторов антропогенеза;
- Выявление факторов эволюции живого мира;
- Оценивание влияния факторов эволюции на организмы;
- Анализ доказательств эволюции на основе данных сравнительной анатомии, эмбриологии, палеонтологии и молекулярной биологии.

Обоснование

Темы

Вопросы эволюции живых организмов вызывают понимание и одобрение у одних и резкое несогласие – у других. Однако, независимо от убеждений каждого из нас, эволюционное учение поднимает ряд чрезвычайно важных вопросов: как возникла жизнь, как развивались во времени живые существа и др. Поэтому будет логичным предложить и вам, после многих лет изучения биологии, процессов и явлений, связанных с жизнью на Земле, попытаться найти ответы на эти вопросы.

Содержание

Реальный профиль

- 3.1. Основные гипотезы зарождения жизни
 - 3.2. Принципы биологической эволюции
 - 3.3. Доказательства эволюции: данные сравнительной анатомии и эмбриологии
 - 3.4. Доказательства эволюции: данные палеонтологии и молекулярной биологии
 - 3.5. Факторы эволюции: наследственность и изменчивость
 - 3.6. Факторы эволюции: взаимодействие организмов с окружающей средой и естественный отбор
 - 3.7. Направления эволюции
 - 3.8. Эволюция человека
- Итоговый тест

Субкомпетенции

Гуманитарный профиль

- Интерпретация принципов эволюции организмов и гипотез зарождения жизни;
- Описание основных этапов эволюции человека;
- Определение биологических и социальных факторов антропоге-неза;
- Выявление факторов эволюции живого мира;
- Оценивание влияния факторов эволюции на организмы;
- Анализ доказательств эволюции на основе данных сравнитель-ной анатомии, эмбриологии, палеонтологии и молекулярной биологии.

Содержание

Гуманитарный профиль

- 3.1. Основные гипотезы зарождения жизни
- 3.2. Доказательства эволюции: данные сравнительной анатомии и эмбриологии
- 3.3. Факторы эволюции: взаимодействие организмов с окружающей средой и естественный отбор
- 3.4. Эволюция человека
Итоговый тест

ГЛАВА 3

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗМОВ НА ЗЕМЛЕ. ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

Проблема возникновения жизни является одной из центральных проблем биологии и постоянно была предметом споров и дискуссий между идеалистами и материалистами. Как возникла жизнь? Этот вопрос обсуждается с момента появления сознания и культуры у человека и продолжается до сих пор. Так появились многочисленные гипотезы и теории, одни из которых основаны на простых умозаключениях, другие – на известных фактах и экспериментальных данных.



Креационизм

Согласно этой теории, жизнь была создана некой сверхъестественной силой, произошло это лишь единожды и поэтому недоступно для наблюдения. В основе этой концепции лежит абсолютная вера, поэтому она находится вне рамок научного исследования. Так как наука занимается только теми явлениями, которые поддаются наблюдению, она никогда не сможет ни доказать, ни опровергнуть эту концепцию.

Теория самопроизвольного (спонтанного) зарождения

Сторонниками этой теории были Демокрит, Аристотель, В. Харвей, Ф. Бэкон, Р. Декарт, Я. Б. ван Гельмонт и другие ученые. И хотя теория была предложена еще в древние века, она никогда не пользовалась большим доверием в научном мире. Некоторые ученые восторженно принимали ее, другие – игнорировали.

Согласно этой гипотезе, жизнь произошла из неживой материи как результат действия механических сил природы, как путем абиогенеза (из неорганических веществ), так и путем гетерогенеза (из мертвой органической материи). Некоторые древние ученые наивно полагали, что жизнь может возникнуть из земли, воды, гниющих и разлагающихся остатков. По их мнению, змеи, кроты и мыши могли зарождаться из земли; раки, лягушки, рыбы, крокодилы – из ила; черви и насекомые – из гниющего мяса.



Я. Б. ван Гельмонт (1579–1644)

Ян Баптист ван Гельмонт описал эксперимент, в котором он за три недели якобы создал мышей из грязного белья и горстки пшеницы. Важным фактором в процессе зарождения мыши Ван Гельмонт считал человеческий пот.

В 1688 году итальянский биолог Ф. Реди провел опыты, которые противоречили теории самопроизвольного зарождения. Он установил, что появляющиеся на гниющем мясе маленькие червячки – это личинки мух.

С открытием микроорганизмов теория самопроизвольного зарождения вновь становится популярной среди ученых. Однако известный французский ученый Луи Пастер на основе проведенных экспериментов окончательно опроверг эту теорию и доказал справедливость теории биогенеза. Он

показал, что микроорганизмы вездесущи и что неживые материалы легко могут быть заражены живыми существами, если их не простерилизовать должным образом.

В заключение следует уточнить, что жизнь не может возникнуть путем самопроизвольного зарождения в обычных условиях. Это уточнение является необходимым, т. к. по мнению немецкого ученого Эрнста Геккеля, «полностью отрицать спонтанное зарождение – означает признать чудо, божественное сотворение мира».

Теория панспермии (Анаксагор, Г. Буффон, Г. Липман, С. Аррениус, Ф. Крик и др).

Эта теория выдвигает идею о внеземном происхождении жизни. Жизнь, по мнению сторонников этой идеи, могла возникнуть в разное время и в разных частях Вселенной, а затем была перенесена на Землю.

С. Аррениус полагал, что жизнь существует везде во Вселенной, благодаря переносу «зародышей жизни» с одних планет на другие.

При изучении материала метеоритов и комет в них были обнаружены «предшественники живого» – жирные кислоты, аминокислоты, углеводы, нуклеотиды и др. Ученые продемонстрировали, что споры выдерживают пониженные температуры. Кроме того, была показана возможность замораживания протоплазмы в специальных условиях, без ее кристаллизации.

В настоящее время нет доказательств жизни за пределами Земли, однако полностью эту возможность нельзя исключать.

Теория биогенеза, или биохимической эволюции (А. И. Опарин, Дж. Холдейн, С. Миллер, Г. К. Юри, С. Фокс и др.).



А. И. Опарин (1894–1980)

Теория была предложена А. И. Опариным (1922) и Дж. Холдейном (1929). Согласно этой теории, жизнь возникла путем абиогенного синтеза органических веществ в специальных условиях, и процесс этот происходил постепенно – в три этапа.

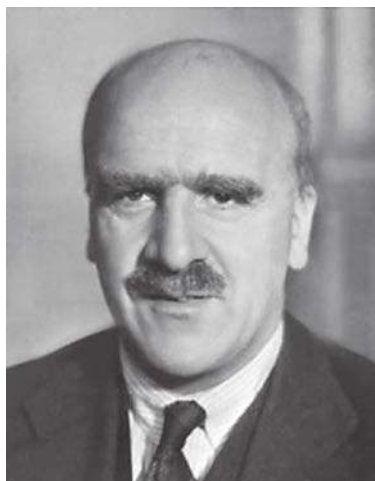
1. *Неорганический этап* – этап образований простейших органических соединений из неорганических. По мнению А. И. Опарина, это произошло около 4–4,5 млрд лет назад и стало возможным благодаря специальным условиям в атмосфере Земли. Легкие газы – водород, гелий, азот, кислород и аргон – уходили из атмосферы, так как гравитационное поле нашей планеты из-за высокой температуры (4000–8000 °С) имело низкую плотность и не могло их удержать. Атмосфера Земли в то время состояла из аммиака, метана, углекислого газа и паров воды, из которых под действием мощных электрических разрядов могли возникнуть простейшие органические соединения.

2. *Органический этап* – этап образования более сложных органических соединений (аминокислот, углеводов, белков, нуклеиновых кислот). Под действием ультрафиолетовых лучей (озоновый слой отсутствовал) вода разлагалась на водород и кислород. Водород поднимался в атмосферу, а в присутствии кислорода образовывались такие химические соединения, как этанол, кетоны, органические кислоты, альдегиды. Образованные вещества поднимались в атмосферу, а после дождя опять попадали в водные бассейны Земли, где образовывали сложные органические соединения – углеводы, белки, нуклеиновые кислоты и др.

Эти теоретические предположения были подтверждены экспериментально. В 1953 г. ученым Чикагского университета Стенли Миллеру и Гарольду Ури удалось экспериментальным путем получить, пропуская электрические заряды через смесь воды (35 %), аммиака (26 %), метана (26 %) и водорода (13 %) под давлением в несколько паскалей при температуре 60–80 °С, ряд органических соединений: аланин, аспарагиновую кислоту, глутаминовую кислоту, мочевины, лимонную кислоту и др.



С. Аррениус (1859–1927)



Дж. Холдейн (1892–1964)

Ученые П. Адельсон, С. Харада и С. Фокс позднее получили аминокислоты и простые полипептиды в ходе своих экспериментов (при температуре 170–180 °С в течение 6–8 часов).

Американский биохимик, лауреат Нобелевской премии Артур Корнберг в 1958 г. впервые синтезировал в лабораторных условиях молекулы ДНК.

3. *Биологический этап* – формирование из белков и других органических соединений первых живых систем, способных к метаболизму.

На этом этапе образовывались первые коацерватные капли – сгустки из сложных органических веществ. В них накапливались белки, углеводы, жиры и нуклеиновые кислоты. Коацерваты – это еще не живые организмы, но они уже были способны избирательно поглощать вещества и расти. В коацерватах гидрофильные части молекул располагались снаружи, а гидрофобные – вовнутрь. Таким образом формировались структуры, аналогичные современным мембранам, которые и обеспечивали избирательный транспорт веществ.

Внутри коацервата нуклеиновые кислоты вступали во взаимодействие с белками, что сделало возможным хранение и передачу информации от нуклеиновых кислот к белкам и воспроизводство этих простых живых систем.

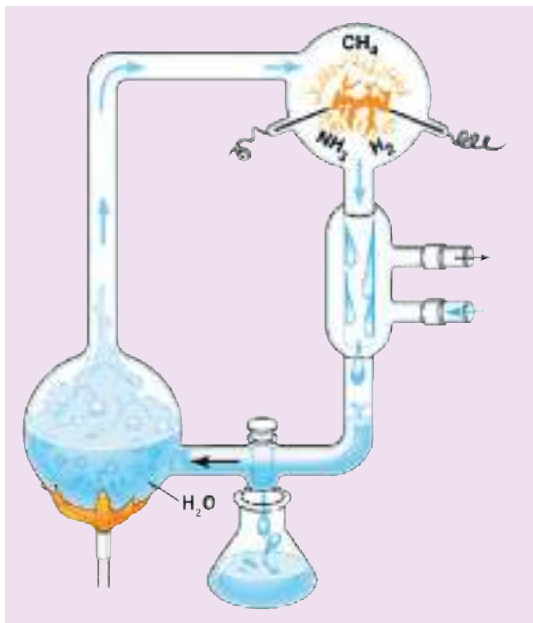
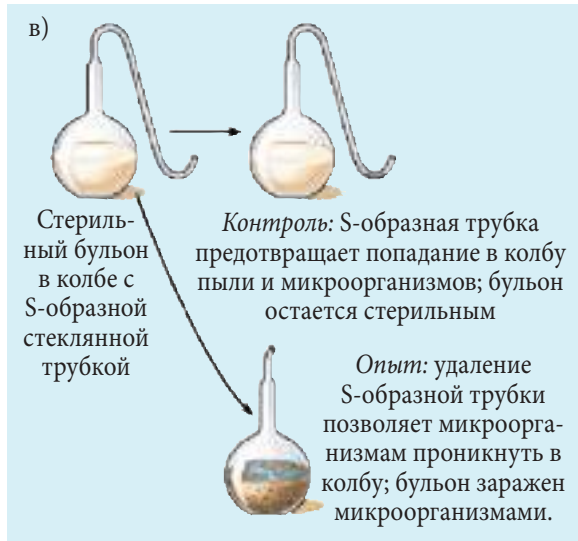
Усложняясь, коацерваты образовывали первые примитивные клетки – прокариотические, из которых в ходе дальнейшей эволюции сформировались и более сложно устроенные эукариотические клетки.

Дискуссии и споры по некоторым вопросам продолжаются до сих пор. Например, есть разные точки зрения в отношении биологической эффективности органических веществ, синтезированных абиогенным путём; взаимосвязи между нуклеиновыми кислотами и белками и т.д.



- 1** • Перечислите основные гипотезы возникновения жизни и опишите кратко их суть.
- 2** • Представьте этапы теории биогенеза в виде структурированной схемы.
- 3** • Сравните две гипотезы (по выбору) происхождения жизни на Земле на основании не менее трех критериев. Ответ представьте в виде таблицы.
- 4** • Предложите опыт для подтверждения или отрицания происхождения жизни.

- 5** • Проанализируйте представленную ниже схему опытов Л. Пастера и опишите в тетради результаты всех трех опытов, объяснив их одним предложением.



- 6** • На основе анализа информации штрихкода QR 3.1.1, сделайте 4–5 общих выводов о происхождении жизни.



QR 3.1.1

- 7** • Объясните в 3–4 предложениях, каким образом могли быть получены первые органические вещества в экстремальных условиях первичной атмосферы. Используйте для этого схему эксперимента С. Миллера и Г. Ури, а также информацию штрихкода QR 3.1.1.

- 8** • Объясните в 5–7 предложениях следующее явление:

В лабораторных условиях в результате химического синтеза была получена смесь L- и D-форм аминокислот, в то время как для живых организмов характерна только L-форма.

- 9** • Используя материалы штрихкода QR 3.1.1, подготовьте сообщение в Power Point на тему «Как возникла жизнь».

- 10** • Покажите возможность возникновения жизни на Земле в современных условиях в виде логической схемы.

Эволюцией называется процесс постоянного развития как в природе, так и в обществе, который путем постепенных изменений приводит к глубоким качественным преобразованиям.

Применительно к живым организмам эволюцию можно определить как развитие с течением времени сложных организмов из предшествующих более простых организмов. Таким образом, эволюция охватывает все наиндивидуальные группы организмов – от популяции и вида до типа и царства. В специальной литературе для описания эволюции больших таксономических групп (отряд, класс, тип) используют термин *макроэволюция*, а эволюцию на уровне вида описывают термином *микроэволюция*.

Микроэволюция представляет собой процессы преобразования на уровне отдельных популяций и видов, что приводит под действием естественного отбора к возникновению новых более приспособленных видов. Появление новых видов имеет очень важное значение в биологической эволюции.

Таким образом, основной эволюционной единицей является вид. В настоящее время под видом понимают совокупность индивидов, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических признаков, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих один и тот же ареал обитания.

Каждый вид характеризуется многими признаками, которые носят название **критериев вида**. К ним относятся:

- *морфологический критерий* – сходство внешнего и внутреннего строения организмов;
- *физиологический критерий* – единство всех процессов жизнедеятельности у всех особей одного вида;
- *биохимический критерий* – сходство химического состава и биохимических реакций в организме;
- *генетический критерий* – всем индивидам данного вида свойственны определённые, наследственно закреплённые особенности организации;
- *экологический критерий* – сходство реакции индивидов одного вида на воздействие факторов среды;
- *географический критерий* – сходство по ареалу, занимаемому видом на планете.

Наука, которая занимается изучением эволюции органического мира, называется **эволюционизмом**.

Научные основы эволюционного учения были заложены английским естествоиспытателем **Чарльзом Дарвином** в работе «Происхождение видов путем естественного отбора», опубликованной в 1859 году. Однако еще задолго до Дарвина человек обратил внимание на разнообразие окружающих его живых организмов и пытался объяснить структурные и функциональные сходства между ними. Так появилось множество гипотез и теорий для объяснения развития органического мира.

Среди задач эволюционного учения можно выделить следующие:

- определение понятия *живой* материи и уровней организации и интеграции живой материи;
- выявление особенностей эволюции основных групп растений, животных, микроорганизмов;
- изучение процессов микро- и макроэволюции;
- установление движущих сил эволюции;
- определение положения человека в природе и изучение его происхождения;
- выявление механизмов адаптации биологических систем;
- разработка теорий, объясняющих эволюционные процессы.

Биологическая эволюция может происходить двумя основными путями – *прогрессивным* путем и путем *специализации*. Для прогрессивной эволюции характерно образование новых структур и усложнение функций организма, что повышает общий уровень его организации и жизнеспособности. Эти изменения приводят к возникновению новых крупных таксономических групп и известны как *ароморфозы*, примерами которых могут быть: появление внутренней полости тела, кровеносной системы закрытого типа, хорды, четырехкамерного сердца и др. (у животных) и появление фотосинтеза, дифференциации вегетативных органов, двойного оплодотворения (у растений).

Эволюция путем специализации основана на мелких эволюционных изменениях, приспособляющих организмы к конкретным условиям обитания. Эти изменения позволяют организмам занять новые экологические ниши и называются *идеоадаптациями*. Примерами идеоадаптаций являются: форма клюва у птиц, строение конечностей у парнокопытных (у животных); форма плода, семени и цветка (у растений).

В случае паразитизма, когда паразит живет и питается за счет организма хозяина, специализация выражается в редуцировании некоторых органов или даже систем органов. Этот процесс называется *дегенерацией*. Например, отсутствие кровеносной системы у бычьего цепня, отсутствие корней у повилики и др.

В основе функционирования живого мира лежат определенные принципы, обеспечивающие его существование и эволюцию. Выделяют 5 основных принципов: простоты, экономичности, предопределенности, ограничения и принцип физического детерминизма.

Принцип простоты предполагает, что все процессы и явления по сути своей очень просты. Например, все атомы состоят из трех основных типов частиц: электронов, протонов и нейтронов; огромное разнообразие белков образовано всего лишь 20 типами аминокислот; имеющие первостепенное значение в хранении и передаче наследственной информации нуклеиновые кислоты состоят только из 4-х типов нуклеотидов.

Согласно основным положениям биологии, ни одна из клеток не является излишне сложной, что позволило ей выжить и развиваться в ходе длительной эволюции. Другими словами, потрясающие нас многообразием и сложностью жизненные процессы в сути своей удивительно просты.

Принцип экономичности тесно связан с простотой в организации и функционировании живых систем. Отлажено работающая биологическая структура используется максимально вместо создания новых структур. Например, во многих макромолекулах (белках, аминокислотах) один тип мономера (аминокислота, нуклеотид) повторяется много раз. Симметрия, так часто встречающаяся в живом мире, также является примером экономичности. В качестве примера экономичности можно привести и мембраны, которые используются в клетке для образования различных органоидов.

Однако принцип экономичности может иметь и другие последствия. Например, растения вынуждены использовать в качестве химических источников минеральные элементы, а животные – употреблять растения (травоядные животные) или других животных (плотоядные).

Принцип предопределенности предполагает, что каждый вид, каждый организм, каждая структура, каждая молекула образованы на основе определенной программы, заложенной в нуклеиновых кислотах.

Организация генов и хромосом в эукариотных клетках обеспечивает постоянное образование новых форм при сохранении уже существующих, что обеспечивает биологическую преемственность.

Принцип ограничения обеспечивает организацию, функционирование и эволюцию биологических систем путем ограничения потенциальных возможностей. Эти ограничения могут быть вызваны факторами среды, которые обеспечивают лучшую адаптацию организмов. Например, число клеточных органоидов ограничено размерами и типом клетки, а число индивидов в популяции ограничено количеством пищи и размерами занятого ареала.

Каждая дочерняя клетка получает от материнской клетки ту же генетическую информацию, но ее реализация ограничена условиями развития многоклеточного организма.

Принцип физического детерминизма означает запрограммированное развитие организмов. Согласно этому принципу, в ходе эволюции происходят последовательные модификации организмов, что подтверждают и палеонтологические данные. Однако они не сопровождаются радикальными изменениями их внутренней организации.

Таким образом, каждый новый путь развития имеет определенные пределы, что обеспечивает стабильность вида и сохранение внутреннего строения организмов.

Принцип физического детерминизма обеспечивает сохранение внутренней организации индивидов.



- 1 • Перепишите в тетрадь текст и заполните пропуски:
 - а) Эволюция крупных таксономических групп, как например, _____ называется _____, а эволюция мелких таксономических групп, как например, _____ называется _____.
 - б) Наука, которая изучает вопросы эволюции органического мира, называется _____.

2 • Представьте в виде таблицы критерии вида, выделив его отличительные особенности.

3 • Проиллюстрируйте задачи эволюционного учения, используя схему «Пирамида».

4 • Перепишите в тетрадь и заполните таблицу, показав примеры идиоадаптаций у растений и животных родного края. (Для заполнения таблицы используйте различные источники информации: интернет, литературу по специальности, художественную литературу, собственные наблюдения).

| Идиоадаптации | К свету | К температуре | К влажности |
|---------------|---------|---------------|-------------|
| Примеры | | | |
| У растений: | | | |
| У животных: | | | |

5 • Используя информацию штрихового кода QR 3.2.1, объясните в 5–7 предложениях, почему дегенерация рассматривается как один из путей эволюции (прогресса).



QR 3.2.1



QR 3.2.2

6 • Отрадите эволюционные последствия появления фотосинтеза для различных групп организмов на основе информации штрихового кода QR 3.2.2.

7 • Объясните в 3–4 предложениях, почему генетическая информация по-разному проявляется в ходе индивидуального развития.

8 • Объясните общие принципы мембранной организации клеточных органоидов.

9 • Объясните, чем отличается принцип преформизма от теории преформизма, которые представлены в штриховом коде QR 3.2.3. Сделайте 3–4 вывода.



QR 3.2.3

10 • Оцените 4–5 возможных последствий нарушения внутренней организации на уровне индивида или биоценоза.

Доказательства эволюции: данные сравнительной анатомии и эмбриологии

Румынский биолог Эмил Раковица писал: «Биологическая эволюция является неопровержимым фактом, спорными остаются лишь пути ее осуществления».

Это утверждение основывается на многочисленных доказательствах, как имеющих в самой природе, так и предоставленных разными науками в результате проведенных экспериментальных исследований.

Доказательства сравнительной анатомии

Сравнительная анатомия и морфология приводят доказательства, основанные на особенностях внешнего и внутреннего строения организмов.

Среди доказательств можно выделить следующие:

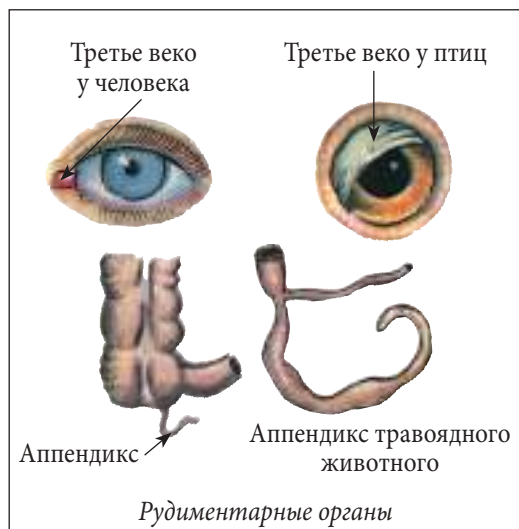
• Наличие гомологичных органов

- гомологичными называются органы, имеющие общее происхождение и сходное строение, но выполняющие разные функции;
- они отражают эволюцию путем дивергенции (расхождение признаков, приводящее к появлению новых организмов от общего предка и преобразование одних органов в другие – стебель и лист у растений; ласт кита, крыло летучей мыши, передняя конечность лошади, рука человека);

Гомологичные органы представляют собой сильный аргумент в пользу общего эволюционного происхождения, хотя каждый из органов приспособлен для выполнения определенной функции.

• Наличие аналогичных органов

- аналогичные органы имеют разное строение и происхождение, но выполняют одну и ту же функцию;



- они отражают конвергентную эволюцию (независимое возникновение сходных признаков у организма, имеющих разное происхождение, или у органов, имеющих различное происхождение, но выполняющих сходные функции, – плавники рыб и ласты кита, крылья насекомых и рукокрылых млекопитающих, колючки кактуса и боярышника, клубни картофеля и георгина).

Наличие аналогичных органов подтверждает биологическую эволюцию. Эти органы, развиваясь в той же среде и выполняя ту же функцию, сходны по строению, но не идентичны.

• Наличие рудиментарных органов

- рудиментами называются органы, сохранившиеся у организмов, но давно утратившие свое исходное значение;

– они указывают на сходство групп организмов (аппендикс, зуб мудрости, мигательная перепонка глаза, мышцы уха и др.).

У человека около 100 рудиментарных органов. Они были в активном состоянии у его предков, но в связи с изменением условий жизни утратили свою необходимость. Рудиментарные органы закладываются на стадии эмбриогенеза, но не получают полного развития у взрослых форм.

Данные наблюдения были представлены Ж. Б. Ламарком в его концепции о роли упражнения и неупражнения органов в эволюции. Появление стойких мутаций уменьшают размеры и функции того или иного органа. Если эти органы необходимы для выживания организма, они не подвергнутся риску исчезновения. Если органы не являются существенными для выживания в конкретных условиях обитания, то их размеры постепенно уменьшаются, и в итоге они исчезнут.



• Наличие атавизмов

- атавизмы представляют собой органы, существовавшие у далеких предков, но полностью утраченные в процессе эволюции;
- они указывают на сходство различных организмов и на тот факт, что гены, кодирующие их, не исчезли из генофонда, а заблокированы;
- примерами атавизмов у человека является наличие хвоста, сосков не только на груди, но и на животе.

Эмбриологические доказательства

Эмбриология предоставляет ряд доказательств на основе закономерностей эмбрионального развития, а именно:

• Закон зародышевого сходства (К. Бэр, 1828)

- сходство развития зародышей разных систематических групп свидетельствует об общности их происхождения;
- эмбрионы высших животных схожи с эмбрионами низших животных, а не со взрослыми формами.

На ранних этапах развития эмбрионы позвоночных отличаются большим сходством по форме и частям тела, наличием жаберных щелей. На этом этапе очень трудно отличить эмбрион человека от эмбриона обезьяны, курицы, ящерицы или рыбы.

По мере развития зародыш приобретает все более заметные черты строения, характерные для класса, отряда, рода и, наконец, вида, к которому он принадлежит. Особенности эмбрионального развития и последовательная дифференциация признаков указывает на общность происхождения этих организмов.

• Биогенетический закон (Э. Геккель, 1866)

- индивидуальное развитие (онтогенез) есть краткое и сжатое повторение исторического развития вида (филогенеза);

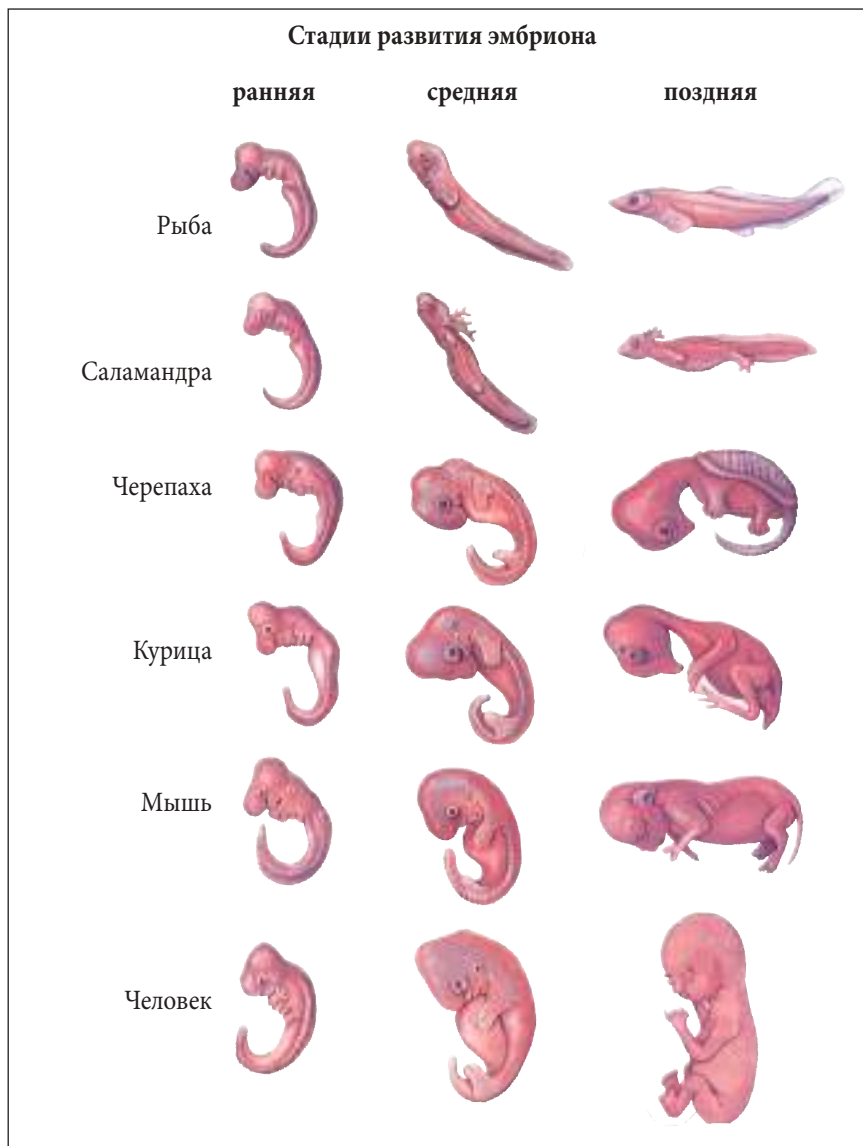
В дальнейшем было установлено, что в индивидуальном развитии повторяются признаки не взрослых особей, а эмбрионов (головастик у земноводных, личинки у бабочек, заросток у папоротников и др.).

Эмбрион человека на самых ранних стадиях развития схож с эмбрионом рыбы (наличие жаберных щелей, хвоста и др.). Позднее он схож с эмбрионом пресмыкающихся (закрытие жаберных щелей, разделение предсердия на две камеры). К 7-му месяцу внутриутробного развития эмбрион человека похож на эмбрион обезьяны, и только к моменту рождения он проявляет свойства своего вида.

• Закон филоэмбриогенеза (А. Северцов, 1935)

- онтогенез, являясь кратким повторением филогенеза, может влиять на особенности филогенетического развития вследствие изменений в структуре и функциях органов (дифференциация чешуй у рыб и пресмыкающихся: первоначально чешуя образуется из клеток эктодермы, а затем развивается в костную чешую (у рыб) и роговую чешую (у пресмыкающихся)).

Значение взаимосвязи онтогенеза и филогенеза позволяет углубить общее представление о развитии организмов. Оплодотворенное яйцо можно сравнить с одноклеточным предком животных, бластулу – с колониальным простейшим организмом, а гастралу – с предковым животным (*Gastrea*), давшим начало беспозвоночным и позвоночным.



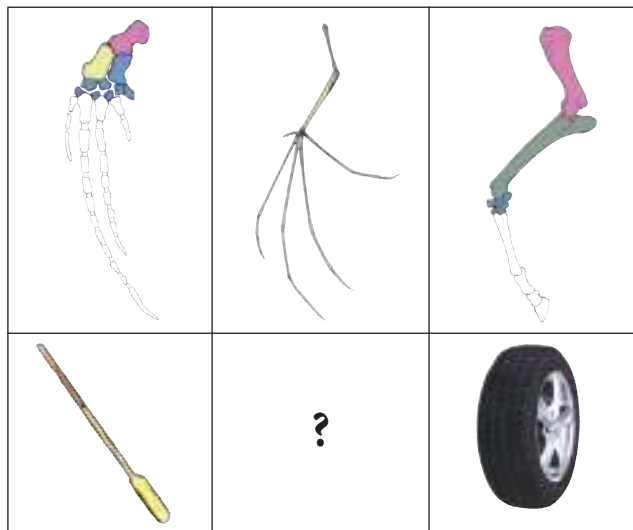
1 • Приведите по 3 примера для каждого из следующих понятий: гомологичные органы, аналогичные органы, рудиментарные органы, атавизмы.

2 • Выберите правильный ответ:

- 1** Гомологичные органы:
- а) колючки кактуса и розы;
 - б) крылья бабочки и летучей мыши;
 - в) плавники акулы и дельфина;
 - г) рука человека и лапа кошки.

- 2** Рудиментарные органы у человека:
- а) аппендикс;
 - б) третье веко;
 - в) наличие дополнительных сосков;
 - г) а и б.

3 • Решите триады.



- 4** • Прочитайте представленные ниже утверждения. Каждое из них состоит из двух частей. Обведите слово «ДА», если вторая часть объясняет первую, и «НЕТ» – если это не так.
 • Напишите в тетради верное утверждение.

А ДА НЕТ Гомологичные органы являются доказательством эволюции организмов, так как отражают принцип эволюции путём дивергенции.

Б ДА НЕТ Лапа кошки и нога человека являются гомологичными органами, так как имеют одну и ту же функцию и участвуют в беговом движении.

- 5** • На основе информации под штрихкодом QR 3.3.1, объясните в 3–4 предложениях значение явления повторения филогенеза в онтогенезе (биогенетический закон Э. Геккеля).

- 6** • Определите сходства и отличия между рудиментами и атавизмами на основе предложенной модели. (Выполняется в рабочей тетради.)



QR 3.3.1

Сходства

- _____
- _____
- _____

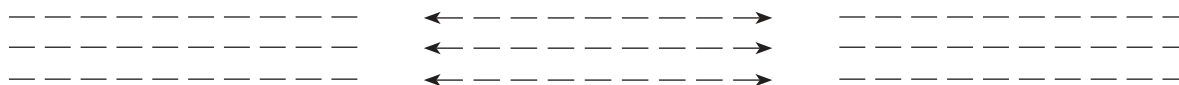
Отличия



Рудименты

Критерии

Атавизмы



- 7** • Покажите взаимоотношения между следующими понятиями, используя круги Эйлера:
 а) гомологичные органы, аналогичные органы, сравнительная анатомия;
 б) рудимент, атавизм, эволюция.
- 8** • Представьте в виде таблицы преимущества и недостатки эмбрионального развития позвоночных.
- 9** • Представьте последствия сверхразвития одного из рудиментарных органов человека.
- 10** • Применив метод SWOT, оцените утверждение «Онтогенез – это краткое повторение филогенеза».

Доказательства эволюции: данные палеонтологии и молекулярной биологии

3.4

Доказательства палеонтологии

Палеонтология занимается изучением ископаемых останков разных организмов. Она предоставляет ряд доказательств, среди которых:

- **Ископаемые останки**

- различные кости (позвоночных) или отпечатки в камнях (беспозвоночных и растений);
- особенности останков указывают на родственные связи между различными организмами и позволяют проследить эволюцию во времени.

- **Переходные формы**

- представлены организмами, сочетающими признаки древних и исторически более молодых систематических групп организмов (археоптерикс – переходная форма от птиц к пресмыкающимся; тереодонт – переходная форма от пресмыкающихся к млекопитающим; псилофиты (риниофиты) – переходная форма от водных растений к растениям суши);
- указывает на родственные связи между различными систематическими группами.

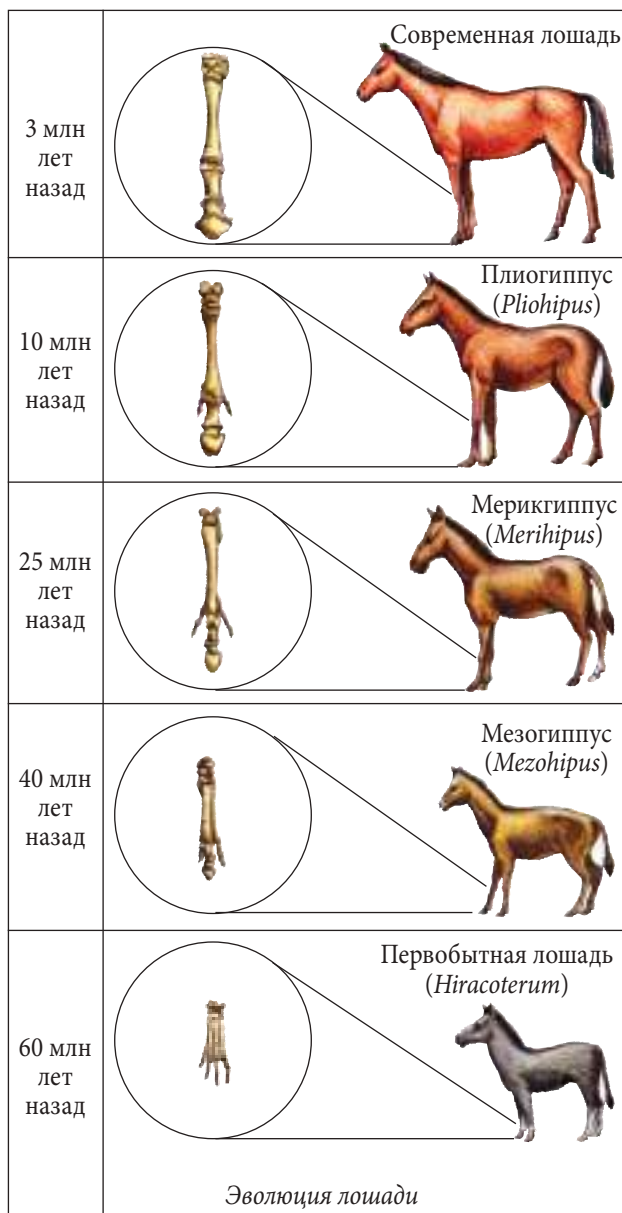
- **Филогенетические ряды**

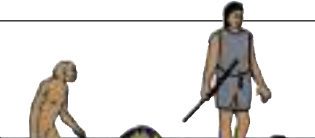











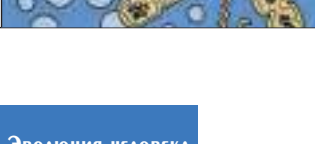
- это формы, последовательно сменяющие друг друга в процессе эволюции (например, лошади);
- показывают возможный эволюционный путь данного вида.

Палеонтологические данные наряду с доказательствами эмбриологии и сравнительной анатомии свидетельствуют о том, что с переходом от одной эры к другой происходит постепенное повышение уровня организации животных и растений.

Земная кора состоит из 5-ти основных слоев, каждый из которых подразделяется на более тонкие слои. В этих слоях сохранились ископаемые останки некогда существовавших организмов животных и растений.

В соответствии с последовательностью слоев была разработана геохронологическая шкала. Согласно этой шкале, историю жизни на Земле делят на эры, периоды и эпохи. О продолжительности каждого периода судят по толщине определенного слоя земной коры и скорости разложения радиоактивных элементов (см. схему, с. 100).



| Эра | Период | Эпоха | Возраст (млн лет) |  | Формы жизни |
|----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|---|--|
| Кайнозойская | Четвертичный | Голоцен | 0.01 |  | Эпоха человека |
| | | Плейстоцен | 2.5 | | Появление человеческих культур |
| Мезозойская | Третичный | Плиоцен | 7 |  | Преобладание млекопитающих, птиц, насекомых |
| | | Миоцен | 25 | | Расцвет млекопитающих |
| | Олигоцен | 38 | Появление австралопитеков | | |
| | Эоцен | 54 | | | |
| | Палеоцен | 65 | | | |
| Мезозойская | Меловой | | 136 |  | Апогей развития и вымирания динозавров Вторичное распространение насекомых Появление первых человекообразных обезьян |
| | Юрский | | 195 |  | Расцвет и специализация динозавров Появление первых млекопитающих и птиц |
| | Триасовый | | 225 |  | Появление динозавров |
| Палеозойская | Пермский | | 280 |  | Расцвет пресмыкающихся; сокращение числа земноводных |
| | Каменно-угольный (карбон) | Пенсильванская | 321 |  | Эпоха земноводных |
| | | Миссисипская | 345 | | Расцвет насекомых Появление пресмыкающихся |
| | Девонский | | 395 |  | Эпоха рыб Появление земноводных |
| | Силурийский | | 435 |  | Появление первых животных с легочным питанием (скорпионы); разнообразие рыб |
| | Ордовикский | | 500 |  | Развитие морских беспозвоночных Появление первых позвоночных (рыб) |
| | Кембрийский | | 570 |  | Появление первых морских беспозвоночных – трилобитов (животных со скелетом) |
| Протерозойская | Докембрийский | | 1500 |  | Появление первых эукариот и многоклеточных организмов |
| | | | 2500 | | Появление прокариот |

Между основными эрами происходили геологические перемещения, именуемые геологическими революциями. В результате этих революций некоторые участки суши поднимались, а другие – опускались.

Самая древняя эра – архейская – длилась около 2 млрд лет. Для нее характерны высокая вулканическая активность и движение земных пластов. Тепло, давление и тектонические перемещения уничтожили многие из ископаемых останков, однако в древних осадочных породах обнаружены биополимеры и останки прокариот.

В протерозойской эре, более спокойной с геологической точки зрения, бактерии и водоросли достигли исключительного расцвета. Появились первые эукариоты и древние многоклеточные организмы. Живые организмы меняли форму и состав земной коры, формируя ее верхние слои – биосферу.

К концу палеозоя уже существовали представители большинства типов животного царства, за исключением птиц и млекопитающих. В кембрии животные и растения населяли в основном моря, в то время как суша была пустынна. В ордовике и силуре появились первые наземные растения.

Мезозойская эра началась около 230 млн лет назад и длилась примерно 167 млн лет. Мезозой справедливо называют эрой пресмыкающихся, потому что именно в эту пору они достигли огромного разнообразия. К концу мелового периода климат стал резко континентальным, и из-за резкого похолодания большинство пресмыкающихся вымерло.

Кайнозойская эра делится на два неравных периода – третичный, длившийся 62 млн лет, и четвертичный, начавшийся 2,5 млн лет назад. В кайнозое расцвета достигли цветковые растения, птицы и млекопитающие. В этот период появились и предки человека.

Доказательства клеточной и молекулярной биологии

Жизнь, многообразная на макроскопическом уровне, отличается поразительным сходством на молекулярном и клеточном уровне. Это сходство проявляется в следующем:

• На молекулярном уровне

- АТФ является молекулой, обладающей способностью сохранения и трансформации энергии у разных организмов;
- белки всех живых организмов состоят из 20-ти типов аминокислот;
- у всех живых организмов в состав нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) входят 4 типа нуклеотидов;
- генетический код является универсальным, то есть один и тот же кодон (триплет нуклеотидов) определяет одну и ту же аминокислоту у всех живых организмов.

Сложность и разнообразие живых организмов определяются биохимическими различиями, но в то же время многие основные физиологические процессы определяются общими химическими связями и реакциями. Как растения, так и животные используют одни и те же вещества в процессе дыхания и для запасания энергии.

• На клеточном уровне

– общий план строения клетки является сходным для всех живых организмов. Любая клетка состоит из цитоплазмы и плазматической мембраны. Цитоплазма эукариотической клетки включает различные органоиды: ядро, эндоплазматическую сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, лизосомы, рибосомы и др.

В настоящее время стало возможным слияние животных клеток с протопластами растений (растительные клетки, лишённые клеточной стенки), что убедительно демонстрирует общность животных и растительных клеток.



1 • Перечислите палеонтологические доказательства эволюции органического мира.

2 • Выберите правильный вариант ответа:

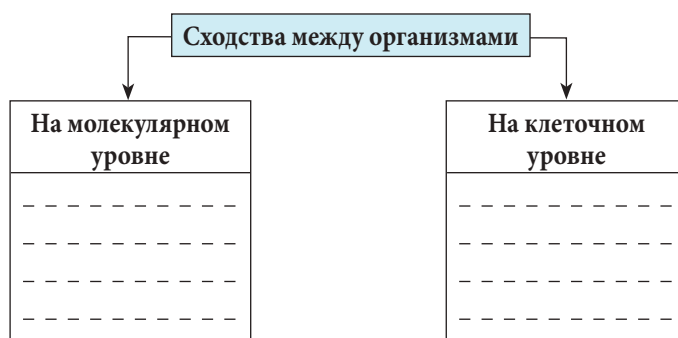
1 К переходным формам растительных организмов относятся:
а) археоптерикс;
б) псилофиты;
в) тереодонт;
г) все ответы верны

2 Палеонтологические доказательства:
а) ископаемые останки;
б) филогенетические ряды;
в) универсальность генетического кода;
г) а и б.



QR 3.4.1

3 • На основе информации под штрихкодом QR 3.4.1, разработайте схему процесса вымирания мамонтов.



4 • Заполните схему в тетради и сделайте 2 общих вывода.

5 • Объясните в 5–7 предложениях, почему живые организмы отличаются на макроскопическом уровне и очень похожи на микроскопическом уровне.

6 • Покажите взаимоотношения между следующими понятиями в виде кругов Эйлера:

а) мерикгиппус – плиогиппус (*merhipus – pliohipus*); б) кодоны – аминокислоты.

7 • Напишите для своего брата/сестры короткую историю (до 1700 знаков) на основе информации и рисунков текста. Озаглавьте ее.

8 • Подготовьте для учеников 12-го класса путеводитель по Музею этнографии и естествознания, в котором представьте описание некоторых палеонтологических экспонатов. Используйте для этого сайт www.muzeu.md.



QR 3.4.2

9 • Используя информацию под штрихкодом QR 3.4.3, сделайте 3–4 вывода о причинах вымирания динозавров.

10 • Объясните в 7–8 предложениях небольшое число переходных форм в ископаемых останках и их отсутствие для большинства ныне живущих организмов.

Эволюция живого мира определяется различными факторами (движущими силами), природа и роль которых намного сложнее, чем кажется на первый взгляд. Это наблюдается, например, в классификации факторов и интерпретации роли каждого из них. Большинство ученых к основным факторам эволюции относят следующие:

- 1) **наследственность** – обеспечивает сохранение вида;
- 2) **изменчивость** – обеспечивает разнообразие и материал для отбора;
- 3) **борьба за существование** – обеспечивает взаимодействие организмов с внешней средой;
- 4) **естественный отбор** – обеспечивает выживание и воспроизводство самых приспособленных организмов.

Наследственность – это свойство живых организмов сохранять и передавать свои признаки потомкам. Благодаря наследственности обеспечивается существование и индивидуальность видов в природе.

Единицей хранения и передачи генетической информации является ген. С точки зрения классической генетики ген – это неделимая единица наследственности. В современной концепции ген рассматривается как сложно организованная структурная и функциональная единица, которая обеспечивает три важных процесса в живых организмах: мутации (изменения гена); рекомбинации (новые сочетания генов) и экспрессию (фенотипическое проявление в виде признаков).

Гены взаимодействуют друг с другом, и часто проявление одного гена зависит от других. Фенотипические признаки могут контролироваться одним геном (моногенное наследование) или несколькими неаллельными генами (полигенное наследование). Иногда один ген определяет несколько признаков (*плейотропия*).

Проявление структурных генов зависит как от генетических факторов (регуляторные участки, взаимодействие генов), так и от негенетических факторов (абиотические и биотические факторы среды).

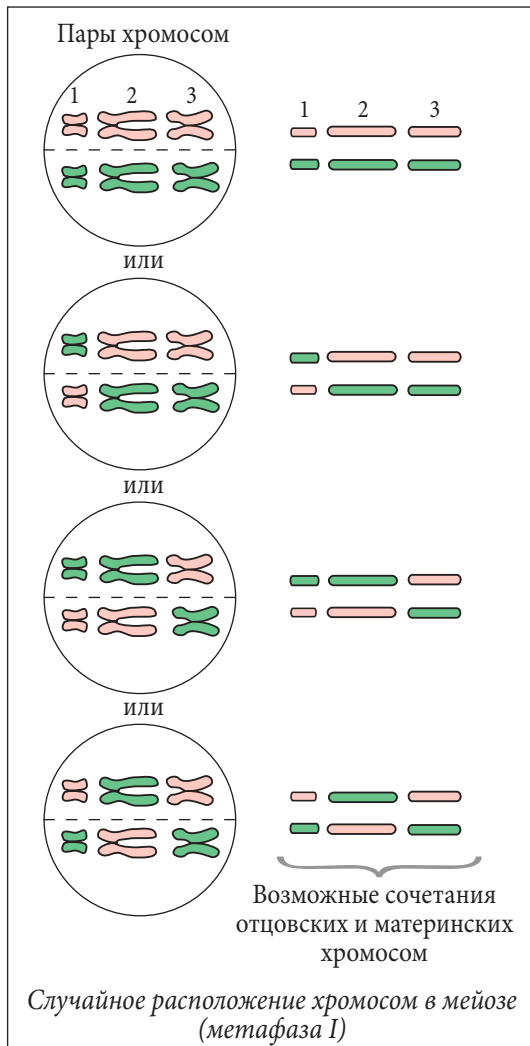
Исследования последних лет указывают на эволюционную роль регуляторных участков, которые влияют на активность структурных генов. Для генов характерна дифференциальная активность, то есть они активируются или подавляются в зависимости от этапа онтогенеза, организма, органа или ткани, физиологического состояния клетки.

Изменчивость – это свойство живых организмов приобретать новые признаки под воздействием факторов среды. Изменчивость бывает двух типов:

- а) **ненаследственная** (модификационная)
 - не затрагивает наследственный материал;
 - вызвана условиями жизни (питание, температура, свет и др.);
 - обеспечивает приспособление организмов к условиям среды;
 - не передается по наследству и не имеет особого эволюционного значения;
- б) **наследственная** (генотипическая)
 - изменяет наследственный материал;
 - вызвана действием мутагенных факторов среды (физических, химических и биологических);
 - обеспечивает адаптацию вида;
 - имеет важное эволюционное значение.

К наследственной изменчивости относятся *мутации* и *рекомбинации*. Мутации представляют собой изменения на уровне генов, хромосом или других клеточных носителей генетической информации.

Мутации являются важным источником изменчивости, которые не только обогащают популяцию новыми формами, но и увеличивают гетерогенность популяции, обеспечивая ее адаптивность. Эти изменения являются важным фактором эволюции, т. к. предоставляют основной материал для естественного отбора с целью улучшения популяции или вида. Однако мутации не управляют ходом эволюции, доказательством чего служит нейтральность большинства мутаций.



- **Избирательный полиморфизм** – определяется способностью одного, более адаптивного аллеля, заменять действие другого аллеля. Примером такого типа полиморфизма служит индустриальный меланизм у березовой пяденицы *Biston betularia*. Темноокрашенные формы бабочек имеют селективное преимущество перед светлой формой в промышленных районах.



Разнообразие окраски раковины *Cerata nemoralis*

Генетическая рекомбинация связана с процессами, происходящими в ходе образования гамет в мейозе. В результате рекомбинации гены не изменяются, а лишь возникают новые их сочетания. Таким образом, именно рекомбинации служат самым богатым источником наследственных изменений (см. схему).

Мутации и рекомбинации обеспечивают генетический полиморфизм в пределах популяции, способствуя приспособлению и отбору организмов.

Полиморфизм предполагает наличие трех и более различных форм среди особей одного вида растений или животных.

Существует несколько типов полиморфизма:

- **Сбалансированный полиморфизм** – определяется равновесием между гомозиготными и гетерозиготными формами, комбинациями аллельных генов, противоположными полами и др. В этом случае две или более формы организмов сосуществуют в стабильном соотношении в пределах популяции, причем каждая из форм имеет как преимущества, так и недостатки. Например, у жука *Adalia bipunctata* весной преобладают формы красного цвета, а осенью – черного, более чувствительные к зимовке.

Среди чернокожего населения Центральной Африки есть три типа индивидов, отличающихся по строению эритроцитов: с нормальным гемоглобином, с невыраженной формой анемии (анормальный гемоглобин) и с летальной формой анемии. Индивиды с промежуточной формой анемии устойчивы к малярии, поддерживая, тем самым, концентрацию данного гена в популяции.



Промышленный меланизм березовой пяденицы

- **Нейтральный полиморфизм** – определяется действием некоторых нейтральных генов на способность к выживанию организмов. Например, различная окраска раковины улиток *Cerata nemoralis* контролируется множественными аллелями, что обеспечивает огромное разнообразие по цвету и вследствие этого – выживание их в определенных условиях обитания.

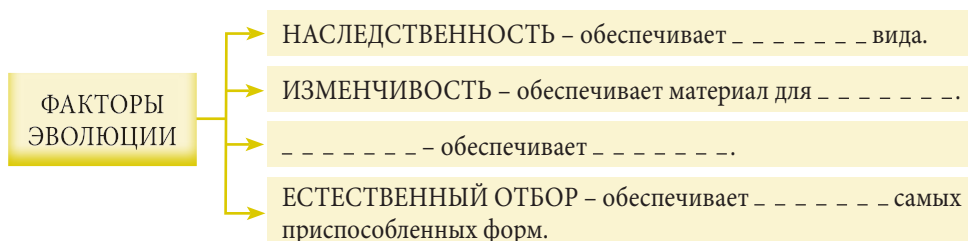
- **Экологический полиморфизм** – определяется адаптивной способностью некоторых организмов к различным экологическим условиям.

• *Криптический полиморфизм* – определяется изменениями, которые не проявляются на уровне фенотипа.

Генетический полиморфизм характерен для большинства организмов и является важным фактором защиты и сохранения вида в ходе эволюции. В то же время генетический полиморфизм может быть механизмом расширения вида.



1 • Заполните схему в тетради.



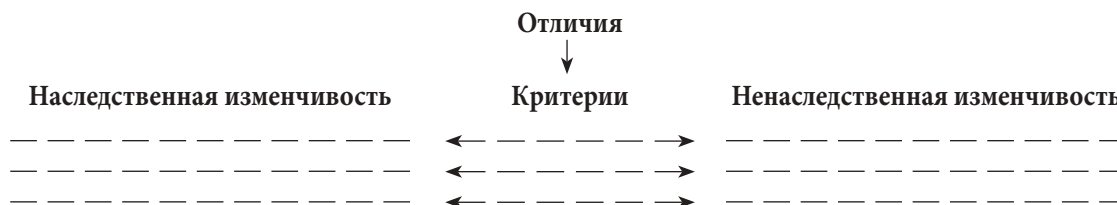
2 • Представьте пример независимого наследования 3-х признаков на основе рисунка на с.104, используя в качестве объекта изучения горох.

3 • Составьте ребус с ключевым словом «изменчивость», используя вопросы об адаптации растений и животных.

4 • Исключите лишнее в следующей последовательности понятий:

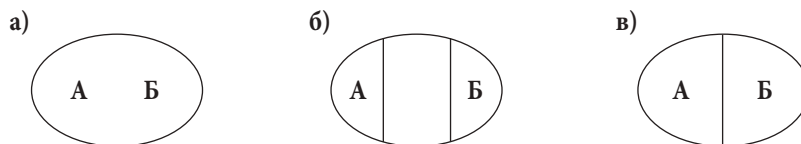
Сбалансированный полиморфизм, избирательный полиморфизм, нейтральный полиморфизм, криптический полиморфизм.

5 • Заполните в тетради схему:



6 • Разработайте план описания сущности наследственности, как фактора эволюции.

7 • Напишите в тетради по два примера соотношений, которые соответствуют предложенным вариантам кругов Эйлера.



8 • Представьте последствия отсутствия рекомбинаций для живых организмов, используя метод «Таблица».

9 • Продемонстрируйте эволюционное значение наследственности и изменчивости, используя метод графов (см. с. 176).

10 • На основе информации под штрихкодом QR 3.5.1, оцените эволюционное значение полиморфизма организмов.



QR 3.5.1

Факторы эволюции: взаимодействие организмов с окружающей средой и естественный отбор

Эволюция организмов обусловлена их взаимодействиями с факторами среды. Ч. Дарвин назвал это взаимодействие **борьбой за существование** и считал его основным действующим механизмом естественного отбора.

Борьба за существование отражает взаимодействие организмов со средой и включает в себя не только конкурентные связи (как кажется по названию), но и связи нейтральные и взаимовыгодные (симбиоз).

Борьба за существование имеет ряд особенностей, среди которых:

- *пролиферативность организмов* – чем выше скорость размножения особи, тем острее конкуренция и интенсивнее гибель;
- *скорость удаления* организмов из популяции – делает борьбу более острой;
- *плотность популяции* – перенаселение является одной из основных причин борьбы за существование;
- *возраст организмов* – более молодые особи погибают, как правило, быстрее;
- *относительная приспособленность* организмов – любая адаптация выгодна организму в определенных (неменяющихся) условиях среды;

Борьба за существование является основной причиной естественного отбора, она определяет направление и ход эволюции. В зависимости от факторов среды можно выделить следующие формы борьбы за существование:

1. *борьба с абиотическими факторами* (механическими, физическими, химическими);
2. *борьба с биотическими факторами* (с другими организмами):
 - 2.1. *внутривидовая борьба* – с другими организмами данного вида;
 - 2.2. *межвидовая борьба* – с организмами других видов.

В природных условиях факторы среды взаимодействуют одновременно и не могут быть разделены. Под действием абиотических факторов как животные, так и растительные организмы приобрели различные приспособления (см. таблицу).

Приспособление растений и животных к абиотическим факторам

| Абиотические факторы | Приспособления растений | Приспособления животных |
|----------------------|--|---|
| Высокая температура | модификация листьев (колючки) и стебля (суккулентов), удлинение корней, сокращение интенсивности транспирации и др. | термоизоляция путем образования полостей (у насекомых), удлинение конечностей, светлая окраска, зарывание в песок, ночной образ жизни и др. |
| Низкая температура | небольшие размеры, обезвоживание тканей, накопление холодозащитных веществ, опадание листьев, замедление метаболических процессов и др. | обезвоживание тканей, повышение осмотического давления в тканях, накопление жира, спячка и др. |
| Пониженная влажность | удлинение корня, сокращение транспирации, восковой налет на листьях, преобразование листьев в колючки, повышение осмотического давления в клетках, суккулентные стебли и др. | непроницаемость кожного покрова, редуцирование потовых желез, сокращение объема выделяемой с мочой воды, использование метаболической воды, ночной образ жизни, зарывание в песок, летний покой и др. |
| Свет | специализация растений в короткодневные и длиннодневные, специализация фотосинтетического аппарата, ритмичность устьиц и др. | развитие специальных светочувствительных органов, различная окраска, чередование дневного и ночного образа жизни и др. |

К биотическим факторам относятся отношения между различными организмами. Они могут быть нейтральными (0), положительными (+) и отрицательными (-). Различают следующие типы межвидовых отношений:

- *нейтрализм* (00) – не оказывает прямого влияния ни на один из видов (например, сосуществование белок и птиц в лесу);
- *конкуренция* (--) – борьба за общие источники питания и ресурсы (волк и лиса);
- *амэнсализм* (0-) – взаимоотношения не являются обязательными ни для одного из видов, но в ходе взаимодействия продукты метаболизма одного организма ингибируют развитие другого;
- *паразитизм* (+-) – отношения с положительным эффектом для паразита и отрицательным – для хозяина (аскарида и человек);
- *хищничество* (+-) – связь, аналогичная паразитизму, отличие в том, что хищник, как правило, убивает свою жертву (волк и заяц);
- *комменсализм* (+0) – комменсал живет за счет другого организма, не нанося ему при этом вреда (*E. coli* в кишечнике человека);
- *протокооперация* (++) – взаимовыгодные для обоих видов отношения, но не обязательные для них (крабы и актинии);
- *мутуализм* (++) – положительные и обязательные для обоих видов отношения (микоризные грибы и корни деревьев, клубеньковые бактерии и бобовые растения, цветковые растения и опыляющие их насекомые).

Адаптация организмов в ходе взаимодействия с абиотическими и биотическими факторами определяется естественным отбором.

Естественный отбор – это процесс, в результате которого выживают и оставляют потомство самые приспособленные к условиям жизни особи. Естественный отбор определяет направление эволюции организмов.

В результате естественного отбора:

- возникают организмы с новыми адаптивными признаками;
- устраняются из популяции организмы с признаками, потерявшими свою адаптивную ценность в новых условиях жизни;
- сохраняются организмы, подтвердившие свою адаптивность в данных условиях среды.

Эффективность естественного отбора можно определить по **коэффициенту отбора** (s):

$$s = \frac{p_1 - p}{p_1 - pp_1},$$

где p – частота аллеля в первом поколении; p_1 – частота аллеля во втором поколении.

Коэффициент отбора отражает избирательное преимущество гена, определяющего данный признак.

Естественный отбор является векторным (направленным) процессом, для которого характерны следующие показатели:

- 1) *исходная точка* – признак, на основе которого осуществляется отбор в популяции;
- 2) *величина* – определяется коэффициентом отбора;
- 3) *направление* – определяется особенностями борьбы за существование.

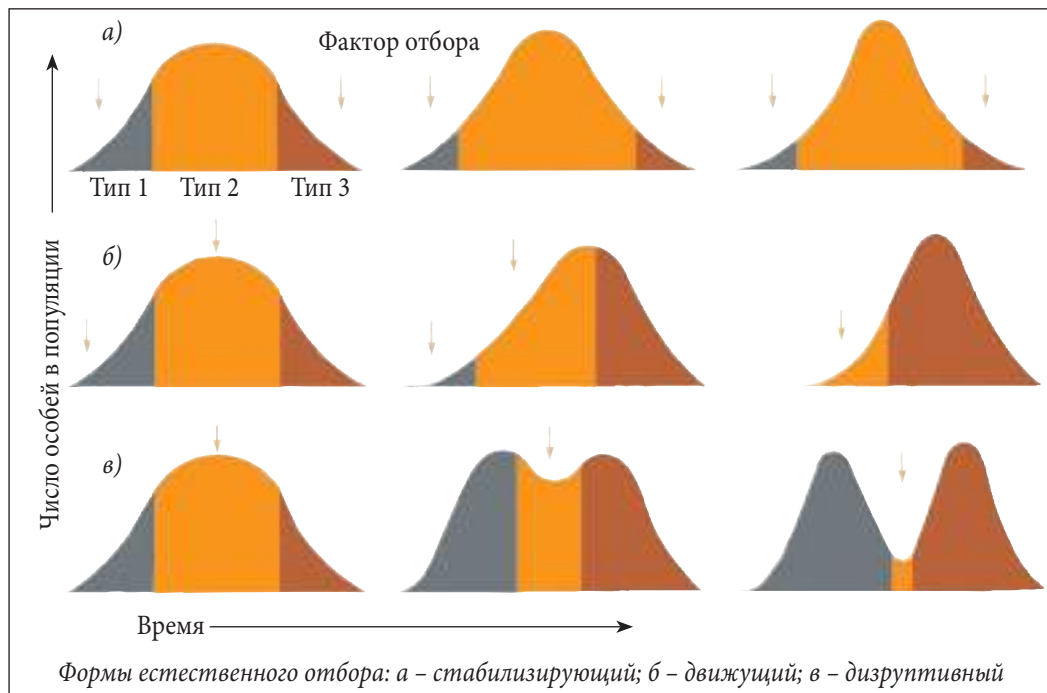
В настоящее время выделяют три основных формы естественного отбора (см. схему).

1. Движущий отбор (направляющий)

- происходит в меняющихся условиях среды;
- отбираются организмы, приспособленные к действию данного фактора;
- устраняются из популяции организмы, не приспособленные к изменяющимся условиям среды;
- под действием движущего отбора изменяется генетическая структура популяции.

Примером этой формы отбора является индустриальный меланизм у березовой пяденицы. Связанное с развитием промышленности загрязнение окружающей среды привело к появлению и преобладанию бабочек черного цвета.

Дым фабрик и заводов в индустриальной зоне английского города Манчестер существенным образом изменил образ жизни этого вида бабочек. На почерневших от смога стволах березы преимущество имели формы темного цвета. Если в 1848 году бабочки черного цвета составляли только 1 % от популяции, то к 1898 году их число достигло 99 %. Как следствие, они вытеснили исходную популяцию белых бабочек.



2. Стабилизирующий отбор

- происходит в стабильных условиях среды, не меняющихся продолжительное время;
- не исключает гетерогенности популяции;
- направлен в пользу установившегося в популяции среднего значения признака;
- устраняются особи, существенно отклоняющиеся от среднего значения признаков;
- элиминация особей может быть избирательной и неизбирательной.

Известно много примеров стабилизирующего отбора. Одним из них является вес ребенка при рождении, который в среднем составляет 3,4–3,6 кг.

Стабилизирующий отбор может быть нормализующим, т. е. обеспечивающим сохранение уже существующих форм, и канализующим, т. е. определяющим эволюцию онтогенетических процессов.

3. Дизруптивный отбор

- характерен для гетерогенной популяции;
- обеспечивает сохранение крайних форм и устранение промежуточных;
- благоприятствует двум или более фенотипам в популяции;
- определяет сбалансированный полиморфизм в популяции.

Примером дизруптивного отбора может служить появление разнообразных форм дрозофилы в лабораторных условиях и разнообразие форм бабочек в исходной популяции вида *Papilio dardanus*.

В Африке существует несколько различных видов бабочек с мимикрией, самки которых очень разнообразны по внешнему виду и повторяют фенотип других видов бабочек. В этом случае дизруптивный отбор привел к формированию в пределах группы организмов с общим происхождением нескольких различных форм, хотя между ними и не существовала географическая изоляция.



- 1** • Перепишите в тетрадь предложения и заполните пропуски.

Эволюция организмов определяется _____ организмов с _____ .
Этот процесс был назван Ч.Дарвиным _____ .

- 2** • Опишите суть борьбы за существование.
- 3** • Представьте в виде таблицы типы связей организмов с факторами среды и приведите по одному примеру для каждого типа связи.
- 4** • Используя схему «Кластер», покажите особенности адаптации к условиям среды:
а) растения умеренной зоны;
б) животного пустыни.
- 5** • Представьте в виде таблицы адаптивные особенности двух растений из различных географических зон.
- 6** • Объясните в 5–7 предложениях следующие факты: угорь живет в реках, а икру откладывает – в море; лосось обитает в морях, а на нерест отправляется в реки.
- 7** • На основе схемы «Рыба» перечислите отличия между двумя формами естественного отбора, используя для каждого аргумента 3–5 дополнительных источников информации.
- 8** • Выявите типы связей в экосистеме, представленной в штрихкоде QR 3.6.1.
- 9** • Проведите сравнительный анализ факторов эволюции и приведите 3–4 аргумента в пользу утверждения: Естественный отбор – фактор, определяющий направление эволюции.



QR 3.6.1



QR 3.6.2

- 10** • Используя метод SWOT, представьте последствия движущего естественного отбора в одной из природных экосистем в местности вашего проживания. Смотрите описание метода в штрихкоде QR 3.6.2.

Как известно, биологическая эволюция – общепризнанный факт. Но каков ее финальный результат? Ж. Б. Ламарк считал, что результатом эволюции является повышение уровня организации организмов (градация) и появление дивергентности типов организации. Согласно Ч. Дарвину, эволюция приводит к повышению уровня приспособленности организмов. Русский ученый А. Н. Северцов на основе сравнительного анализа пришел к заключению, что эволюция приводит к биологическому прогрессу, который может быть ограниченным (в пределах систематической группы) и неограниченным (эволюция человека).

Вид находится в состоянии биологического прогресса, если соблюдаются следующие условия:

- увеличение числа особей в пределах уже существующей популяции;
- расширение исходного ареала вида;
- прогрессивная дифференцировка и увеличение количества таксономических групп.

Биологический прогресс вида может быть достигнут следующими путями:

1. Ароморфоз – это морфофизиологический прогресс, т. е. возникновение в ходе эволюции признаков, существенно повышающих уровень организации большой группы организмов.

Ароморфозы характерны для крупных таксономических групп – семейства, порядка, класса, царства.

Примерами ароморфозов являются: возникновение фотосинтеза у растений; выход растений на сушу; появление цветка и семян у покрытосеменных; половое размножение у растений и/или животных; развитие билатеральной симметрии у животных; четырехкамерное сердце у птиц и млекопитающих и др.

2. Идиоадаптация представляет собой морфофизиологический прогресс, характерный для мелких систематических групп, и является результатом действия факторов внешней среды. Другими словами, идиоадаптации – это приспособление организмов к окружающей среде на основе мелких изменений, открывающее перед ними возможность прогрессивного развития без принципиальной перестройки их биологической организации. У живых организмов встречаются различные типы специализации:

- специализация по типу питания (у крабов, тутового шелкопряда и др.);
- специализация путем сверхразвития и достижения гигантских размеров (динозавры; насекомые каменноугольного периода с размахом крыльев до 1,5 м; земноводные пермского периода, достигающие до 5–7 м; некоторые современные нематоды, обитающие на дне океана, размеры которых около 8 м);
- специализация путем утраты ароморфозов предков (паразитические черви, у которых отсутствуют некоторые жизненные системы);
- специализация к определенным условиям обитания (строение корня, цветка, семян у растений; структура конечностей у животных).

3. Дегенерация – это морфофизиологический регресс, который приводит к упрощению организации в результате действия факторов среды.

Исчезновение некоторых органов, а иногда и целых систем органов, является следствием паразитического образа жизни. Например, отсутствие листьев у повилики, утрата пищеварительной, дыхательной и кровеносной систем у паразитических червей.

Следует отметить, что морфофизиологический регресс и упрощение организации организмов не исключают биологического прогресса у этих организмов.

Пути биологического прогресса взаимосвязаны по следующим причинам:

- Каждый вид в пределах обитания, определенных факторами окружающей среды, приспособляется к определенным условиям жизни;
- Реорганизация уже существующих форм может быть результатом как морфофизиологического прогресса, так и регресса;
- Организмы, однажды вступив на новый путь развития, приспособляются к новым условиям жизни.

Биологическая эволюция отличается неспециализированным характером исходных групп. Новые эволюционные линии берут начало от таксонов, не имеющих глубокой специализации, а отличающихся лишь общими признаками. В зависимости от особенностей развития различают несколько типов эволюции – монофилетическая, парафилетическая и полифилетическая.

Возникновение и развитие новых систематических групп происходит несколькими путями:

а) *дивергенция* – расхождение признаков в процессе эволюции, приводящее к появлению новых форм, происходящих от общего предка.

Среди основных причин дивергенции можно выделить различия по экологическим нишам; конкуренцию между различными группами организмов и др.;

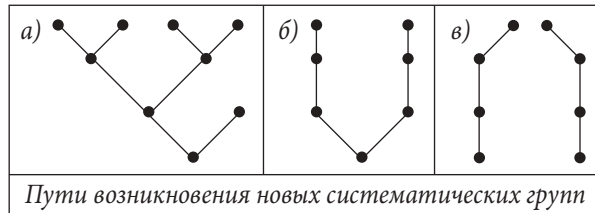
б) *параллелизм* – появление сходных признаков на основе общности организации.

Он устанавливается в случае завершения дивергентности и адаптации к определенным стабильным условиям жизни;

в) *конвергенция* – независимое возникновение сходных признаков у организмов, не родственных друг другу, как результат адаптации к сходным условиям обитания (см. схему).

Конвергенция основана на развитии сходных приспособлений (особенно к абиотическим факторам среды), но не может в итоге приводить к перекрыванию или объединению различных систематических групп (например, конвергенция формы тела акулы и дельфина).

В заключение следует отметить, что биологическая эволюция очень разнообразна и зависит от целого ряда факторов. Но всё же она необратима, т. к. ни один организм не может вернуться к исходному состоянию предков. Это следует учитывать для разумного и эффективного использования природных богатств.



1 • Дайте определения понятиям: *ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация.*

2 • Соедините стрелками эволюционные пути из колонки А с соответствующими им характеристиками из колонки Б.

А
1 – ароморфоз
2 – идиоадаптация
3 – дегенерация

Б
а – форма клюва у птиц
б – специализация к паразитическому образу жизни
в – существенные изменения на уровне органов или систем органов

3 • Составьте список показателей биологического регресса.

4 • Представьте в виде схемы пути биологического прогресса, показав их взаимодействие.

5 • Объясните в 3–5 предложениях, почему не могут пересекаться пути эволюции акулы и дельфина.

6 • На основе информации под штрихкодом QR 3.7.1, опишите роль фотосинтеза в эволюции организмов.

7 • Аргументируйте утверждение:
Гигантизм не является успешным путем в эволюции организмов.

8 • Используя информацию под штрихкодом QR 3.7.2, составьте список приспособлений, необходимых описанным животным.



QR 3.7.1



QR 3.7.2



QR 3.7.3

9 • Проанализируйте тему «Дивергентная эволюция растений» и представьте ответ в виде схемы «Картография».

10 • Обоснуйте эволюционное значение конвергенции на основе информации под штрихкодом QR 3.7.3.

Эволюция человека (антропогенез) отличается от других эволюционных учений. Проблема происхождения человека существует тысячелетия и пока не нашла своего окончательного решения. Согласно концепции креационизма, человек создан некоей сверхъестественной силой в определенный момент времени. Еще в древние века были предприняты попытки объяснить происхождение человека на материальной (научной) основе. Например, Анаксимандр и Эмпедокл считали, что люди произошли из земли. Аристотель, изучив строение тела человека, пришел к заключению, что человек относится к царству животных, и дал ему название *zoon politicon*. С открытием ряда сходств в строении тела человека и обезьяны римским врачом и анатомом Клавдием Галеном и с появлением подробного описания строения шимпанзе, сделанного английским анатомом Эдвардом Тайсоном (1699), стало очевидным включение человека в состав царства животных. С углублением знаний о человеке и других организмах эта концепция получила все большее распространение.

Карл Линней, выдающийся шведский ученый-натуралист, автор первой системы классификации живого мира, расположил человека рядом с человекообразными обезьянами, отведя ему отдельный род – род *Homo*.

Итак, согласно современной концепции человек занимает следующее систематическое положение:

Царство: *Animalia* – гетеротрофные организмы с голозойным питанием

Подцарство: *Metazoa* – многоклеточные животные

Тип: *Chordata* – животные с хордой

Подтип: *Vertebrata (Craniata)* – позвоночные

Надкласс: *Tetrapoda* – четвероногие

Класс: *Mammalia* – млекопитающие

Подкласс: *Eutheria* – плацентарные млекопитающие

Отряд: *Primates* – млекопитающие с хорошо развитым головным мозгом и конечностями хватательного типа

Семейство: *Hominidae* – организмы с большим головным мозгом; для них характерно прямохождение

Род: *Homo* – человек с плоским лицом и выступающим подбородком

Вид: *Homo sapiens* – человек разумный

Факторы, обеспечившие эволюцию человека, можно разделить на:

1. Биологические факторы

- *наследственность* – обеспечивает сохранение наследственных признаков и передачу их потомству; определяет существование человека как вида;
- *изменчивость* – обеспечивает появление новых признаков в меняющихся условиях среды; определяет адаптацию человека к условиям жизни;
- *естественный отбор* – обеспечивает отбор наиболее приспособленных особей в меняющихся условиях среды; обуславливает выживание наиболее приспособленных из них;
- *борьба за существование* – обеспечивает существование человека во взаимоотношениях с другими организмами, которые могут быть конкурентными, нейтральными или неконкурентными; определяет адаптивность человека;
- *половой отбор* – обеспечивает половой диморфизм в человеческой популяции; поддерживает соотношение по полу 1:1;
- *упражнение* – обеспечивает развитие или упрощение некоторых органов в зависимости от их использования или неиспользования; определяет преимущества некоторых органов в борьбе за существование;
- *размножение* – обеспечивает передачу признаков потомкам и появление новых признаков в результате новых сочетаний генов.

2. Социальные факторы

- *способность изготавливать орудия труда* – обеспечивает постоянное физическое и умственное совершенствование человека;
- *социальная организация* – обеспечивает совершенствование человека на основе достижений окружающих его людей (общества);
- *членораздельная речь* – обеспечивает накопление опыта в результате речевого общения людей;

- *сознание* – обеспечивает осмысливание и отражение реальности и прогнозирование адекватного поведения.

Из сказанного можно заключить, что человек является биосоциальным существом. В настоящее время физическая эволюция человека в целом завершена, однако продолжается эволюция в социальном, экономическом и культурном планах.

Согласно эволюционной концепции, человекообразные обезьяны и человек произошли от общего предка (дриопитека) около 30 млн лет назад.

Предполагают, что в эволюции человека были и побочные ветви:

- *Рамапитеки, гигантские обезьяны и австралопитеки* – около 1,5–5 млн лет назад.

Предполагают, что австралопитеки жили в беслесных степных просторах, вблизи водоемов. Они имели мощные челюсти и зубы и питались преимущественно мясной пищей. Большинство антропологов считают, что австралопитеки являлись промежуточной ступенью между человекообразными обезьянами и человеком.

- *Питекантропы и синантропы* – около 550 тыс. лет назад.

Они принадлежат одной и той же ископаемой группе и представляют первый этап в эволюции человека – *древнейшие люди*. Наряду с питекантропами и синантропами в эту группу входят гейдельбергский человек, человек умелый и др.

Древнейшие люди внешне уже походили на современного человека, хотя отличались низким покатым лбом, большими надбровными дугами, отсутствием подбородочного выступа. Объем мозга варьировал от 680 см³ (у человека умелого) до 1050 см³ (у синантропа).

Однако, определяющим фактором, который позволил древнейшим людям отделиться от человекообразных обезьян и начать собственную эволюционную линию стала их способность изготавливать орудия труда. Сначала эти орудия были примитивными, но со временем они становились все сложнее и разнообразнее.

Древнейшие люди распространились по всему Старому Свету. Они жили в пещерах, вели стадный образ жизни, пользовались огнем, изготавливали орудия труда из камня и кости.

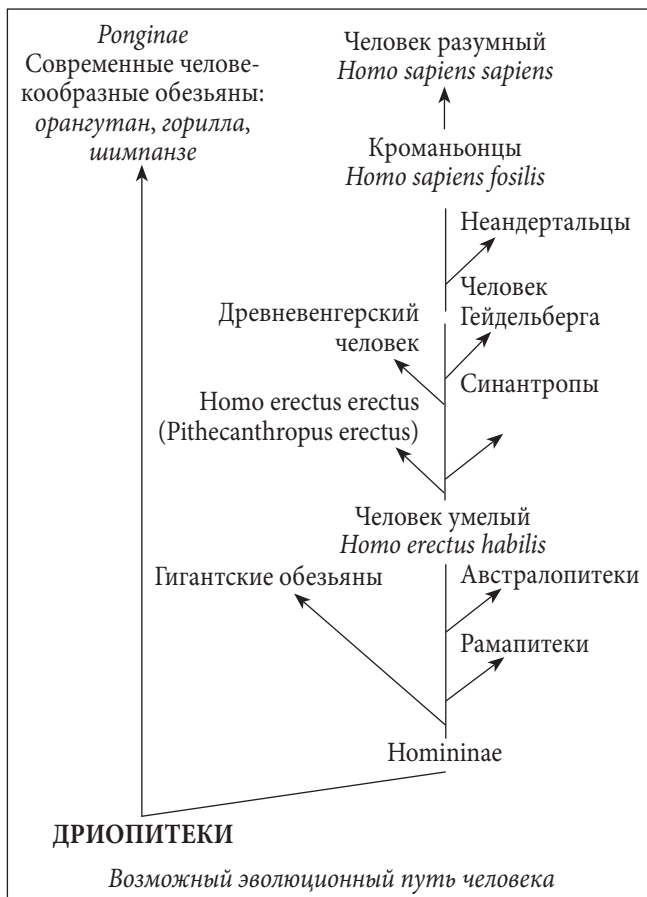
- *Неандертальцы* – 200 тыс. лет назад.

















Неандертальцы относятся к древним людям. Для них характерны: массивное тело, рост до 155 см, удлинённый череп с объемом мозга 1300–1600 см³. У них еще сохраняются надбровные валики, относительно низкий лоб, массивная нижняя челюсть.

По Т. Эдингеру, мозг неандертальцев уже напоминает мозг человека, но еще сохраняются некоторые примитивные признаки. Он более узкий в передней своей части и шире – в задней. Особенностью является неравномерное развитие полушарий мозга, что приближает неандертальцев к людям современного типа. Извилины немногочисленны и слабо развиты.

Около 35 тыс. лет назад в Европе появились первые люди современного типа – *кроманьонцы*. Обнаружение кроманьонца (в 1868 г. во Франции, неподалеку от городка Лес-Эзи) выявило наличие общих характеристик, в большой степени соответствующих *Homo sapiens*. Они отличались высоким ростом (около 180 см) и большим объемом головного мозга (в среднем 1600 см³). Для них были характерны высокий лоб, развитый подбородочный выступ, членораздельная речь.

Наиболее существенные изменения в ходе эволюции человека представлены в схеме на с. 114.



| | Дриопитеки | Австралопитеки | Древнейшие люди | Древние люди | Люди современного типа |
|---|--|--|--|--|---|
| Использование различных орудий труда (из камня и других металлов) |  Древесина? |  |  |  |  |
| Объем мозга | (350 см ³ ?)  | 450 см ³ 750 см ³  | 1100 см ³ 850 см ³  | 1400 см ³  | Несущественные изменения |
| Способ передвижения |  |  |  | Несущественные изменения | Несущественные изменения |
| Анатомические особенности | ? |  |  |  Несущественные изменения |  Несущественные изменения |
| | Более 4 000 000 лет | 3 000 000 лет | 1 500 000 лет | 90 000 лет | 35 000 лет |

Изменения в ходе эволюции человека

Существуют две теории о центрах происхождения человека – *моноцентрическая* и *полицентрическая*. Согласно моноцентрической теории, центром происхождения человека является Центральная Африка, т. к. именно здесь найдено большинство промежуточных форм эволюции человека. Отсюда человек расселился через Азию в другие части Земли.

Исходя из второй теории – полицентрической – существует несколько центров происхождения человека на Земле. Свидетельством этого могут служить различные цивилизации высокого уровня развития, существующие в разных частях нашей планеты практически в одно и то же время.

Большинство ученых считает, что в настоящее время на Земле существуют разные популяции одного и того же вида – *Homo sapiens*. Он является полиморфным и состоит из различных рас.

Расы – это большие группы людей, отличающиеся некоторыми физическими признаками (например, чертами лица, цветом кожи, глаз и волос, формой волос).

В современном человечестве выделяют три основные расы:

1. Европейоидная – характеризуется узким лицом, сильно выступающим носом, мягкими волосами; цвет кожи варьирует от очень светлого до смуглого; к ней относятся представители коренного населения Европы, Южной Азии и Северной Африки.

Европейоидная раса подразделяется на подрасы: северную, восточно-европейскую, средиземноморскую, альпийскую и др.

2. Монголоидная – отличается плоским широким крупным лицом, узким разрезом глаз, жесткими прямыми волосами, смуглым цветом кожи; к ней относятся представители коренного населения Центральной и Восточной Азии, Индонезии, Сибири.

3. Негроидная – характеризуется темным цветом кожи, курчавыми волосами, темными глазами и широким и плоским носом; в ней выделяют две ветви – африканскую и австралийскую.

Расы человека возникли как результат географической и социально-культурной изоляции. В ходе тысячелетней истории древние популяции и группы людей распространились по всему свету, контактируя друг с другом.

Следует отметить, что с точки зрения интеллектуальных способностей все расы одинаковы и подвержены эволюции в равной степени. Представители разных рас встречаются, создают семьи и имеют детей. В настоящее время, благодаря миграциям и процессам глобализации, происходит смешение различных рас.



- 1** • Дайте определения понятиям: антропогенез, центр происхождения, неантропы.
- 2** • Заполните в тетради таблицу.

| Таксоны | Название таксономической группы | Характеристики |
|-----------|---------------------------------|---|
| Царство | <i>Animalia</i> | Эукариотические клетки без клеточной стенки, пластид и фотосинтезирующих пигментов. |
| Тип | <i>Chordata</i> | ... |
| Подтип | ... | Наличие позвоночника |
| ... | ... | Вскармливание детеныша материнским молоком |
| ... | <i>Primates</i> | Хорошо развитый головной мозг |
| Семейство | ... | Большой мозг, прямохождение |
| ... | ... | Высокий лоб, сглаженные надбровные складки, развитый подбородочный выступ |

- 3** • Используя географическую карту, подготовьте учебный демонстративный материал, в котором покажите возможные пути эволюции человека.
- 4** • Представьте в виде таблицы факторы эволюции человека.
- 5** • Определите сходства и отличия между факторами эволюции по следующей схеме:

Сходства

1. _____
2. _____
3. _____

Отличия



| Биологические факторы | Критерии | Социальные факторы |
|-----------------------|-----------|--------------------|
| _____ | ← _____ → | _____ |
| _____ | ← _____ → | _____ |
| _____ | ← _____ → | _____ |

- 6** • Представьте в виде таблицы доказательства о животном происхождении человека.
- 7** • Объясните высказывание Ф. Энгельса «Труд создал человека» на основе денотантного метода.
- 8** • Используя информацию под штрихкодом QR 3.8.1, разработайте схему этапов развития цивилизации.
- 9** • Представьте аргументы за и против моноцентрической и полицентрической теорий происхождения человека.
- 10** • Подготовьте сообщение в *Power Point* о теории происхождения человека, используя различные источники информации (печатные, интернет и др.).



QR 3.8.1

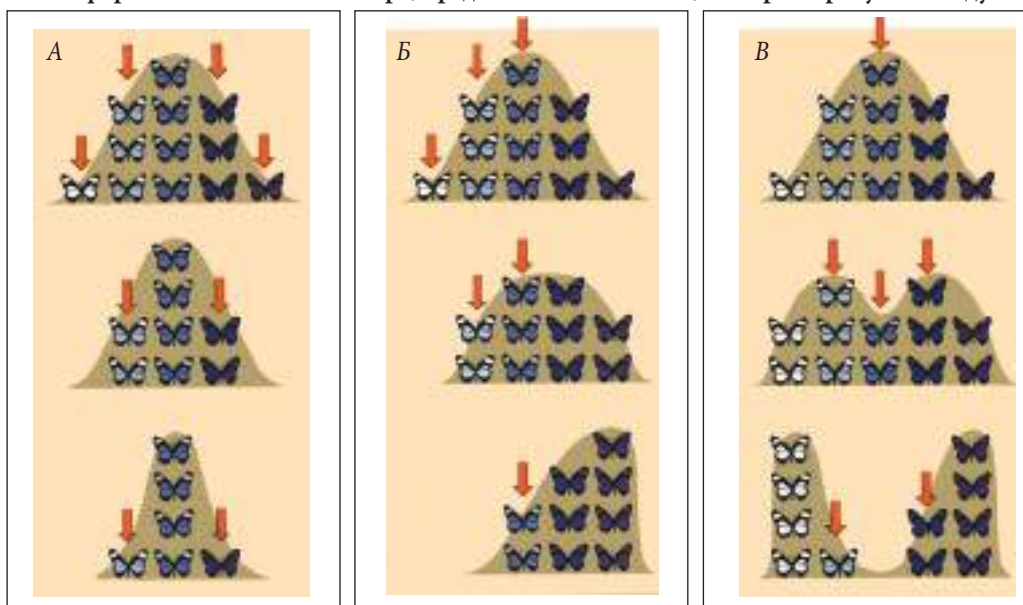
ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

по теме «Эволюция организмов на Земле. Эволюция человека» (реальный профиль / гуманитарный профиль) (выполняется в рабочей тетради)

- 1 Напишите определения следующих понятий: эволюция, рудименты, атавизмы, естественный отбор, антропогенез.
- 2 Перепишите в тетрадь данную таблицу о систематическом положении человека и заполните ее, приведя не менее 4-х таксонов в иерархической последовательности.

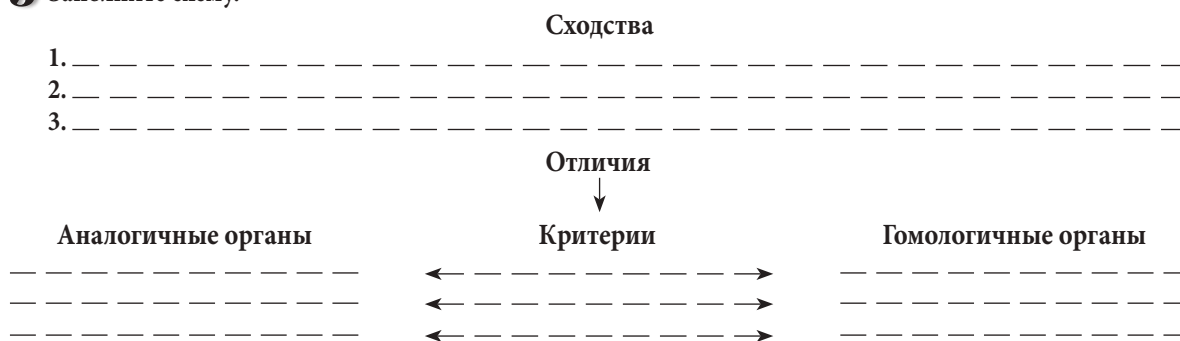
| Таксоны | Название таксономической группы | Характеристики |
|---------|---------------------------------|----------------|
| | | |

- 3 Назовите формы естественного отбора, представленные в схеме, и охарактеризуйте каждую из них.



- 4 Представьте в таблице по 3 примера адаптации к факторам среды (температуре) растений и животных в вашем населённом пункте.

- 5 Заполните схему.



- 6 Разработайте не менее 3-х условий, которые, по вашему мнению, необходимы для зарождения и поддержания жизни. Ответ аргументируйте на основе метода SWOT.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ / ГУМАНИТАРНЫЙ ПРОФИЛЬ

| Матрица оценивания | |
|--------------------|--|
| Баллы | <p>S_1 – 5 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ)</p> <p>S_2 – 12 баллов (по 1 баллу за каждый правильный таксон, его название и характеристику)</p> <p>S_3 – 9 баллов (по 1 баллу за каждое верное название, по 2 балла за каждую верную характеристику или по 1 баллу за каждую неполную характеристику)</p> <p>S_4 – 6 баллов (по 1 баллу за каждый правильный пример адаптации: 3 – для растений и 3 – для животных)</p> <p>S_5 – 9 баллов (по 1 баллу за каждый верный критерий сходства; по 2 балла за каждую пару отличий; по 1 баллу за каждую пару отличий без выявления критерия)</p> <p>S_6 – 9 баллов (по 1 баллу за каждое условие; по 2 балла за каждую полную правильную аргументацию; по 1 баллу за каждую частичную аргументацию)</p> |

Шкала оценивания

| Баллы | 15,1 – 19,99 | 20 – 25,99 | 25 – 29,99 | 30 – 34,99 | 35 – 39,99 | 40 – 44,99 | 45 – 50 |
|--------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| Оценка | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Обоснование темы

Сохранение разнообразия живого мира и обеспечение долговременного и стабильного его развития являются первостепенными задачами современности. От решения этих глобальных проблем зависит благополучие будущих поколений и возможность пользоваться богатствами природы. Исходя из этого, очень важно для вас – как представителей молодого поколения планеты – знание особенностей взаимодействия организмов с окружающей средой, понимание роли человека в охране наземных и водных ресурсов. От отношения каждого из нас к природе зависит ее процветание и поддержание в ней динамического равновесия.

Субкомпетенции

Реальный профиль

- Выявление уровней интеграции и организации живой материи;
- Определение понятий: *популяция, биоценоз, биосфера, экосистема, пищевая цепь, пищевая система, экологическая пирамида*;
- Описание уровней организации живой материи;
- Анализ пищевых цепей разных экосистем;
- Установление связей между различными организмами в пределах одной экосистемы;
- Идентификация природных и искусственных экосистем;
- Сравнение различных типов экосистем;
- Распознавание факторов загрязнения окружающей среды;
- Аргументация необходимости охраны окружающей среды;
- Оценка роли живых организмов в круговороте веществ в природе;
- Оценка последствий глобального потепления;
- Планирование действий по сохранению разнообразия растений и животных.

Содержание

Реальный профиль

- 4.1. Уровни интеграции и организации живой материи
 - 4.2. Организация живой материи на индивидуальном уровне
 - 4.3. Организация живой материи на популяционном уровне
 - 4.4. Организация живой материи на биоценотическом уровне
 - 4.5. Организация живой материи на биосферном уровне
 - 4.6. Природные экосистемы. Наземная экосистема
 - 4.7. Природные экосистемы. Водная экосистема
 - 4.8. Искусственные экосистемы. Агроэкосистемы
 - 4.9. Цепи питания и экологические пирамиды
 - 4.10. Динамическое равновесие в экосистеме
 - 4.11. Загрязнение атмосферы и ее охрана
 - 4.12. Загрязнение водной среды и ее охрана
- Итоговое занятие (тест)

Субкомпетенции

Гуманитарный профиль

- Выявление уровней интеграции и организации живой материи;
- Определение понятий: *популяция, биоценоз, биосфера, экосистема, пищевая цепь, пищевая система, экологическая пирамида*;
- Анализ пищевых цепей разных экосистем;
- Установление связей между различными организмами в пределах одной экосистемы;
- Идентификация природных и искусственных экосистем;
- Сравнение различных типов экосистем;
- Распознавание факторов загрязнения окружающей среды;
- Аргументация необходимости охраны окружающей среды;
- Оценка роли живых организмов в круговороте веществ в природе;
- Оценка последствий глобального потепления;
- Планирование действий по сохранению разнообразия растений и животных.

Содержание

Гуманитарный профиль

- 4.1. Уровни интеграции и организации живой материи
 - 4.2. Природные экосистемы. Наземная экосистема
 - 4.3. Природные экосистемы. Водная экосистема
 - 4.4. Искусственные экосистемы. Агроэкосистемы
 - 4.5. Цепи питания и экологические пирамиды
 - 4.6. Загрязнение атмосферы и ее охрана
 - 4.7. Загрязнение водной среды и ее охрана
- Итоговое занятие (тест)

ГЛАВА 4

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Жизнь на Земле является результатом длительного процесса эволюции и существует в виде живых организмов, для которых характерны следующие особенности:

- **организация** – построение комплекса элементов, взаимодействующих друг с другом и подчиняющихся целому (совокупность органов, участвующих в пищеварении, образует пищеварительную систему; совокупность жизненно важных систем составляет организм);

- **структура** – способ внутренней организации системы, в которой устанавливаются определенные связи (например, каждая составная часть пищеварительной системы – ротовая полость, желудок, кишечник, печень – имеют определенное строение; каждый организм характеризуется определенным строением, обусловленным уровнем организации);

- **функция** – активность структурного элемента, направленная на поддержание целостности (каждый орган пищеварительной системы выполняет одну или несколько функций, обеспечивающих расщепление питательных веществ; каждая система органов выполняет определенную функцию, обеспечивающую существование организма).

Для живой материи характерны уровни интеграции и уровни организации.

Уровни интеграции отражают определенные качества материи. Они представлены как неживыми системами (атомы, ионы, молекулы), так и живыми системами (клетки, ткани, органы). На этих уровнях жизнь можно исследовать, хотя она не существует самостоятельно, т. к. не наблюдаются все свойства живого. К этим уровням относятся:

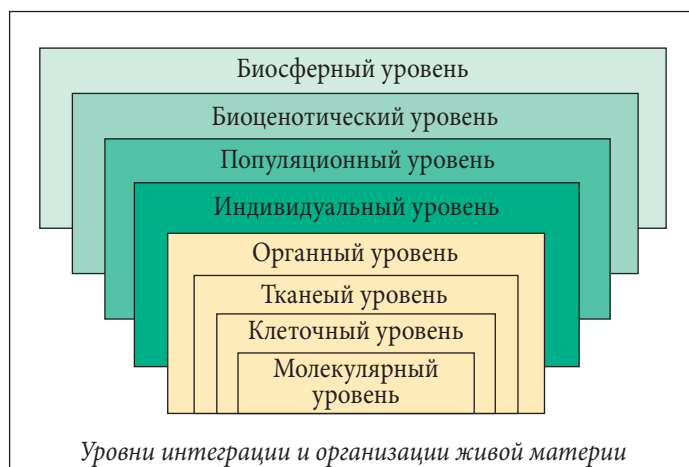
- *молекулярный уровень* – представлен макромолекулами (ДНК, белки) в пределах одной клетки;
- *клеточный уровень* – представлен различными типами клеток в рамках ткани;
- *тканевой уровень* – представлен разными типами тканей в органе;
- *органный уровень* – представлен разными органами в рамках организма.

Изолированные культуры клеток и тканей можно поддерживать вне организма (*in vitro*) длительное время. Однако эти системы не могут существовать независимо, т. к. не обладают всеми свойствами живого (например, саморегуляцией, самовоспроизводством и др.)

Уровни интеграции важны в организации жизни, но только те из них, которые имеют универсальный характер, составляют **уровни организации**. Для них характерна специфическая организация, свойственная только биологическим системам, проявляющим все свойства живой материи.

Уровнями организации живой материи являются следующие:

- *индивидуальный уровень* – представлен отдельными особями, одноклеточными (амеба, инфузория-туфелька, хлорелла и др.) и многоклеточными (горох, картофель, волк, обезьяна и др.);



- *популяционный уровень* (или видовой) – представлен популяцией из особей или другими формами существования вида (прайд у львов, косяк у рыб, табун у лошадей);

- *биоценотический уровень* – представлен различными биоценозами (водными, наземными и др.);

- *биосферный уровень* – представлен биосферой Земли, в основе существования которой лежат биогеохимические круговороты материи и энергии.

Жизнь обеспечивается основными свойствами живых организмов:

1. Генетическая программа

Это совокупность генетической информации, накопленной в ходе эволюции и обеспечивающей существование вида в определенных условиях окружающей среды. Эта информация хранится и реализуется при участии нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Точные механизмы реализации генетической программы обеспечивают непрерывность и преемственность особи, вида и т. д.

Программы делятся на:

- а) *программы, обеспечивающие существование самих организмов* (добыча пищи, защита от врагов, адаптация к факторам среды);
- б) *программы, обеспечивающие существование структурных элементов организмов* (программы клеточных органоидов, клеток, тканей и т. д.);
- в) *программы, обеспечивающие более высокий уровень развития*, иногда во вред отдельным механизмам (некоторые виды рыб мигрируют во время нереста и погибают после этого, служа кормом для мальков).

2. Самовоспроизводство

Самовоспроизводство заключается в способности живых организмов производить себе подобных. Организмы размножаются двумя основными путями: *бесполом* (фрагментами мицелия, почкованием, спорами, видоизмененными корнями и стеблями) и *половым* (при слиянии специализированных клеток – гамет). При бесполом размножении обычно образуются идентичные потомки, в то время как потомство, полученное при половом размножении, отличается разнообразием и сочетает признаки обоих родителей.

Тип размножения зависит от многих факторов: уровня развития организма, длительности жизненного цикла, пролиферативности, адаптации к условиям среды и др.

3. Целостность

Это свойство живых организмов обеспечивает их существование как целостной системы во взаимодействии с внешней средой. При этом индивидуальность каждого из элементов этой системы сохраняется. Например, организм человека – это целостная система, состоящая из органов, выполняющих разные функции. Биоценоз также функционирует как целостная система благодаря своим основным элементам: продуцентам, консументам и редуцентам.

4. Гетерогенность

Гетерогенность обеспечивает структурное и функциональное разнообразие биологических систем. Являясь единым целым, каждая биологическая система состоит из многочисленных идентичных или различающихся элементов, которые обеспечивают ее существование. Гетерогенность способствует адаптации системы, независимо от уровня ее организации (разнообразие органов растений и животных; возрастное и половое разнообразие в популяции).

Гетерогенность определяет установление динамического равновесия. Исходя из этого, гетерогенность не может быть абсолютной.

5. Динамическое равновесие

Динамическое равновесие биологических систем обусловлено непрерывным обменом материи и энергии с окружающей средой, в результате чего обеспечивается постоянное самообновление. Оно сочетает в себе две противоположные характеристики – стабильность и изменчивость.

Данное свойство обеспечивает организацию биологических систем за счет уменьшения энтропии.

6. Саморегуляция

На разных уровнях организации живой материи существуют различные механизмы саморегуляции, в основе которых лежит принцип обратной связи (*feedback*). На индивидуальном уровне саморегуляция находится под контролем нервной и эндокринной систем, а на уровне биоценоза обеспечивается трофическими связями.

7. Информационный характер

Живая материя имеет информационный характер, т. е. способна принимать, хранить и передавать информацию в рамках биологической системы. В передаче этой информации участвуют различные стимулы:

- а) *физические* – звуки (у дельфинов), цвета (у рыб, пресмыкающихся) и др.;
- б) *химические* – привлекающие и/или отпугивающие вещества (у насекомых, пресмыкающихся, млекопитающих);
- в) *биологические* – поведенческие реакции (особенно в брачный период у млекопитающих, птиц, рыб, насекомых).

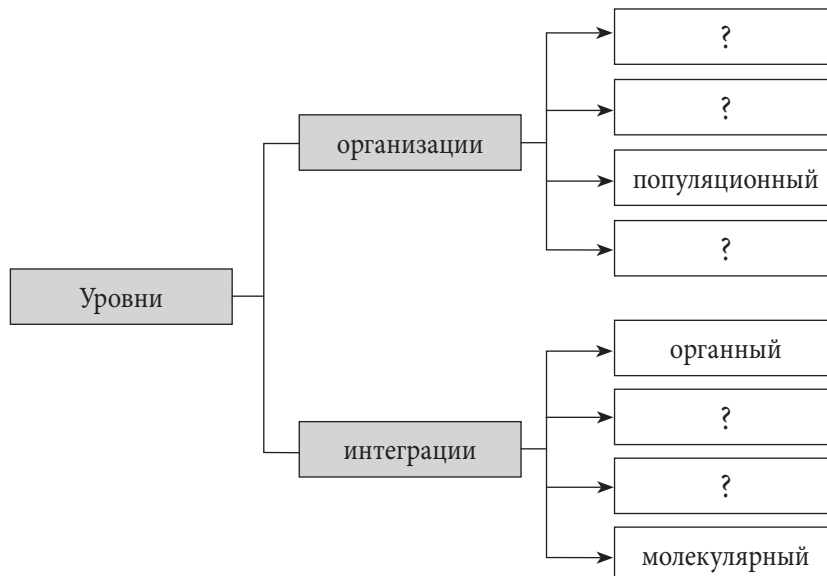
Восприятие информации зависит от уровня организации живых систем. Обычно информация передается с избытком, т. к. не вся она достигает места назначения.

8. Завершенность ответов

Живые организмы способны адекватно отвечать на меняющиеся условия среды, что позволяет им приспособиться к этим условиям.



- 1 • Перерисуйте схему в тетрадь и дополните ее необходимой информацией.



- 2 • Перечислите свойства живой материи и опишите их суть. Представьте информацию в виде схемы-паука.

- 3** • Составьте схему «Систематическая карта», в которой отразите уровни интеграции живой материи на конкретном примере.
- 4** • Используя различные дополнительные источники информации (специальная и художественная литература, интернет, собственные наблюдения), заполните в тетради таблицу о системах общения в живом мире.

| Организм \ Способ общения | Физический | Химический | Биологический |
|---------------------------|------------|------------|---------------|
| Косули | | | |
| Пчелы | | | |
| Волки | | | |

- 5** • Исключите лишнее слово и объясните свой выбор:
- а) клетка, индивид, популяция, биоценоз, биосфера;
- б) молекулярный, клеточный, тканевой, индивидуальный.
- 6** • Прочитайте утверждения, которые состоят из двух частей и обе они верны.
- Обведите слово «ДА», если вторая часть объясняет первую, и слово «НЕТ» – если это не так.
 - Напишите верное утверждение. (Задание выполните в тетради).

А ДА НЕТ Индивидуальный уровень представляет собой уровень организации живой материи, потому что на этом уровне проявляются все особенности живого.

Б ДА НЕТ В биологических системах информация всегда передается с избытком, т. к. переданная информация обеспечивает адаптацию организмов к условиям среды.

- 7** • Объясните в 3–4 предложениях, почему гетерогенность биологической системы не может быть абсолютной (на примере наземного биоценоза).
- 8** • Приведите не менее двух аргументов в пользу применения вегетативного размножения ценных гетерозиготных форм, указав его преимущества и недостатки.
- 9** • Составьте ребус, в котором зашифруйте:
- а) самый высокий уровень организации живой материи;
- б) низший уровень организации живой материи.
- 10** • На основе метода SWOT, укажите последствия нарушения динамического равновесия в наземной или водной экосистеме.

Жизнь может существовать на различных уровнях организации. Элементарный уровень организации живой материи представлен особью (организмом). Разнообразные связи организма с внешней средой обеспечивают его существование. Ни один организм не может существовать независимо от факторов среды. Пространство, в котором живет организм, и комплекс экологических факторов, влияющих на него, образуют среду обитания.



Под действием факторов внешней среды организмы развивают целую серию приспособлений, обеспечивающих их выживание в конкретных условиях среды обитания. Морфологический тип адаптации растения или животного к основным факторам окружающей среды определяет **жизненную форму организма**.

Например, одним из критериев классификации жизненных форм растений является расположение почек по отношению к поверхности почвы (К. Раункиер). На основе этого признака выделяют 5 типов жизненных форм растений.

1. *Фанерофиты* – почки расположены на расстоянии более 30 см от поверхности почвы; в зависимости от высоты растения, структуры стебля, степени развития листьев в этой группе выделяют 15 подтипов (например: деревья, крупные кустарники и др.);

2. *Хамефиты* – растения с относительно низко расположенными почками, зимой покрываемыми снегом, на высоте не более 30 см; включает 4 подтипа;

3. *Гемикриптофиты* – растения с почками, расположенными на поверхности почвы (одуванчик); включает 3 подтипа;

4. *Криптофиты* – растения с почками, расположенными ниже уровня почвы или воды (тюльпан, лотос); включают 7 подтипов;

5. *Терофиты* – растения, не имеющие почек, т. е. однолетники, зимующие в форме семян.

Эта классификация, хотя и принята большинством ученых, не является достаточно полной. Она не отражает разнообразия растений по другим признакам. Учитывая тот факт, что каждый организм подвергается действию различных факторов среды, многообразие жизненных форм намного шире (например, по наличию органов, жизненному циклу и др.).

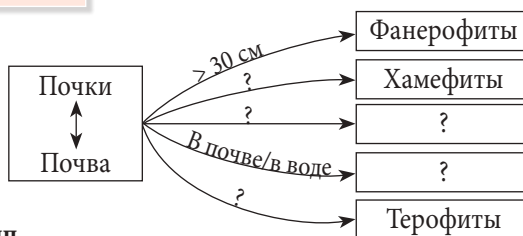
Как и растения, животные также отличаются разнообразием жизненных форм. Морфология животных, в значительной степени, обусловлена условиями среды обитания. Существуют наземные, подземные, воздушные и водные животные.

Эта классификация животных является очень общей и не отражает многочисленных переходных форм. В пределах каждой таксономической группы выделяют различные жизненные формы, учитывая условия их обитания. Например, различают следующие формы птиц: лесные птицы; птицы полей и степей; прибрежные птицы; водоплавающие птицы.

Таким образом, условия обитания определяют особенности жизненных форм растений и животных.



- 1 • Дополните в тетради схему необходимой информацией.
- 2 • Классифицируйте в виде таблицы жизненные формы животных в зависимости от среды обитания и приведите по два примера для каждой из групп.



- 3 • Подготовьте постер о жизни одного из животных вашего края/населенного пункта, отразив ареал его обитания.
- 4 • Представьте в виде схемы-паук жизненные формы организмов одной таксономической группы на основе не менее трех критериев.
- 5 • Прочитайте утверждения, которые состоят из двух частей и обе верны.
 - Обведите слово «ДА», если вторая часть объясняет первую, и слово «НЕТ», если это не так.
 - Напишите верное утверждение. (Задание выполните в тетради).

А ДА НЕТ Деревья относятся к фанерофитам, т. к. имеют большие размеры и развитую крону.

Б ДА НЕТ Изолированный образ жизни животных характерен для некоторых этапов развития, т. к. они не могут жить изолированно.

- 6 • Определите сходства и различия между лесными и водными птицами на основе 2–3 критериев сравнения.
- 7 • Опишите в 10–15 предложениях подземную среду обитания и выделите особенности адаптации животных к этим условиям. Результаты представьте в виде схемы «Картография».
- 8 • Приведите 5–6 примеров из вашей местности в подтверждение того, что среда обитания определяет особенности жизненных форм растений и животных.
- 9 • Используя метод SWOT, напишите реферат о преимуществах и трудностях акклиматизации пятнистого оленя в лесах Молдовы.
- 10 • Подготовьте бизнес-план для спасения от сорняков земельного участка, взятого вашими родителями в аренду.

Адаптивная способность организмов существенно увеличивается на надорганизменном уровне. Наряду с индивидуальными приспособлениями у организмов формируются групповые приспособления.

Совокупность особей одного вида, обладающих сходными морфологическими и физиологическими признаками, заселяющих определенную территорию ареала вида и свободно скрещивающихся между собой, называется **популяцией**.

Особенности каждой популяции определяются природой вида, миграцией особей, источниками питания, климатическими факторами, внутри- и межвидовыми связями, уровнем приспособленности организмов и др.

Для классификации популяций используют различные критерии, например:

• **По площади занимаемой территории:**

- а) *географические популяции* – группы, которые занимают большие территории и являются результатом адаптации к климатическим и ландшафтным факторам;
- б) *экологические популяции* – группы, населяющие относительно небольшие территории и находящиеся под влиянием определенных факторов окружающей среды;
- в) *биотопы* – группы, занимающие ограниченные территории и зависимые от соседствующих популяций.

• **По типу размножения:**

- а) *панмиктические популяции* – особи размножаются половым путем, свободно скрещиваясь между собой;
- б) *популяции-клоны* – особи размножаются бесполом способом;
- в) *клоно-панмиктические популяции* – особи размножаются как половым, так и бесполом путем.

• **По способности размножаться:**

- а) *постоянные популяции* – продолжительность их существования не зависит от потока особей извне;
- б) *временные популяции* – продолжительность их существования зависит от миграции особей.

• **По размерам:**

- а) *малые популяции*;
- б) *большие популяции*;
- в) *суперпопуляции*.

• **По пространственной структуре:**

- а) *диффузные популяции* – особи разбросаны по ареалу, не образуют скоплений, благодаря достаточному количеству пищи и благоприятным условиям для размножения (млекопитающие в открытых местах);
- б) *мозаичные популяции* – особи распределены по ареалу в зависимости от наличия источников питания, убежища и др. Популяции могут переходить из диффузной формы в мозаичную и наоборот.
- в) *пульсирующие популяции* – распределение особей зависит от их численности, которая, в свою очередь, определяется условиями жизни;
- г) *циклические популяции* – распределение особей в зависимости от сезона, определяющего их миграцию (у некоторых рыб, птиц, млекопитающих).

В отличие от индивидуальной организации, популяции представляют собой более сложные сообщества, для которых характерны определенные черты.

Отличительные черты популяций

1. Ареал – специфическая область, занимаемая особями данной популяции.

В пределах ареала размеры популяции определяются многими факторами, среди которых: степень перемещения особей, источники пищи и др. Например, некоторые животные (олени, бизоны, дикие утки) в определенные периоды года могут перемещаться на сотни и тысячи километров, в то время как другие организмы (большинство растений, кораллы, актинии) не меняют исходного ареала.

Выбор территории популяции зависит от определенных географических факторов (реки, горные цепи, болота), источников пищи, специализации организмов и др.

2. Численность – общее количество особей на одной территории.

Численность популяции зависит от различных факторов, среди которых: особенности вида, источники пищи, забота о потомстве, адаптивность организмов, сезонные изменения, плодовитость организмов и др. Некоторые популяции состоят из нескольких десятков особей (например, популяции львов), а другие исчисляются тысячами (например, популяции рыб, насекомых).

3. Плотность популяции – число особей на единицу площади или объема среды.

Она отражает соотношение между численностью и ареалом популяции. Плотность популяции измеряется в количестве особей или биомассе на единицу площади (км^2 , га) или объема (м^3).

4. Рождаемость – количество особей, родившихся в определенный промежуток времени.

Она может быть:

- *абсолютной* – общее число родившихся особей;

- *относительной* – среднее изменение численности популяции по отношению к одной особи в определенный период времени.

На рождаемость оказывают влияние: соотношение полов, число взрослых особей, длительность жизненного цикла, соотношение между репродуктивным периодом и продолжительностью жизни, плодовитость организмов (например, сельдь откладывает до 40 тыс. икринок, сом – до 1500, а акула – всего несколько штук), забота о потомстве, климат, наличие хищника и др.

5. Смертность – количество особей, умерших в определенный промежуток времени.

Смертность является характеристикой, противоположной рождаемости, но зависит от тех же факторов среды. Причиной массовой гибели в популяции могут быть хищники, паразиты и различные инфекционные болезни. Частота смертности неодинакова на различных этапах онтогенеза. Наиболее уязвимыми являются детеныши, в то время как взрослые особи более устойчивы и приспособлены к условиям окружающей среды.

6. Численный рост популяции – соотношение между рождаемостью и смертностью; может быть положительным или отрицательным.

7. Темпы роста – среднее количественное прибавление в единицу времени.

Темпы роста популяций варьируют от вида к виду. Графически темпы роста можно представить в виде кривой, которая включает период адаптации, период экспоненциального роста и период покоя. Если рождаемость не превышает смертность, это может поставить под угрозу существование данной популяции.

8. Половая структура – соотношение между особями мужского и женского полов в популяции.

Пол организмов также является генетически обусловленным признаком и, как правило, соотношение полов в популяции составляет 1:1. Однако в природе соотношение полов зависит не только от генетических закономерностей, но и от факторов внешней среды. Оно может изменяться в сторону преобладания самок (например, у ондатры, фазана, синицы) или самцов (например, у пингвинов, летучих мышей).

9. Возрастная структура – соотношение между особями разного возраста; определяется биологическими особенностями вида, действием факторов внешней среды.

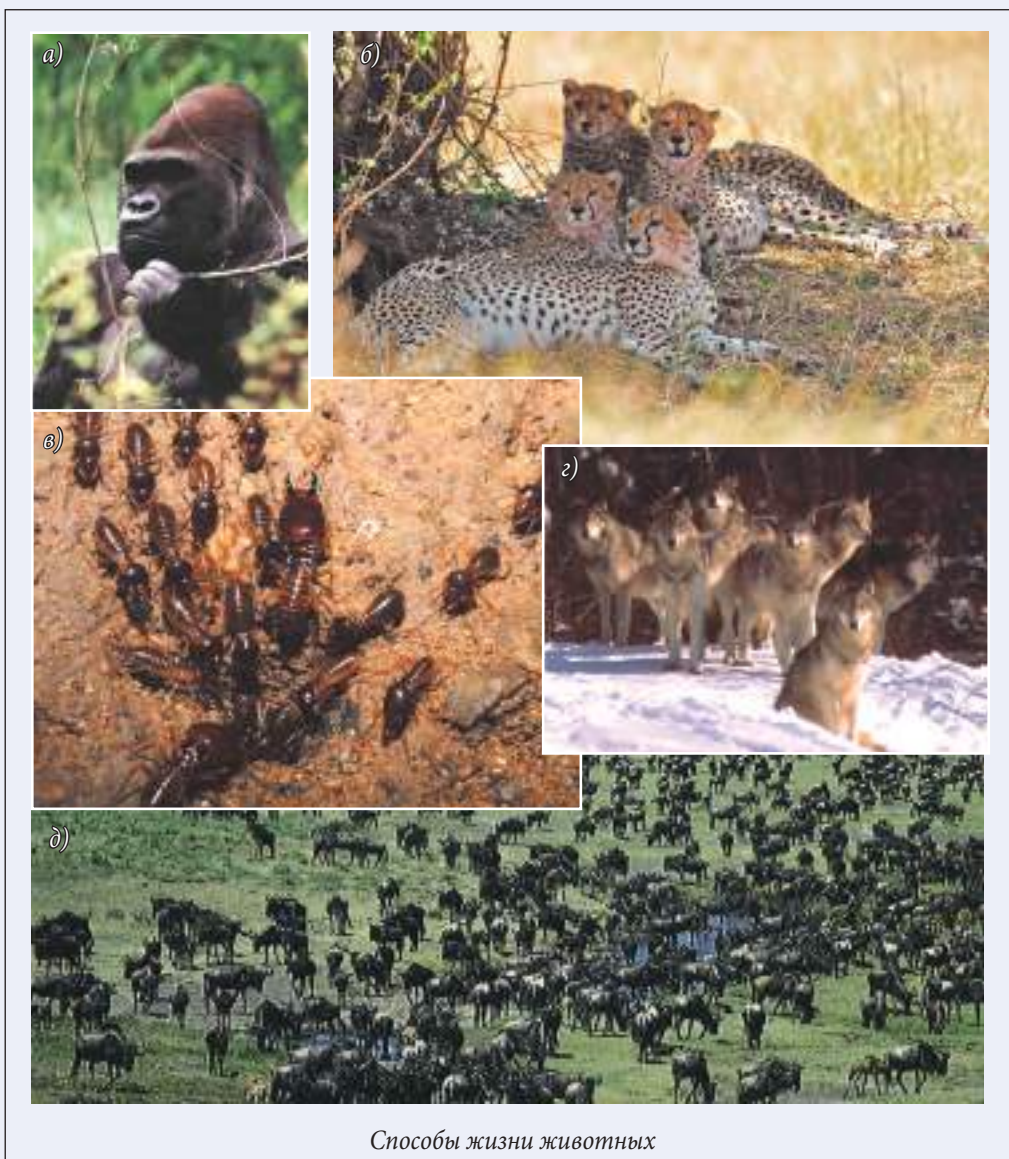
Популяция, которая содержит особи всех возрастных категорий, называется *полной популяцией*, а в случае отсутствия особей какого-либо возраста – *неполной*.

Полные популяции характеризуются стабильностью, независимостью и высоким уровнем саморегуляции. Особая роль в популяции принадлежит особям, достигшим половой зрелости и способным к размножению. Путем воспроизведения обеспечивается восстановление и поддержание численности популяции.

10. Экологическая структура популяции отражает связи между особями одной популяции.

В зависимости от особенностей поведения животных различают несколько способов жизни:

- *изолированный* – особи популяции изолированы друг от друга; характерен только для некоторых этапов жизненного цикла, т. к. животные не могут существовать изолированно долгое время;



Способы жизни животных

- *семейный* – в пределах популяции устанавливаются взаимоотношения между родителями и их потомством (например, у ряда птиц, львов);

- *колониальный* – характеризуется образованием многочисленных колоний животных (например, у ворон, чаек, ласточек, пчел, муравьев, термитов);

- *групповой* – временные сообщества, которые отличаются особой биологической организацией, необходимой для защиты от врагов, ориентации в пространстве, миграции, добычи пищи. Встречается в косяках рыб, стаях птиц, волков и др.;

- *стадный* – длительные и стабильные сообщества животных, которые обеспечивают выполнение главных жизненных функций (защита от врагов, размножение, добыча пищи, воспитание потомства и др.). В стаде устанавливаются взаимоотношения превосходства–подчинения, решающую роль при этом играют такие факторы, как физическое превосходство, жизненный опыт (например, у павианов, куланов, антилоп).

Организация индивидов в популяции обеспечивает более высокий уровень адаптации к условиям окружающей среды. Динамическое равновесие в популяции поддерживается благодаря популяционному гомеостазу как результату сложных внутривидовых и межвидовых взаимоотношений.



- 1 • Напишите определение понятия *популяции*.
- 2 • Перечислите 4–5 характеристик популяции и объясните одним предложением суть каждой из них.
- 3 • Разработайте схему, в которой отразите разнообразие индивидов популяции.
- 4 • Обведите букву И, если высказывание истинно, а если ложно – букву Л. Если вы обвели букву Л, напишите верный вариант. (Задание выполняется в тетради.)

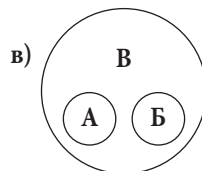
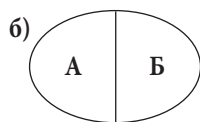
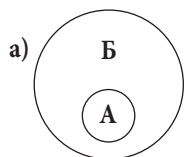
А И Л Циклические популяции отражают распределение животных в пределах ареала в зависимости от источника питания и убежища.

Б И Л Экологические популяции представляют собой популяции, которые воспроизводятся половым путем в результате свободного скрещивания особей.

- 5 • На основе информации под штрихкодом QR 4.3.1, сформулируйте не менее двух выводов, которые демонстрируют важность организации особей в популяции.
- 6 • Составьте кроссворд об особенностях популяции, обеспечивающих ей оптимальные условия существования.
- 7 • Объясните в 5–7 предложениях тот факт, что на уровне популяции обеспечивается большая адаптация, чем на уровне отдельных особей.
- 8 • Напишите по два примера понятий, которые отражают типы взаимоотношений, представленных в виде кругов Эйлера:



QR 4.3.1

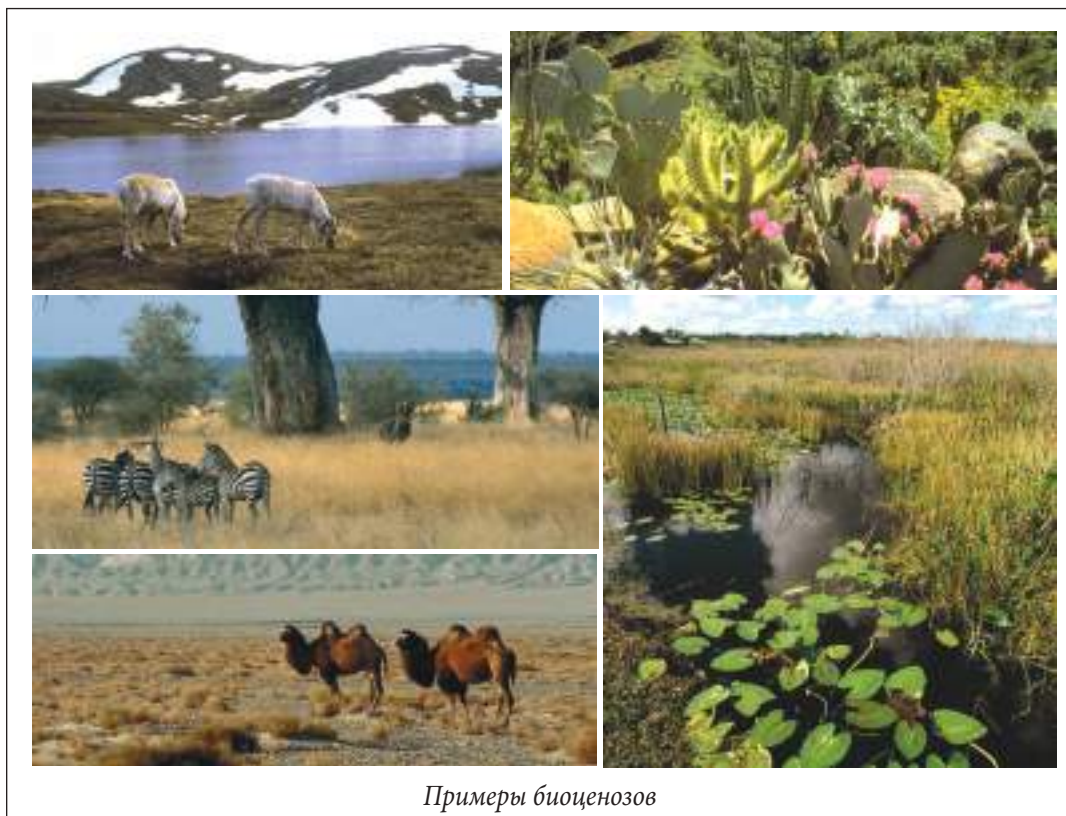


- 9 • Оцените положительные и отрицательные последствия для организма человека сжигания остатков растений после сбора урожая.
- 10 • Подготовьте бизнес-план повышения продуктивности пруда для разведения рыбы.

Живые организмы, населяющие определенную территорию, не изолированы друг от друга, а взаимодействуют, образуя единое целое. Сообщества организмов разных видов, тесно связанных между собой, образуют **биоценоз** (от лат. *bios* – жизнь, *koinos* – совместно), а участок суши (воды), заселенный представителями биоценоза, называется **биотопом** (от лат. *bios* – жизнь, *topos* – место).

Биоценоз является более высоким уровнем организации, чем популяции. Он состоит из организмов разных видов, которые прямо или косвенно обеспечивают существование биоценоза. Размеры биоценоза зависят от входящих в его состав видов и варьируют в широких пределах: от ствола дерева до целого леса, от лужи до моря и т. д.

Биоценозы, независимо от их природы (*естественный* – водный бассейн, лес и др.; *искусственный* – сад, пшеничное поле и др.) и размеров, характеризуются общностью организации.



Примеры биоценозов



Строение биоценоза

• Основные структурные элементы

1. *Продуценты* – организмы, синтезирующие необходимые для существования биоценозов вещества. В большинстве естественных биоценозов основными продуцентами являются фотосинтезирующие растения. В некоторых случаях функции продуцента может выполнять человек, например, если он разводит рыб в искусственном водоеме.

2. *Консументы* – организмы, потребляющие органические вещества и обеспечивающие их последовательное преобразование. К консументам относятся различные виды животных, в том числе и человек.

Вследствие адаптации к условиям жизни они отличаются большим разнообразием и делятся на:

2.1. *первичные консументы* – травоядные животные, употребляющие растительную пищу;

2.2. *вторичные консументы* – плотоядные животные, питающиеся травоядными;

2.3. *третичные консументы* – животные, которые питаются травоядными и/или плотоядными (например, хищные птицы).

В зависимости от используемой пищи различают два основных типа консументов: *биофаги* (употребляют живую пищу, например, личинки некоторых насекомых) и *сапрофаги* (питаются мертвым органическим веществом, например, некоторые грибы).



3. *Редуценты* – организмы, которые разлагают органические вещества. К ним относятся микроорганизмы (плесневые грибы, бактерии), некоторые животные и растения, которые разлагают выделения животных, остатки мертвых растительных и животных организмов.

• Основные группы организмов

1. *Автотрофные организмы*. Эти организмы синтезируют органические вещества из неорганических. Основными автотрофами являются зеленые растения, которые, используя энергию солнца и неорганические вещества (CO_2 , H_2O), образуют органическую биомассу и, тем самым, обеспечивают существование биоценоза. Эти организмы называют фотоавтотрофами (помимо зеленых растений в эту группу входят и фотосинтезирующие водоросли и бактерии, использующие CO_2 , H_2S для синтеза органических веществ).

К автотрофным организмам относятся также некоторые почвенные бактерии, которые используют для синтеза органических веществ энергию химических реакций (окисление серы, железа, азота). Эти хемоавтотрофные бактерии были открыты русским ученым А. Н. Виноградским.

В условиях темноты и недостатка или отсутствия кислорода бактерии являются единственными организмами, способными синтезировать столь необходимые для существования биоценозов вещества.

2. *Гетеротрофные организмы*. Они используют готовые органические вещества, синтезированные другими организмами. К ним относятся животные, грибы и большинство бактерий.

Гетеротрофы могут использовать органические вещества других организмов, паразитируя на них (паразиты) или разлагая их остатки (сапрофиты).

Большое разнообразие гетеротрофных организмов объясняется высокой адаптивностью организмов и заселением различных экологических ниш.

Большое разнообразие гетеротрофных организмов объясняется высокой адаптивностью организмов и заселением различных экологических ниш.

• Основные показатели

1. *Численность* – общее количество особей (видов), населяющих данный биотоп. Она зависит от видового состава биоценоза, уровня приспособленности, специализации организмов, площади занимаемой территории и др. Этот показатель может отражать неоднородность среды обитания, обусловленную благоприятными условиями жизни.

2. *Биомасса* – общее количество органического вещества особей (видов), образующих биоценоз. Она выражается в единицах веса (кг, тонны) на единицу площади (м^2 , га). Значительная часть биомассы биоценозов приходится на высшие растения.

3. *Продуктивность* – количество органического вещества, образованного в единицу времени. Она определяется, главным образом, биосинтетической активностью основных продуцентов – растений.

Продуктивность биоценоза обеспечивает обновление органической биомассы, причем это обновление происходит намного быстрее в водных биоценозах, чем в наземных.

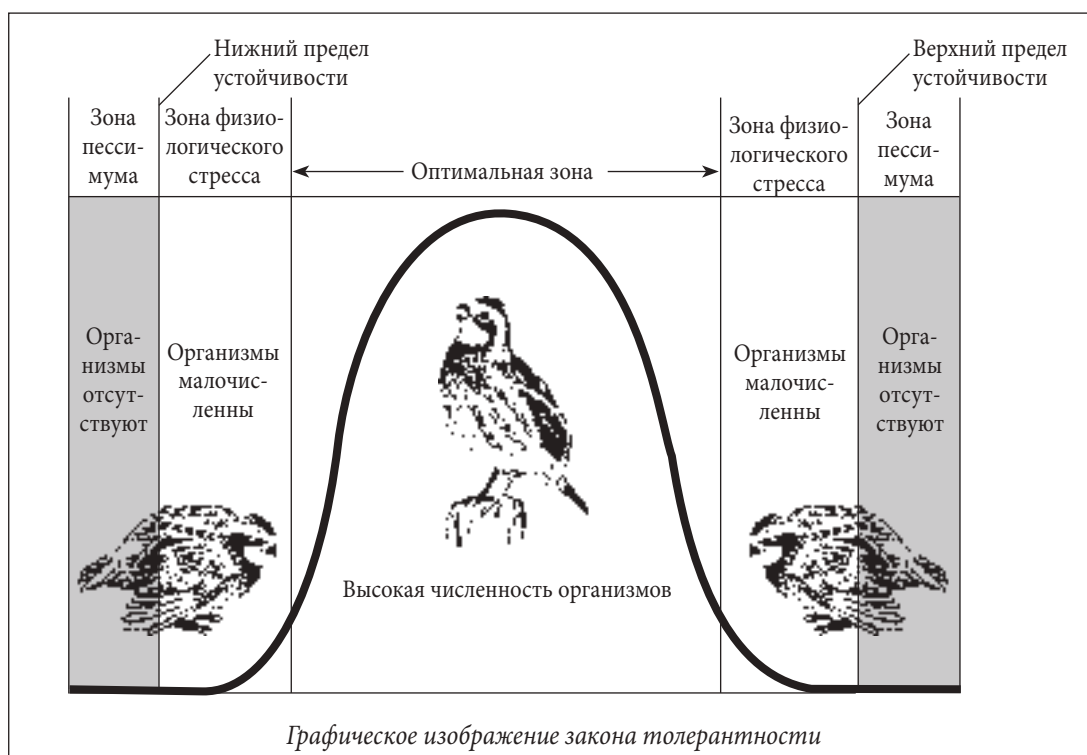
Естественные биоценозы характеризуются рядом особенностей:

- взаимозависимость организмов, в основе которой лежат трофические связи;
- круговорот веществ и энергии при участии живых организмов;
- возможность последовательной смены биоценозов;
- высокая способность к саморегуляции.

В естественных биоценозах устанавливаются определенные закономерности.

В 1840 году немецкий агрохимик Ю. Либих сформулировал **закон ограничивающего фактора**, согласно которому «рост растений зависит от фактора, ограничивающего действие остальных факторов». Например, растения, выращиваемые на щелочных и кислых почвах, дают очень низкий урожай, хотя остальные факторы (концентрация азота, калия, фосфора, воды и др.) являются оптимальными. Позже этот закон был применен и для животных организмов, хотя он и не имеет универсального значения.

В 1911 году В. Шелфорд вывел **закон толерантности**, согласно которому развитие живых организмов возможно в определенных условиях действия экологических факторов. Крайние участки кривой, выражающие состояние угнетения при резком недостатке или избытке фактора, называют зонами пессимума (в них организмы не выживают). Следует отметить, что организмы могут обладать устойчивостью к разным факторам среды, что обеспечивает их широкую адаптацию.

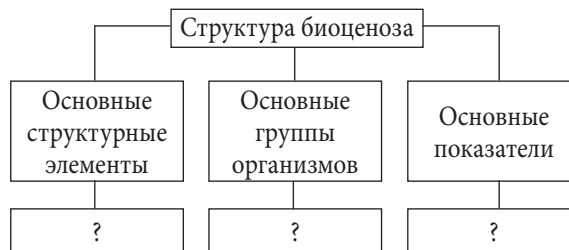


Существование вида в биоценозе определяется совокупностью факторов, обеспечивающих его воспроизводство.



1 • Напишите в тетради определение *биоценоза* и приведите несколько примеров биоценозов.

2 • Заполните в тетради схему.



3 • Соедините стрелками типы основных элементов биоценоза из колонки А с соответствующими им примерами организмов из колонки Б. (Задание выполняется в тетради.)

- А**
- _____ а) первичные консументы
 - _____ б) вторичные консументы II порядка
 - _____ в) третичные консументы
 - _____ г) вторичные консументы I порядка
 - _____ д) первичные продуценты

- Б**
1. ястреб
 2. травянистые растения
 3. синицы
 4. клопы
 5. пауки
 6. шмели
 7. ласточки

4 • Составьте морфологическую карту, в которой укажите структурные элементы и основные группы организмов одного из биоценозов вашей местности.

5 • Заполните в тетради схему.



6 • Исключите лишнее и объясните одной фразой свой выбор.

- А**
- фотосинтезирующие растения, сапрофитные бактерии, сероводородные бактерии, азотфиксирующие бактерии

- Б**
- заяц, лиса, волк, лев

7 • Выберите 2–3 пищевые цепи биоценоза, описанного в материале штрихкода QR 4.4.1.

8 • Обобщите особенности биоценоза, описанного в материале штрихкода QR 4.4.1.

9 • Применяв критическое мышление, представьте 2–3 примера последствий неразумного использования рыбных ресурсов реки Днестр.



QR 4.4.1

10 • Подготовьте обращение (2500 знаков) в адрес местной администрации, в котором обоснуйте необходимость защиты одного из биоценозов вашей местности.

Жизнь существует на различных уровнях организации, высшим из которых является биосферный. **Биосфера** – это часть оболочки земного шара, населенная живыми организмами. Она включает *литосферу, атмосферу и гидросферу*.

Учение о биосфере было создано русским ученым В. И. Вернадским (1863–1945), который в 1924 году опубликовал работу «Биосфера». Согласно этому учению:

- биосфера является живой оболочкой Земли;
- в биосфере солнечная энергия преобразуется в различные типы энергии: электрическую, химическую, механическую, тепловую.

Большинство живых организмов сконцентрировано на поверхности Земли, на небольшой глубине в водных бассейнах, в воздушном пространстве, в поверхностных слоях почвы (до 25-35 см). Однако пределы существования жизни намного шире. Некоторые бактерии находят в литосфере на глубине до 8 км. В гидросфере жизнь простирается на всю ее глубину (свыше 11 км), а в пределах атмосферы – до 85 км (споры отдельных бактерий).

Предполагают, что современная биосфера содержит около 2 млн видов организмов, а общее число видов с момента ее образования до настоящего времени превышает 1 млрд видов. Разнообразие видов и плотность расселения в пределах биосферы зависят от многих факторов: вида, географической зоны, степени адаптации и др.

В состав биосферы входят следующие компоненты:

- 1) **живое вещество** – образовано совокупностью организмов: растений (99 % экосистем суши и около 50 % водных экосистем) и животных. Вся биомасса равна примерно $2,4 \times 10^{12}$ тонн (около 0,001 % массы земной коры);
- 2) **биогенное вещество** – создается и перерабатывается в процессе жизнедеятельности организмов (гумус, газы атмосферы, каменный уголь и др.);
- 3) **косное вещество** – образуется без участия живых организмов (продукты тектонической деятельности, метеориты);
- 4) **биокосное вещество** – образуется в результате совместной деятельности организмов и абиогенных процессов (почва, ил, подземные воды);
- 5) **радиоактивное вещество** – представлено природными радиоактивными изотопами (^{235}U , ^{238}U , ^{40}K , ^{14}C , ^3H и др.), продуцирующими ионизирующие излучения;
- 6) **свободные атомы** – залежи металлов в слоях литосферы;
- 7) **космическая пыль** – твердые частицы космического происхождения;
- 8) **техногенное вещество** – продукты промышленной деятельности человека.

Биосфера, являясь открытой системой, характеризуется постоянным круговоротом веществ и энергии при непосредственном участии живых организмов.

Автотрофные организмы синтезируют органические вещества, используя поглощенные из воды или почвы питательные вещества, углекислый газ и солнечную энергию. На основе процессов фотосинтеза и дыхания эти организмы поддерживают нормальное соотношение кислорода и углекислого газа, а также – водный баланс. Образованная органическая биомасса обеспечивает существование гетеротрофных организмов. Консументы (животные) расщепляют эти вещества до более простых, из которых синтезируют свои собственные вещества. И в завершение: сапрофитные организмы (некоторые грибы и бактерии) расщепляют органические вещества до неорганических, которые вовлекаются в дальнейшем в круговорот большинства химических элементов (углерода, азота, фосфора, кислорода, водорода, серы и др.).

Биогеохимический круговорот веществ не является замкнутым.оборот веществ составляет 90–98 %. Остальное представляет «геологические отложения».

Примерно каждые 8 лет в биосфере происходит обновление биомассы, причем биомасса океана обновляется намного быстрее, чем растительная масса суши. Так, органическая масса океанов обновляется каждые 33 дня, а растительная – ежедневно, в то время как для обновления растительной массы суши необходим более продолжительный период – около 14 лет.

Биомасса и разнообразие видов в наземных экосистемах увеличиваются от полюсов к экватору. В тундре количество видов составляет около 500, в степной зоне – до 2000, а в тропических лесах – более 8000 видов.



Обмен воды в гидросфере составляет около 2800 лет. Обновление кислорода атмосферы происходит в течение нескольких тысяч лет, а углекислого газа – 6,3 года.

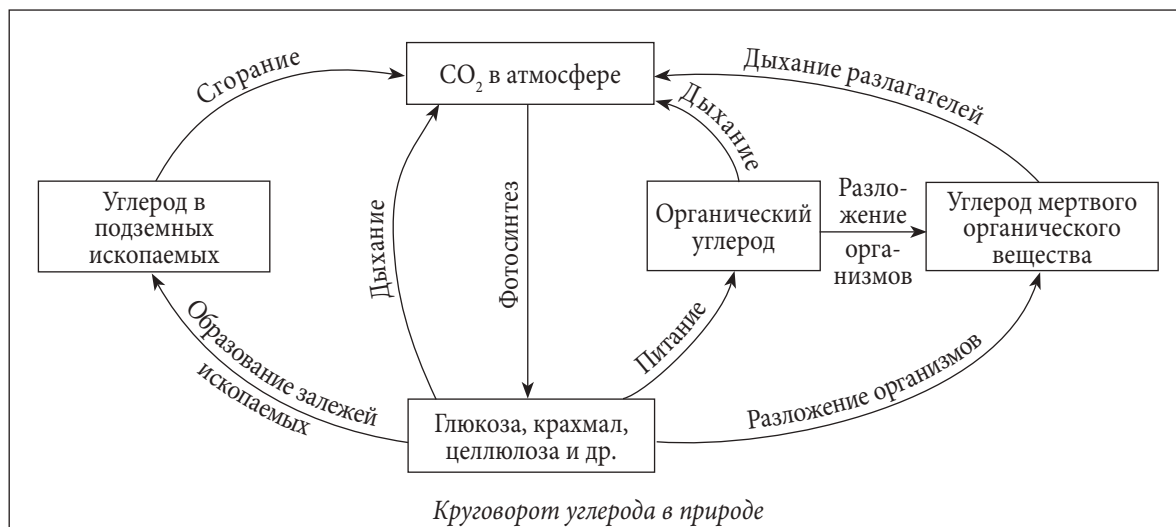
В биосфере постоянно происходят синтез органических веществ с накоплением энергии и разложение сложных веществ на более простые.

Важной особенностью биосферы является происходящий в ней круговорот веществ, который заключается в непрерывной циркуляции веществ между почвой, атмосферой, гидросферой и живыми организмами. Различают большой (геологический) и малый (биологический) круговороты, последний из которых ограничен пределами биосферы.

Живые организмы через пищевые цепи обеспечивают биогенное перемещение химических элементов из среды и благодаря биогеохимическим круговоротам сохраняют свое динамическое равновесие.

Активное участие организмов в перемещении химических элементов можно наблюдать на примере круговорота углерода.

Круговорот углерода начинается с фиксации атмосферного диоксида углерода (углекислого газа) зелеными растениями в ходе фотосинтеза. Часть образовавшихся при этом углеводов используется самими растениями, а часть потребляется животными. Мертвые растения и животные разлагаются, углерод из тканей окисляется и в виде диоксида поступает в атмосферу. Диоксид углерода выделяется также в процессе дыхания животных и растений. При разложении мертвых организмов без доступа кислорода образуется торф, каменный уголь и нефть. В процессе их сгорания для получения энергии образуется диоксид углерода, который возвращается в атмосферу. Таким образом, круг замыкается и начинается новый цикл.



Участвуя в круговороте веществ в природе, живое вещество осуществляет важнейшие биогеохимические функции:

- **газовая функция** – заключается в поддержании постоянства газового состава атмосферы (поглощение диоксида углерода растениями и выделение кислорода в процессе фотосинтеза; потребление кислорода при дыхании и выделение диоксида углерода; восстановление азота, сероводорода и др.);
- **концентрирующая функция** – заключается в поглощении и накоплении в живых организмах различных химических элементов (углерода, азота, водорода, кислорода, фосфора, серы, железа, йода и др.);
- **окислительно-восстановительная функция** – заключается в окислении и восстановлении веществ в живых организмах (восстановление диоксида углерода до углеводов в процессе фотосинтеза и окисление их до диоксида углерода при дыхании).




Глобальный круговорот веществ в биосфере заключается в перемещении веществ в литосферу, гидросферу, атмосферу при непосредственном участии живых организмов. Благодаря биологическому круговороту жизнь поддерживается и в условиях пониженной концентрации химических элементов.

Биологический круговорот обеспечивает циркуляцию веществ и энергии при участии продуцентов, консументов и редуцентов природных и искусственных систем. Он бывает двух типов: *открытый* и *закрытый*. В *закрытом круговороте* все вещества экосистем вовлекаются в последовательные превращения в пределах трофических цепей.

В *открытых биологических круговоротах* энергия запасается в тканях растений и животных в виде органических соединений, потребляемых другими животными и человеком. Часть энергии консервируется в нефти, угле, торфе.

В заключение следует подчеркнуть, что круговорот веществ и энергии обеспечивает динамическое равновесие в биосфере – высшем уровне организации живой материи.

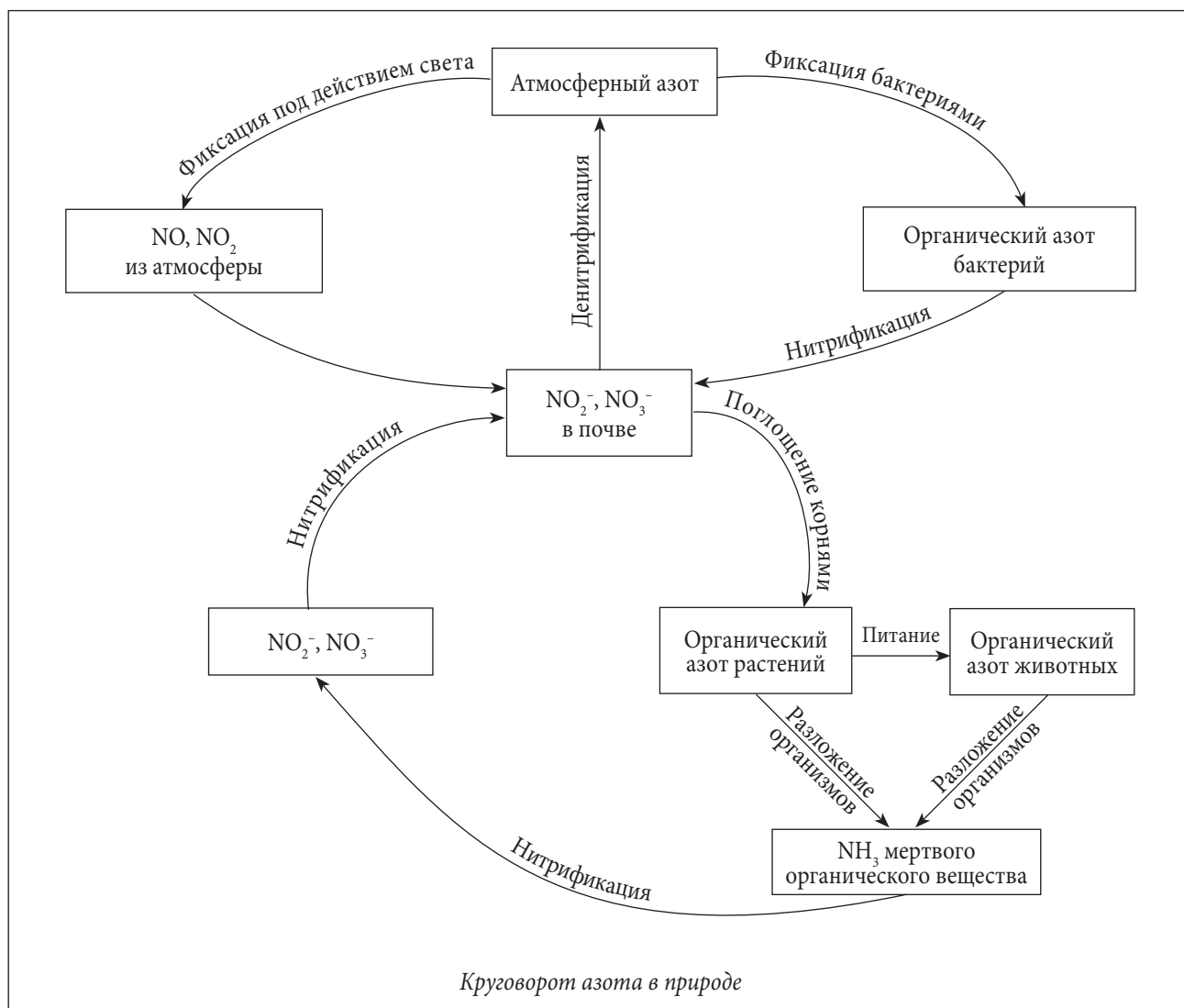


- 1 • Напишите определение понятия *биосфера*.
- 2 • Представьте схематично пределы распространения жизни на Земле, используя следующие условные обозначения: \longleftrightarrow – расстояние;  – почва;  – вода;  – воздух.
- 3 • Представьте в виде схемы «Информационный рисунок» круговорот кислорода в природе и объясните использованные условные обозначения.
- 4 • Классифицируйте типы веществ в составе биосферы и представьте информацию в виде кругов Эйлера.
- 5 • Прочитайте приведенные ниже утверждения, которые состоят из двух частей и обе верны.
 - Обведите слово «ДА», если вторая часть объясняет первую, и слово «НЕТ», если это не так.
 - Напишите верное утверждение. (Задание выполните в тетради).

А ДА НЕТ Биологические круговороты являются открытыми, т. к. часть веществ и энергии запасается на определенных этапах.

Б ДА НЕТ Высшие растения образуют в ходе фотосинтеза глюкозу, т. к. в этом процессе участвует вода.

- 6** • Напишите в тетради 4–5 аргументов для объяснения того факта, что накопление биомассы в наземных экосистемах увеличивается от полюса к экватору.
- 7** • Проанализируйте схему круговорота азота в природе и опишите в 1–2 предложениях роль каждой из групп организмов в поддержании динамического равновесия в биосфере.



- 8** • Объясните в 5–7 предложениях, почему для охраны биосферы необходимо поддержание биологического разнообразия.
- 9** • На основе информации под штрихкодом QR 4.5.1, оцените возможные последствия отсутствия бактерий в биосфере.



QR 4.5.1

- 10** • Представьте преимущества использования нетрадиционных методов получения энергии для экономики, окружающей среды и населения вашего края.

Экосистема – это единый экологический комплекс, образованный на основе взаимодействия живых организмов и биотических факторов среды (температура, атмосферные осадки, естественная радиация, ветер и др.). Таким образом, экосистема состоит из совокупности видов (биоценоз), населяющих определенную территорию (биотоп): экосистема = биотоп + биоценоз.

Понятие **биоценоз** было введено в 1877 году немецким ученым-гидробиологом К. А. Мёбиусом и означает сообщество видов растительных и животных организмов, населяющих определенную территорию (ограниченную среду) и взаимодействующих между собой. Термин **биотоп** был предложен немецким ученым К. Ф. Далем в 1908 году для обозначения места обитания биоценоза.

В 1933 году английский геоботаник А. Д. Тэнсли ввел понятие **экосистемы** для обозначения элементарной единицы биосферы, образованной из среды обитания (биотопа) и совокупности растений и животных (биоценоза). Между биотопом и биоценозом постоянно происходит обмен веществом и энергией.

Каждая экосистема характеризуется определенными составными элементами (фауна, флора, физико-химические факторы); структурой (распределение); размерами (пределы расселения); функциональностью (взаимосвязь между элементами).

Экосистемы классифицируют по:

• **Размерам**

- микроэкосистема (дерево);
- мезоэкосистема (лес);
- макроэкосистема (океан);
- экосфера (планета Земля).

• **Среде обитания**

- наземные (на суше);
- водные (в водоемах);
- подземные (в пещерах).

• **Происхождению**

- естественные (тропические леса, пустыни, реки и др.);
- полустественные (природные заповедники, парки и др.);
- искусственные (злаковые поля, сады, озера и др.).

Распределение составляющих элементов в пространстве и во времени определяет структуру экосистемы. Экосистемы характеризуются следующими показателями:

- структура биотопа – отражает разнообразие видов в зависимости от физической среды;
- пространственная структура – отражает распределение элементов экосистемы в пространстве;
- биоценотическая структура – отражает связи между организмами разных видов;
- биохимическая структура – отражает связи между организмами посредством продуктов метаболизма;
- трофодинамическая структура – отражает движение потока вещества и энергии.

Наземные экосистемы отличаются наибольшим разнообразием по составу. Переход к сухопутному образу жизни обусловил появление у растений и животных различных приспособлений. В основе дифференциации наземной экосистемы лежит разнообразие растительности при наличии доминирующих видов. Элементами горизонтальной структуры наземных экосистем являются консорции и синузии.

Консорции представляют собой небольшие группы организмов, которые не могут существовать друг без друга.

Синузии – это комплекс консорциев, объединяющий много популяций.

Вертикальная структура наземных экосистем представлена ярусами, которые характеризуются природой растительности (видовым разнообразием), но отражают и особенности почвы и фауны. Каждый ярус является компонентом одной целостной системы и не может существовать независимо. Между ярусами постоянно происходит обмен веществом и энергией (опадение листьев и плодов, миграция насекомых и птиц и др.).



Ярусность хорошо видна в лиственных лесах, характерных для нашей местности. В этих лесах можно выделить три основных яруса:

1. *почвенный ярус* – образован корнями растений, многочисленными членистоногими, микроорганизмами и др.;
2. *надпочвенный ярус* – образован травяным и моховым покровом; включает грибы, членистоногих, пресмыкающихся и некоторых млекопитающих;
3. *верхний ярус* – образован различными деревьями и кустарниками; в его состав входят птицы, млекопитающие и др.

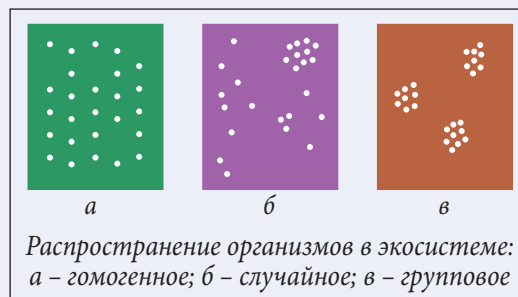
В пределах наземных экосистем существует определенное распределение организмов, которое может быть:

- *гомогенным* – организмы находятся на равном расстоянии друг от друга (редко встречается в природных популяциях);
- *случайным* – организмы распределяются случайным образом по отношению друг к другу;
- *групповым* – организмы собраны в группы.

Особенности наземных экосистем определяются, в значительной степени, типом растительности и животных, которые влияют на них различными путями (рытьем, уничтожением семян, изменением почвы).

Состояние растительного покрова зависит от некоторых насекомых и грызунов. Различные виды животных питаются семенами и обеспечивают их распространение, но в то же время уничтожают запасы семян, необходимые для восстановления растительности. В этот разрушительный процесс вносят свой вклад и многочисленные плесневые грибы, поражающие семена.

Животные активно участвуют в преобразовании почвы, например: роют подземные тоннели, откладывают запасы корма или разлагая остатки растений и животных.



Каждая экосистема состоит из двух компонентов – *первичной* и *вторичной продукции*. Первичная продукция обеспечивается растениями, благодаря синтезу органических веществ из неорганических. Вторичная продукция представляет собой биомассу, образованную гетеротрофными организмами в процессе потребления органических веществ.

Первичная продукция некоторых наземных экосистем

| Тип экосистемы | Первичная продукция в г сухого вещества/м ² /год |
|----------------------------------|---|
| Жаркая пустыня | 3 |
| Заросли кустарников в пустыне | 70 |
| Тундра | 140 |
| Хвойный полярный лес | 520 |
| Пастбище умеренных широт | 560 |
| Тропическое пастбище | 700 |
| Смешанный лес умеренного климата | 1000 |
| Хвойный лес | 1500 |
| Тропический лес | 2000 |

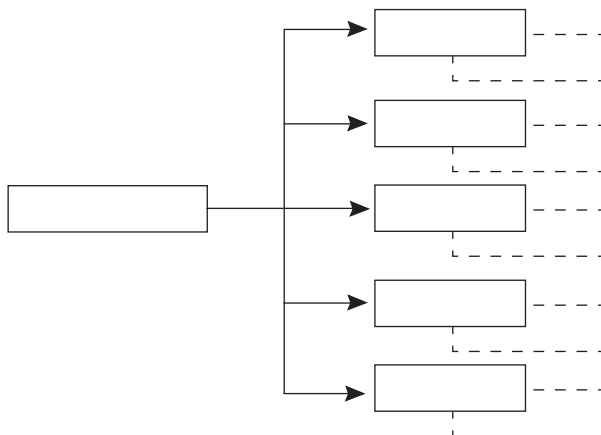
Конечная первичная продукция (количество биомассы, полученной в результате фотосинтеза, за исключением потерь для поддержания метаболизма) варьирует в разных экосистемах (см. таблицу).

Первичная продукция наземных экосистем, в отличие от водных, зависит от количества видов растений и целого ряда факторов, среди которых количество атмосферных осадков, температура окружающей среды, межвидовые и внутривидовые связи, способность к саморегуляции и др.

В наземных экосистемах каждый организм занимает определенную *экологическую нишу* – комплекс взаимодействующих биотических и абиотических факторов. Благодаря этому растения и животные в этих экосистемах сосуществуют, рационально используя ресурсы своего биотопа. Для выживания в конкретных условиях среды организмы приобрели различные приспособления для поиска пищи, к влажности среды, продолжительности дня, температуре и др.



- 1 • Классифицируйте экосистемы, используя не менее трех критериев.
- 2 • Перерисуйте в тетрадь схему и заполните ее, вписав:
 - а) в прямоугольники из сплошных линий – тип структуры экосистемы;
 - б) в прямоугольники из пунктирных линий – краткую характеристику типа.



- 3 • Представьте графически горизонтальные и вертикальные элементы наземной экосистемы вашей местности.
- 4 • Представьте в виде кругов Эйлера связи между следующими понятиями: *экосистема, консорциум, синузии.*
- 5 • Представьте типы распределения организмов экосистемы, описанной в штрихкоде QR 4.6.1.
- 6 • Объясните в 5–7 предложениях суть стабильного развития экосистемы.
- 7 • Приведите 4–5 примеров, демонстрирующих относительный характер адаптации организмов к условиям среды в наземно-воздушной экосистеме.
- 8 • Выполните анализ SWOT по теме: «Особенности наземной экосистемы местности родного края».
- 9 • Разработайте план действий по внедрению экологической технологии получения ряда важных веществ в наземных экосистемах Молдовы.
- 10 • Оцените возможные последствия вырубki лесов на местном, региональном и глобальном уровнях.



QR 4.6.1

Вода покрывает до 70 % поверхности Земли, поэтому водные экосистемы занимают намного большую площадь, чем наземные.

Водные экосистемы характеризуются рядом особенностей, среди которых:

- **Высокая плотность воды и значительные перепады давления**

Плотность воды определяет перемещения водных организмов и изменения давления, которое возрастает с глубиной (1 атм. на каждые 10 м). Водные животные (гидробионты) могут выдерживать давление до 400–500 атм. (рыбы, ракообразные, моллюски).

- **Пониженное содержание кислорода (в сравнении с наземными экосистемами)**

В водных бассейнах кислород существует в виде растворенного в воде газа (O_2). Он необходим для жизнедеятельности рыб, зоопланктона. При недостатке кислорода животные задыхаются и погибают. Критической для большинства водных животных является концентрация меньше 3 мг/л.

Учитывая тот факт, что в теплой воде меньше кислорода, чем в холодной, летний период является критическим для многих водных животных. Например, при температуре 4 °С концентрация кислорода в воде составляет 13,1 мг/л, а с повышением температуры до 25 °С она сокращается до 8,3 мг/л.

- **Неравномерное распределение света в водных слоях**

В водной среде гораздо меньше света, чем в воздухе. Лишь часть солнечных лучей поглощается водой, причем количество света быстро уменьшается с глубиной. Поэтому большинство водных животных сосредоточено на поверхности или на небольшой глубине (*планктон*).

- **Специфический солевой режим**

Водные животные приспособились к определенному солевому режиму. Пресноводные формы не могут жить в морях, а морские – не переносят пресной воды. Лишь редкие формы могут существовать как в соленой, так и в пресной воде. Они встречаются, например, в устье рек.

- **Колебания температуры**

Температура воды зависит от количества солнечной энергии, поглощенной водой, воздухом и поверхностью Земли. Чем больше солнечной энергии поглощается, тем выше температура воды. На температуру воды влияет также испарение с поверхности водного бассейна, сточные воды и др.

Температура определяет разнообразие животных и растений, населяющих водный бассейн. Зимой в водоемах растительности практически нет, в то время как весной и летом, когда температура воды повышается и на поверхность поднимаются богатые питательными веществами бентосные слои, озера «зацветают». Перемещение слоев воды наблюдается и осенью. В результате повышения температуры весной начинают быстро развиваться микроскопические растения и животные. Многие рыбы откладывают икру в теплое время, когда температура воды увеличивается и повышается количество питательных веществ. Этого не наблюдается в маленьких озерах, где вода смешивается в течение года. Однако резкое повышение температуры может привести к гибели некоторых видов рыб, предпочитающих холодную воду с высоким содержанием кислорода (например, форели).

- **Скорость водостока (в проточных водоемах) и кислотность воды (рН)**

Водные бассейны имеют определенное значение рН, который для чистой природной воды варьирует от 5 до 6. Самой чистой водой на Земле считается дождевая вода, но и она обладает определенной кислотностью. Эта природная кислотность обусловлена растворенным в каплях воды углекислым газом. Значение рН для кислых дождей равно 4, а рН тумана в городской черте может приближаться к 2. В большинстве рек и озер рН варьирует от 6,5 до 8,5. В регионах, богатых минеральными соединениями, встречаются водные бассейны с более кислым рН.

Разработка и функционирование шахт также могут стать причиной увеличения кислотности в близлежащих водных бассейнах в связи с сбросом в них отходов производства.

Жизнедеятельность водных организмов в большой степени зависит от рН воды. Так, саламандры, лягушки и другие земноводные чувствительны к повышению рН, а большинство насекомых, земноводных и рыб не выживают в условиях рН меньше 4.

• Концентрация частиц и прозрачность воды

Прозрачность воды уменьшается с возрастанием концентрации частиц и плотности водорослей. Она зависит также от присутствия различных бактерий, фитопланктона и других организмов, химических веществ, растительных остатков и др.

Прозрачность воды в естественных водоемах обычно составляет от 1-го до нескольких метров. Пониженная прозрачность воды (менее 1-го метра) может быть обусловлена высокой биологической активностью в водоеме, а также высокой концентрацией взвешенных частиц. В очень чистой воде (например, вблизи коралловых рифов) прозрачность может достигать 30–40 метров.

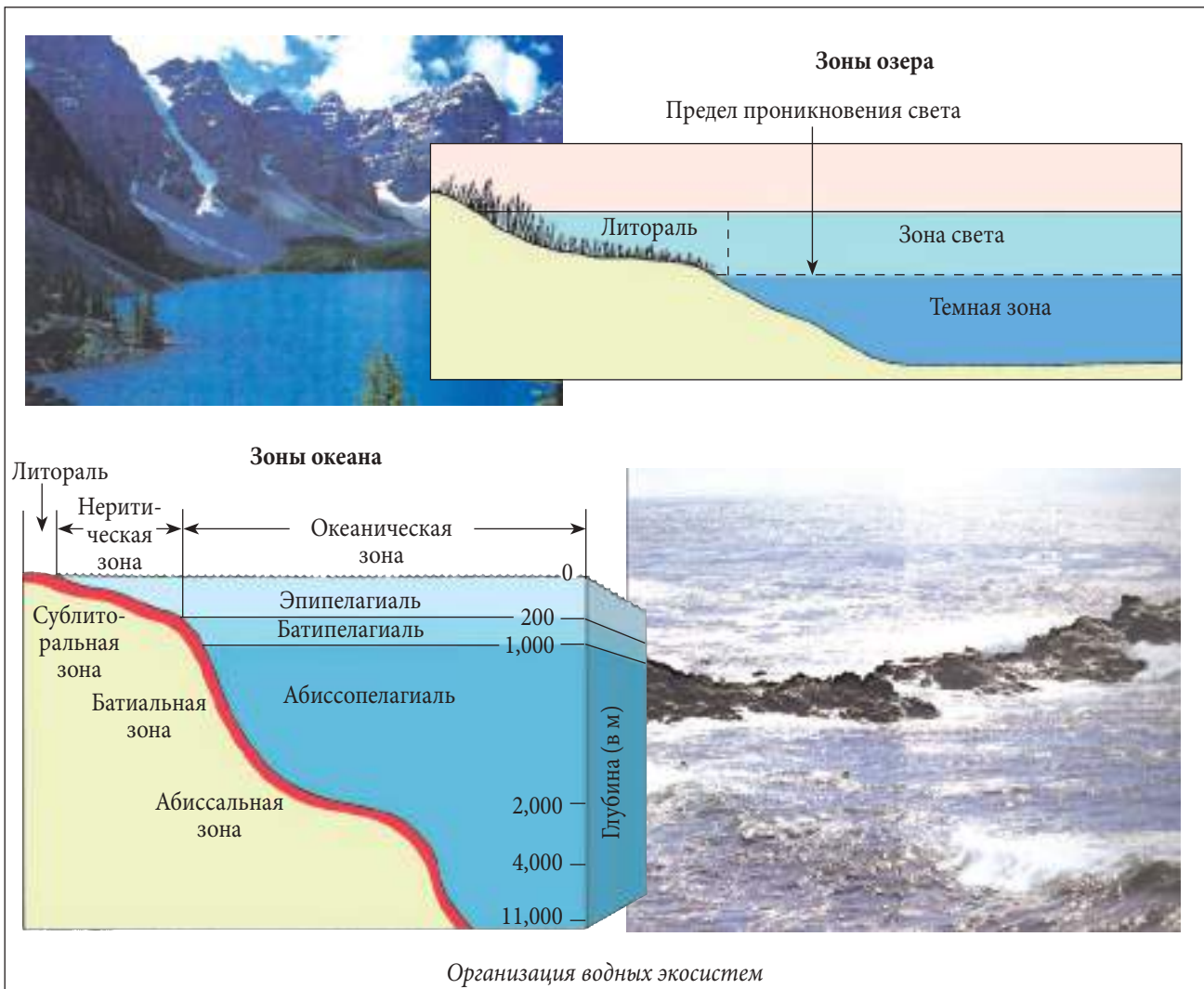
В целом, в пределах водных экосистем различают толщу воды (**пелагиаль**) и дно водоема (**бентос**).

Пелагиаль делится на вертикальные слои:

- эпипелагиаль – слой воды глубиной до 200 м;
- батипелагиаль – слой воды, лишенный зеленых растений;
- абиссопелагиаль – темный слой воды (лишен зеленых растений).

Бентос делится на следующие зоны:

- литоральная – край берега, затапливаемый во время приливов;



- сублиторальная – омывание края материков глубиной до 200 м (в морских экосистемах);
- батидальная – зона крутых склонов;
- абиссальная – образует ложе океана (моря).

Водные экосистемы можно условно разделить на морские экосистемы и внутренние водные экосистемы материков и островов (озера, реки, устья рек). Последние характеризуются специфической организацией.

Биомасса водных экосистем определяется поверхностным слоем – фитопланктоном, способным к фотосинтезу. Первичная продукция некоторых водных экосистем представлена в таблице.

Первичная продукция водных экосистем

| Морские экосистемы | Сухое вещество, г/м ² | Внутренние водные экосистемы | Сухое вещество, г/м ² |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Коралловые рифы, Гавайи | 70,4 | Реки и озера (в среднем) | 3,01 |
| Воды, близкие к коралловым рифам | 0,127–0,22 | Озеро Чад, Сахара | 4,62 |
| Литоральные воды Северного моря | 0,33–4,4 | Озеро Морион, Канада | 0,05 |
| Пелагиаль Средиземного моря | 0,132–0,11 | Олиготрофное озеро, Белоруссия | 0,22–0,66 |

В морских экосистемах разнообразие организмов зависит от следующих факторов: температуры, солености, минерального состава, давления, света (для растений). Разные организмы обладают различной выносливостью к изменениям этих факторов.

Во внутренних пресных водоемах ограничивающими факторами являются температура, скорость течения воды, концентрация кислорода, углекислого газа, соли и осмотическое давление. Большинство организмов (особенно растения) сконцентрированы в литоральной зоне.

Пресные водоемы с проточной водой характеризуются рядом особенностей:

- течения воды регулируют и ограничивают распространение некоторых организмов;
- благодаря небольшой глубине происходит постоянный обмен веществ между пелагиальной зоной и бентосом;
- в отсутствие источников загрязнения вода, как правило, хорошо обогащена кислородом.

В зависимости от типа воды водные среды обитания делятся на *стоячие* и *проточные водоемы*. В рамках каждой водной экосистемы устанавливаются различные пищевые связи между организмами.



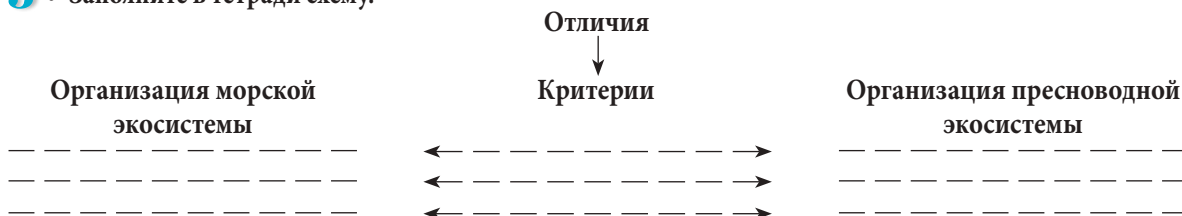
- 1 • Перечислите особенности водной экосистемы.
- 2 • Представьте графически вертикальную структуру водоема.
- 3 • Нарисуйте в тетради схему одной из водных экосистем вашего края, указав для каждой зоны этой экосистемы примеры продуцентов и консументов.

- 4** • Прочитайте приведенные ниже утверждения, которые состоят из двух частей и обе верны.
- Обведите слово «ДА», если вторая часть объясняет первую, и слово «НЕТ», если это не так.
 - Напишите верное утверждение. (Задание выполните в тетради.)

А ДА НЕТ В водных экосистемах разнообразие животных ограничено, т. к. они занимают до 70 % поверхности Земли.

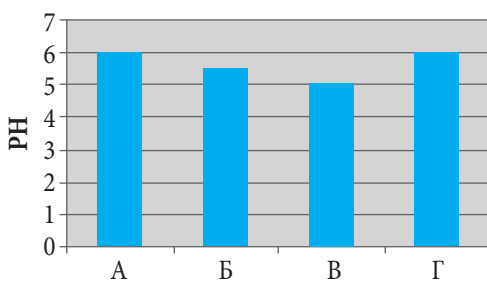
Б ДА НЕТ Подавляющее большинство растений сосредоточено в эпипелагиальной зоне, т. к. на поверхности водоемов вода теплее.

- 5** • Заполните в тетради схему.



- 6** • Проанализируйте графики и ответьте на вопросы:

Многие виды рыб не могут существовать в условиях рН ниже 3. Представленный здесь график отражает влияние кислотности на жизнедеятельность некоторых видов пресноводных рыб.



Обозначения:

- А – радужная форель;
- Б – горная форель;
- В – речная форель;
- Г – окунь.

- Каков нижний предел рН для горной форели?
- Какой из видов форели (горная форель или речная) чувствует себя лучше в кислых водоемах? (Ответ аргументируйте одним предложением.)
- Какой из видов форели наиболее устойчив к кислому рН воды?
- Икра многих видов рыб более чувствительна к пониженному рН, чем взрослые особи. Как это может влиять на популяции рыб пресных водоемов? (Ответ аргументируйте 2–3 предложениями.)

- 7** • Используя информацию под штрихкодом QR 4.7.1, представьте 4–5 правил ухода за водоемом.

- 8** • Опишите приспособления попавшей в пресноводный водоем морской рыбы. Ответ аргументируйте.



QR 4.7.1



QR 4.7.2

- 9** • Составьте бизнес-план по разведению одного из видов рыб.

- 10** • Оцените возможные последствия строительства гидроэлектростанции на реке Днестр. Используйте для этого информацию под штрихкодом QR 4.7.2.

Переход к оседлому образу жизни человека, одомашнивание животных, необходимость обработки почвы для выращивания растений – всё это обусловило замещение природных экосистем, характеризующихся способностью к саморегуляции, искусственными экосистемами (агробиоценозами). В настоящее время культивируемые площади занимают до 30 % поверхности суши, обеспечивая человека продуктами питания.

Агробиоценозы (пшеничные поля, сады, огороды, теплицы и др.) создаются и поддерживаются человеком в собственных интересах. Агробиоценозы отличаются следующими особенностями:

1. Высокая гомогенность

На сельскохозяйственных угодьях обычно выращивают один-два сорта растений, обладающих высокой урожайностью. Вследствие этого максимально сокращается разнообразие животных и микроорганизмов, которые не могут приспособиться к этой узкой специализации.

2. Пониженная способность к саморегуляции

Из-за ограниченного числа видов, упрощенных трофических связей, постоянного вмешательства человека агробиоценозы не могут самостоятельно поддерживать динамическое равновесие в системе. В агробиоценозах достаточно часто наблюдаются вспышки различных заболеваний и массовое размножение вредителей. Массовое размножение патогенных грибов или вредных насекомых (саранча, колорадский жук) может привести к уничтожению урожая.

3. Активное участие человека

Для того чтобы получить высокий урожай и сохранить агробиоценоз, человек вынужден контролировать и уменьшать влияние природных факторов, обрабатывая сельскохозяйственные поля пестицидами, используя биологические методы борьбы с вредителями, орошая засушливые земли и удобряя почву.

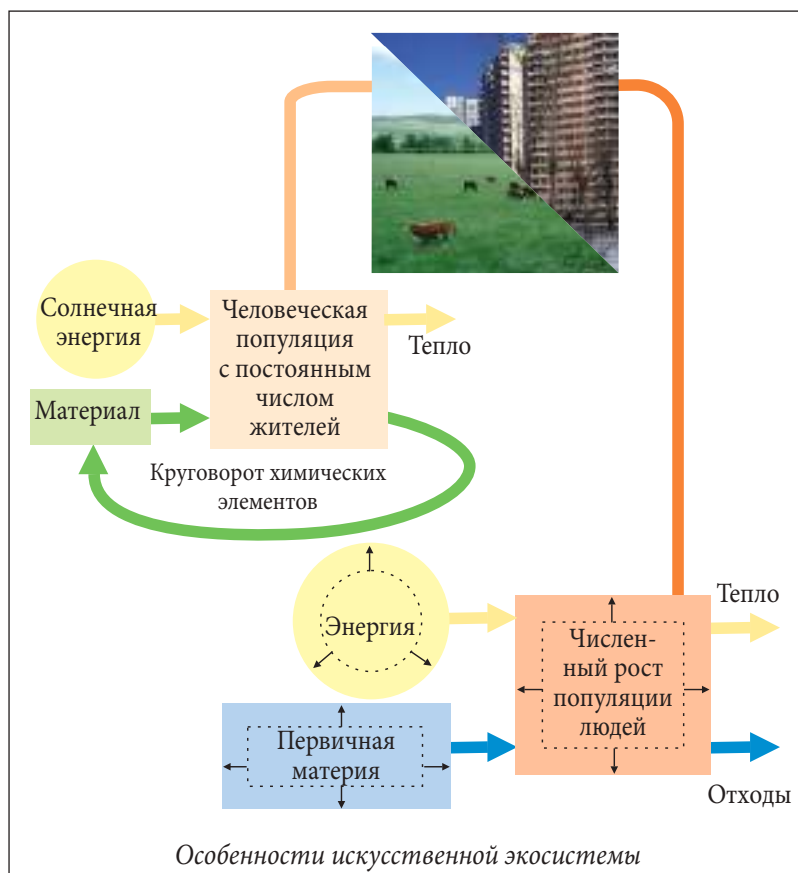
Таким образом, агробиоценозы помимо солнечной энергии получают еще много дополнительной энергии в результате направленной деятельности человека.

4. Относительная простота трофических связей

Количество видов в агробиоценозах намного меньше, чем в природных экосистемах. Это приводит к упрощению трофических связей. Как правило, в агробиоценозах цепь питания состоит из трех звеньев – культивируемого растения, вредителя и паразитов вредителя.

5. Естественный отбор

В агробиоценозах действие естественного отбора ослаблено, хотя влияние природных факторов (температуры, влажности) не исключается. Таким образом, экосистема продолжает развиваться по законам природы.



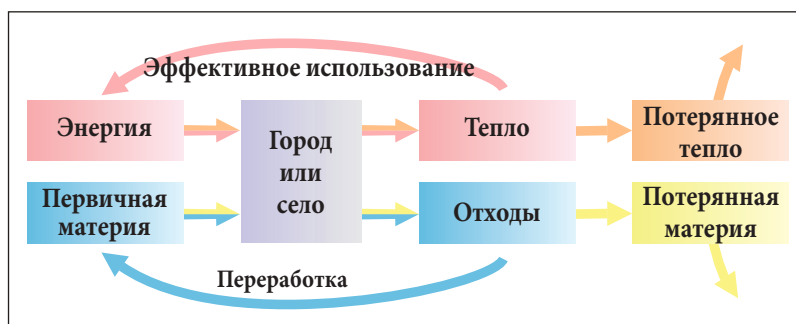
Основной стратегией при создании и использовании современных агроценозов является высокоэффективное и управляемое сельскохозяйственное производство (см. схему). Это предполагает применение высокопроизводительной техники, высокоурожайных и устойчивых сортов, соблюдение научно обоснованных севооборотов.

Однако не следует оставлять без внимания и защиту природных экосистем и сохранение разнообразия живого мира. Использование природных экосистем должно быть рациональным, а агробиоценозы – разнообразными для того, чтобы предупредить образование пустынь, засоленных или кислых почв, эрозию почв и т. д.

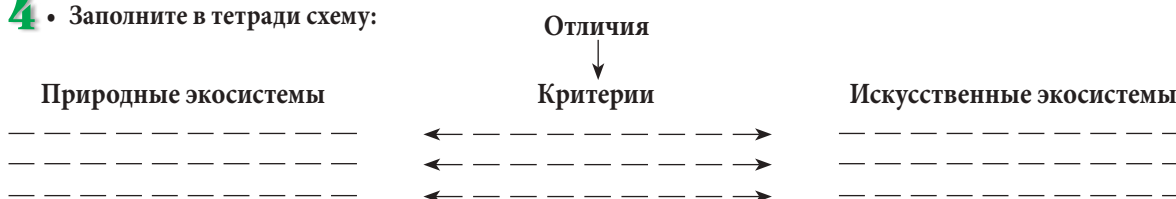


- 1 • Опишите особенности агробиоценозов.
- 2 • Составьте утверждения о агробиоценозах, используя следующие словосочетания:
 - а) содержат ограниченное количество видов – содержат большое число видов;
 - б) низкая способность к саморегуляции – высокая способность к саморегуляции;
 - в) простые трофические связи – сложные трофические связи.

- 3 • На основе представленной схемы разработайте свою, используя конкретный пример.



- 4 • Заполните в тетради схему:



- 5 • Исключите лишнее и объясните свой выбор одной фразой.

А лиственный лес, река, природный заповедник, пустыня, степь

Б пруд, река, устье реки, море

В сад, виноградник, природный заповедник, озеро, пшеничное поле

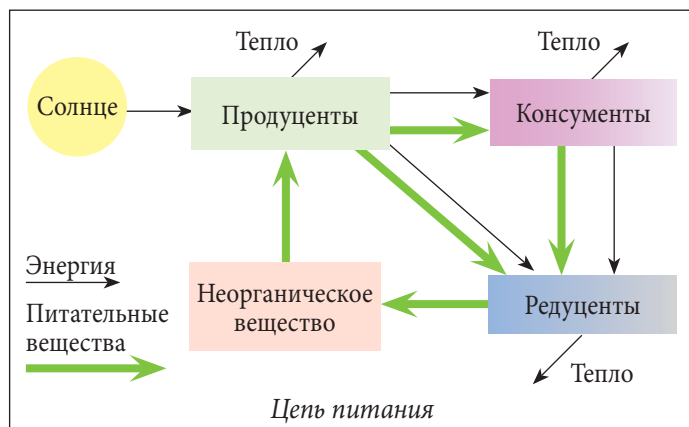
- 6 • Выберите пищевые цепи агробиоценоза, описанного под штрихкодом QR 4.8.1.
- 7 • Составьте три ребуса, ответы на которые представляют примеры агробиоценозов.
- 8 • Представьте преимущества и недостатки одного из агробиоценозов вашей местности.
- 9 • Предложите проект развития экологического сельского хозяйства в вашей местности и укажите возможные источники финансирования.



QR 4.8.1

- 10 • Оцените положительные и отрицательные последствия орошения для агробиоценозов юга Молдовы и представьте 2–3 вывода.

Для того чтобы понять как функционируют природные и искусственные экосистемы, необходимо определить комплекс сложных трофических связей между организмами этих экосистем. Травоядные животные питаются растениями, хищники поедают травоядных животных. Таким образом создаются **пищевые цепи** из продуцентов и консументов.



Каждая цепь питания состоит из растений и животных, которые являются звеньями этой цепи. Количество звеньев одной цепи питания невелико, что препятствует узкой специализации организмов и не подвергает биоценозы опасности. Удаление одного из звеньев пищевой цепи не нарушает динамического равновесия в рамках экосистемы. Со временем это звено замещается другими видами организмов. Небольшое число звеньев пищевой цепи обусловлено также количеством вещества и энергии, обеспечиваемых продуцентами.

Обычно пищевые цепи состоят из трех звеньев – продуцента, первичного консумента (фитофаг) и вторичного консумента (зоофаг).

Первое звено пищевой цепи, как правило, образовано фотосинтезирующими растениями, которые обеспечивают консументов экосистемы биомассой и энергией.

Иногда посредством некоторых звеньев различные пищевые цепи пересекаются.

В биосфере различают четыре типа пищевых цепей:

1. Травоядная цепь питания. Пищевые цепи этого типа основаны на использовании живых растительных тканей и состоят из трех основных звеньев – растения, травоядного животного и плотоядного животного. Обычно в травоядных цепях питания растет масса травоядных животных. В некоторых случаях это определяет небольшое число звеньев (например, последним звеном является слон).

Животные, входящие в состав травоядных цепей, питаются:

- 1.1. *Семенами растений* (млекопитающие, птицы);
- 1.2. *Цветочным нектаром* (насекомые, птицы и млекопитающие);
- 1.3. *Мхами и лишайниками* (млекопитающие в бедных растительностью зонах);
- 1.4. *Грибами* (членистоногие, некоторые млекопитающие).

2. Цепи разложения (детритные). Этот тип состоит из животного, питающегося остатками растительных и животных организмов, и нескольких видов зоофагов; встречается в почве, опавшей листве, в реках.

3. Бактериальные цепи питания. В некоторых случаях цепи, основанные на потреблении бактерий, выделяют из детритных цепей. Звеном такой цепи являются хемосинтезирующие бактерии, которые образуют биомассу и энергию для последующих звеньев. Цепи такого типа встречаются, например, в океанских впадинах (бактерии – погонофоры – моллюски – крабы).

4. Паразитические цепи питания. В этих цепях количество звеньев сокращено, т. к. несколько видов организмов живут за счет одного организма (картофель – фитофтора; кукуруза – пыльная головня; бактерии – бактериофаги).

Иногда первичное звено пищевой цепи может быть представлено гетеротрофным организмом (животным). Например, насекомоядные растения могут входить в состав этих цепей, получая вещество и энергию от поедаемых животных.

Британский эколог Чарльз Элтон в 1927 году сравнил трофическую структуру биоценоза с пирамидой, ступени которой соответствуют пищевым уровням. Так возникло понятие **пищевой пирамиды (экологической пирамиды)**.

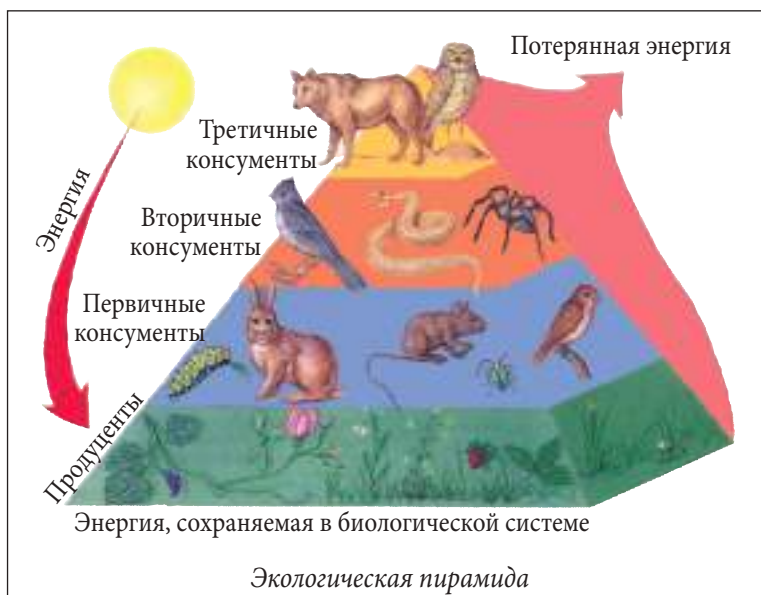
В пределах пищевой пирамиды при переходе с одного уровня на другой численность особей питания уменьшается, а их размер увеличивается.

Различают несколько типов экологических пирамид:

1. **Пирамида численности** – отражает уменьшение числа организмов от первичных до третичных консументов.

2. **Пирамида биомассы** – отражает сокращение массы организмов от продуцентов к консументам.

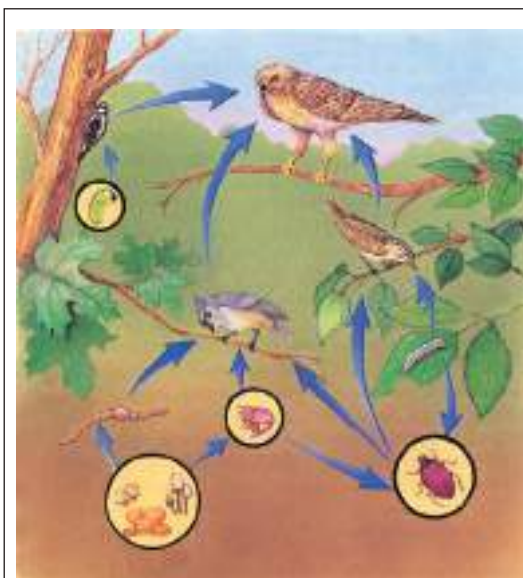
3. **Пирамида энергии** – отражает потери энергии при переходе от одного трофического уровня к другому.



Шведский ученый-эколог Р. Л. Линдеман в 1942 году показал, что только часть энергии, поступившей на определенный уровень биоценоза, передается организмам следующего звена. С уровня на уровень переходит около 10–20 % энергии.

Все пищевые цепи всегда существуют в сообществе таким образом, что звенья одной цепи являются также звеньями другой. Пересекающиеся цепи питания образуют пищевую сеть экосистемы.

В рамках одной пищевой сети отдельные организмы могут добывать себе пищу с разных трофических уровней. Например, беззубка может использовать в качестве источника питания как первичных продуцентов одной цепи питания (водоросли), так и первичных консументов другой цепи питания (простейшие).



Пищевая сеть в лиственном лесу



Пищевая сеть в пресном водоеме

Как правило, в пищевую сеть не включают редуцентов, хотя они оказывают существенное влияние на круговорот веществ и энергии.

Стабильность пищевой сети зависит от количества цепей питания и их взаимодействия. Природные экосистемы (леса, озера) характеризуются повышенной устойчивостью, которая обеспечивается большим видовым разнообразием, а также способностью к саморегуляции.

Искусственные экосистемы содержат меньше пищевых цепей и поэтому менее устойчивы. Кроме того, они обладают меньшей способностью к саморегуляции. Существует риск массового поражения и потери урожая. В этих условиях необходимо своевременное вмешательство человека.



- 1 • Напишите определение понятия *пищевые цепи*.
- 2 • Перечислите основные типы цепей питания и укажите суть каждой цепи. Представьте информацию в виде логической схемы.
- 3 • Выберите правильные варианты ответа:

А Экологическая пирамида отражает:

- число особей на каждом уровне;
- увеличение количества энергии в пищевой цепи;
- уменьшение количества энергии в пищевой цепи;
- уменьшение числа особей в пищевой цепи;
- увеличение числа особей в пищевой цепи.

Б В чем заключается сущность правила экологической пирамиды?

- масса продуцентов в 10 раз больше массы консументов;
- каждое звено пищевой цепи имеет массу в 10 раз меньше предыдущей;
- количество биомассы в экосистеме в 10 раз больше, чем масса травоядных животных.

- 4 • Найдите научные ошибки в данном тексте.
В основе существования природных экосистем находятся пищевые цепи, состоящие из определенных пищевых звеньев. Чем больше число звеньев в данной цепи, тем стабильнее она. В травоядных пищевых цепях много звеньев. Количество энергии не изменяется от одной цепи к другой.

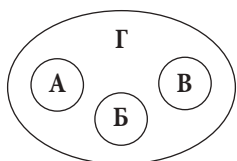
• Объясните одним предложением каждую из допущенных ошибок.

- 5 • Представьте в тетради организацию одной из пищевых цепей экосистемы, описанной в штрихкоде QR 4.9.1, и укажите 2–3 ее особенности.



QR 4.9.1

- 6 • Объясните в 3–5 предложениях, почему в пищевых цепях наземных природных экосистем, как правило, биомасса уменьшается от одного уровня к другому.



- 7 • Подготовьте постер, в котором опишите пищевые цепи одного из парков в вашем населенном пункте.

- 8 • Напишите в тетради не менее трех примеров для типа отношений, показанных на рисунке, в виде кругов Эйлера.

- 9 • Предложите 4–5 рекомендаций для отлаженной работы какого-либо агробиоценоза, указав его тип.

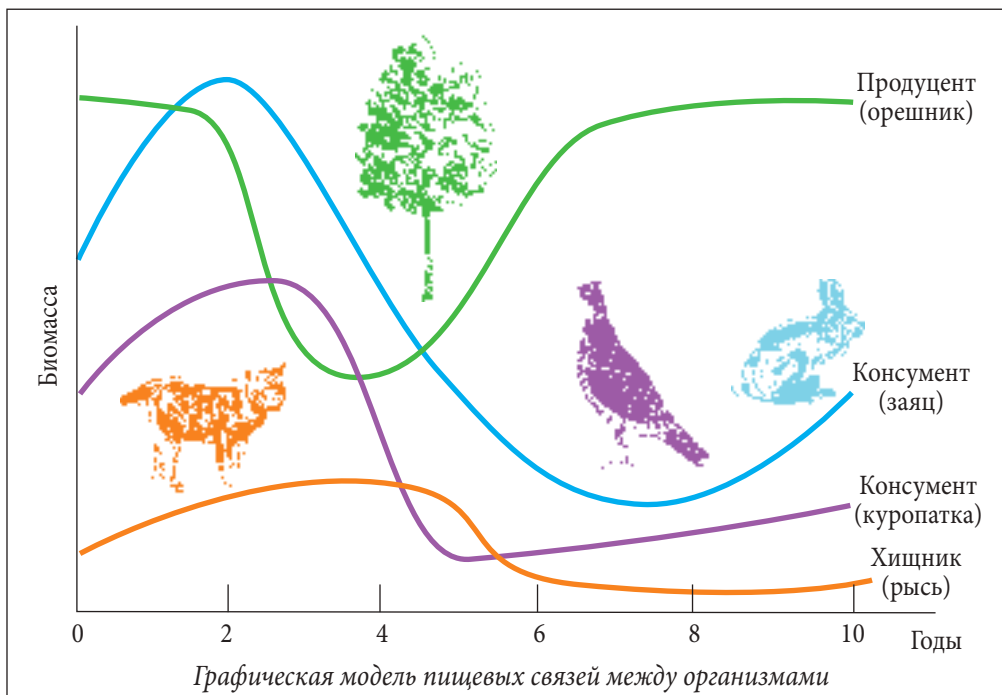
- 10 • Укажите 3–4 возможных последствия отсутствия в экосистеме первичных консументов, используя метод SWOT.

Биосфера отличается большим разнообразием растительных и животных сообществ, взаимодействующих между собой. Сообщество живых организмов и абиотическая среда влияют друг на друга и в равной степени необходимы для поддержания жизни.

В рамках экосистемы обеспечиваются процессы консервации и использования собственных ресурсов, что необходимо для их динамического равновесия и устойчивости.

Экосистемы постоянно осуществляют обмен веществом и энергией с окружающей средой, что обязательно для каждой биологической системы. Благодаря непрерывающемуся потоку энергии и вещества экосистемы обновляются, а основные жизненные показатели поддерживаются в пределах средних значений. Это обеспечивает **динамическое равновесие**.

Устойчивость и динамическое равновесие экосистемы обусловлены способностью к **саморегуляции**, осуществляемой по принципу обратной связи (*feedback*).



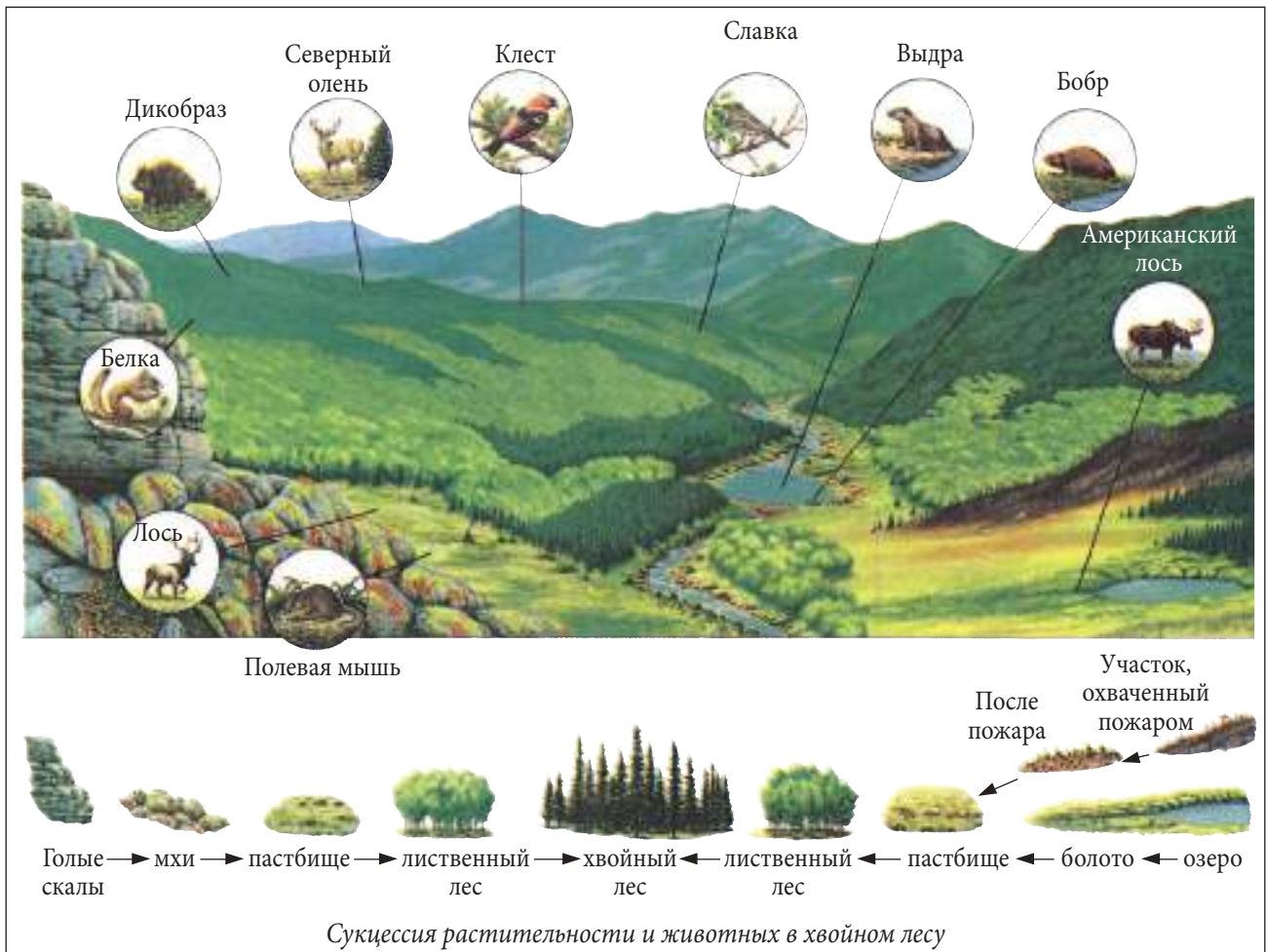
Размеры популяций в экосистеме являются относительно постоянной величиной благодаря способности восстанавливать свой состав после какого-либо отклонения. Важное значение в этом имеют пищевые связи между видами. В экосистеме наблюдаются периодические колебания численности видов, при этом каждый вид играет роль «буфера», ограничивающего размножение другого вида.

Размножение вида, используемого в качестве пищи, определяет размножение вида-консумента. Чем многочисленнее жертвы, тем более обеспечен едой хищник и тем интенсивней он размножается. Возрастание количества хищников приводит к снижению численности жертв. Как следствие, размножение хищника замедляется, а количество хищника и жертвы возвращается к исходному соотношению.

Необходимо отметить, что в природных экосистемах соотношения, поддерживающие динамическое равновесие, намного сложнее. Чем сложнее биоценоз, тем более стабильным он является и наоборот: чем проще биоценоз, тем меньшей стабильностью он отличается.

Это явление объясняется тем, что в сложной экосистеме каждый вид подвержен контролю со стороны относительного большого числа видов. Таким образом, разнообразие видов обеспечивает стабильность биоценоза в случае исчезновения того или иного вида.

В естественных условиях один биоценоз постепенно сменяется другим. Это явление получило название **сукцессии** и заключается в направленном и непрерывном исчезновении одних популяций и появлении других в биотопе. Характер сукцессий зависит от природы организмов, их активности, климатических условий и др.



Со временем природные экосистемы достигают состояния **климакса**, характеризующегося равновесием между живыми организмами (растениями и животными) и окружающей средой.

Особенности экосистем в ходе сукцессии и климакса представлены в приведенной ниже таблице.

Способность к саморегуляции и поддержание динамического равновесия в экосистемах совершенствовались в ходе длительной эволюции. Виды, которые нарушали равновесие, устранялись и заменялись другими. Поэтому вмешательство человека в природные экосистемы должно быть разумным. В истории известно много случаев, когда вмешательство человека (использование природных ресурсов, интродукция новых видов) вызывало серьезные нарушения и ставило под угрозу само существование экосистемы вследствие отклонения от динамического равновесия.

Истребление койота в Калифорнии привело к массовому размножению грызунов. В Норвегии были уничтожены хищные птицы, которые питались перепелками. Как следствие, резко возросла численность перепелок, но затем она стала резко сокращаться из-за вспышек паразитозов. В Китае массовое истребление воробьев привело к быстрому размножению вредителей сельскохозяйственных растений, которые причинили гораздо больший урон, чем воробьи.

Изменения показателей экосистемы в ходе сукцессий и климакса

| Характеристика экосистемы | Сукцессия | Климакс |
|--|--|---|
| <i>Энергетическая структура</i> 1) первичная продукция 2) продуктивность | повышенная повышенная | уменьшенная сокращенная |
| <i>Структура сообщества</i> 1) общее органическое вещество 2) разнообразие видов 3) пространственное расслоение и гетерогенность | малое незначительное сокращенное | большое (к-во) высокое увеличенное |
| <i>Жизненные циклы</i> 1) специализация экологических ниш 2) жизненные циклы | высокая короткие, простые | низкая длинные, сложные |
| <i>Биогеохимические циклы</i> 1) обмен веществ между организмами и окружающей средой 2) роль растительности и животных остатков в восстановлении питательных веществ | быстрый незначительная | медленный значительная |
| <i>Гомеостаз</i> 1) внутренний симбиоз 2) устойчивость к внешним воздействиям 3) энтропия 4) информация | не развит низкая повышенная сокращенная | развит высокая пониженная повышенная |

Введение в уже сложившиеся биоценозы новых видов имеет, как правило, отрицательный эффект. Примером может служить интродукция в фауну Австралии европейского зайца. Начальная популяция (из 24 особей), завезенная в 1859 году, размножилась очень быстро и стала опасным конкурентом для овец, уничтожая пастбища. Приложенные усилия (введение в биоценозы лис из Европы, поражающих зайцев вирусом и др.) позволило восстановить, в определенной мере, равновесие в экосистеме.

Следовательно, вмешательство человека в природные экосистемы требует большой осторожности и тщательного анализа всех возможных последствий.



1 • Перепишите в тетрадь текст и заполните пропуски.

Благодаря постоянному обмену веществ и энергии экосистемы регулярно _____, поддерживая динамическое равновесие. Состояние _____ обусловлено способностью экосистем к _____. Это обеспечивается путем _____.

2 • Соедините стрелками типы сукцессий из колонки А с примерами из колонки Б.

А

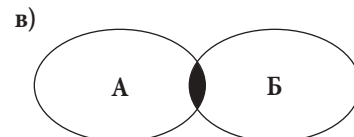
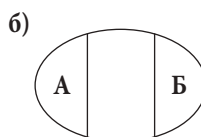
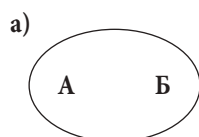
1. первичная сукцессия
2. автогенная сукцессия
3. климатическая сукцессия
4. зоогенная сукцессия

Б

- а) размножение растений, которое приводит к изменению микроклимата, почвы, исчезновению одних видов и появлению других;
- б) растительность, возникшая на поверхности охлажденной вулканической лавы;
- в) замещение дуба грабом в результате массового уничтожения желудей лесными мышами;
- г) болото, образованное наводнением;
- д) экосистема, возникшая в результате сторания тропического леса.

3. Приведите пример саморегуляции посредством обратной связи для конкретной экосистемы.
4. Объясните, почему способность к саморегуляции в искусственных экосистемах намного меньше, чем в природных. Ответ представьте в виде реферата (1500 знаков).
5. Составьте таблицу, в которой покажите изменения показателей экосистемы в вашей местности.
6. Оцените 3–4 возможных последствия развития овцеводства на пастбищах вашей местности.
7. Представьте в виде кругов Эйлера взаимоотношения между следующими понятиями: экосистема – равновесие; вещество – энергия; саморегуляция – обратная связь; сад – виноградник; природная экосистема – искусственная экосистема; сукцессия – климакс; продуктивность – биомасса; саморегуляция – динамическое равновесие.

8. Напишите в тетради по два примера понятий, отражающих следующие типы взаимоотношений.



9. Опишите 3–5 возможных последствий наводнения в природной экосистеме и представьте ответ в виде схемы «Картография».

10. На основе информации под штрихкодом QR 4.10.1, оцените последствия строительства электростанций для водных экосистем рек.



QR 4.10.1

В настоящее время охрана окружающей среды становится все более актуальной проблемой. Все жизненные ресурсы – воздух, воду, пищу и энергию – человек получает из биосферы, причем потенциальной энергии в 10 раз больше, чем накоплено организмами на основе использования солнечной энергии.

Ежегодно из недр Земли добывают до 7 млрд тонн металлов, угля, нефти, а в окружающую среду попадает огромное количество промышленных и бытовых отходов. Последние попадают в почву и водоемы, накапливаются в тканях растений и животных, а затем через них поступают в организм человека.

Важным компонентом наземных экосистем является атмосферный воздух. Среди факторов, загрязняющих атмосферный воздух, можно выделить:

1. Природные загрязнители – вулканическая пыль, вулканические газы, ультрафиолетовые и тепловые лучи; соли при испарении морских вод, споры грибов, бактерии и др.

2. Антропогенные загрязнители – углекислый газ, сернистый газ, оксиды азота, гарь, образуемая при сжигании горючего; пыль, дым, токсические вещества, выделяемые промышленными предприятиями; радиоактивные вещества в результате взрывов атомных бомб и аварий на станциях.

Ежегодно в атмосферу выделяется до 200 млн тонн оксида и диоксида углерода, 150 млн тонн сернистого газа, 50 млн тонн оксида азота. Все эти соединения, взаимодействуя с парами воды, порождают кислотные дожди, которые подавляют развитие животных и растений и вредно действуют на здоровье человека.

Повышение концентрации угарного газа (выше 2 мг/м^3) нарушает процессы жизнедеятельности организмов, т. к. СО легко связывается с гемоглобином. Человек в таких условиях чувствует повышенную усталость, головокружение и т. д.

Сернистый газ в больших концентрациях (выше $0,05 \text{ мг/м}^3$) вызывает кашель, бронхит, астму, пневмонию. У растений избыток этого загрязнителя приводит к обесцвечиванию листьев и снижению урожая.

Диоксид азота в концентрации выше $0,085 \text{ мг/м}^3$ вызывает у человека раздражения глаз, слизистой носа и др. Повышение содержания NO_2 в воздухе более 40 мг/м^3 может быть причиной опадения листьев, замедления роста и развития растений.

Углеводороды (метан, бензопирен), выделяемые в угольных шахтах при анаэробной ферментации или при переработке нефти, обладают канцерогенными свойствами.

Воздух над промышленными городами содержит в 150 раз больше пыли, чем над океаном. Самыми загрязненными городами в Молдове являются Кишинев, Тирасполь, Бельцы, Рыбница, Резина и др.

В природе установилось определенное динамическое равновесие в процессе формирования и деградации почвы. Однако в последние десятилетия разрушение почвенного покрова происходит особенно интенсивно. Причиной этого являются следующие процессы:

- 1. эрозия** вследствие оползней;
- 2. засоление** как результат неправильного режима орошения;
- 3. заболачивание**, вызванное поднятием грунтовых вод и орошением;
- 4. потеря пахотных земель** из-за расширения городов, строительства дорог, накопительных озер и др.
- 5. загрязнение почв** отходами промышленного производства и сточными водами.

Нерациональное использование удобрений, пестицидов и инсектицидов, бытовые отходы являются причиной загрязнения почвы, что приводит к уменьшению её плодородия. Известно, что для восстановления 1 см плодородной почвы необходимо около 100 лет.

В степной и лесостепной зонах Молдовы большинство территорий являются сельскохозяйственными, занимая до 76,6 % площади. Природные экосистемы составляют до 20 %, а охраняемые заповедники – только 1,95 % от территории страны.

С целью сохранения растительного и животного разнообразия созданы природные, научные и ландшафтные заповедники.

Редкие и исчезающие виды занесены в Красную книгу, первое издание которой вышло в свет в 1976 году и включало 50 видов редких и исчезающих видов растений и животных. Второе издание было опубликовано в 2001 году, и в нем было представлено уже больше исчезающих видов на территории нашей страны: 126 видов растений и 116 видов животных. Последнее (третье) издание вышло в 2015 году. В него включены 208 видов растений и 219 видов животных, а также появились разделы о редких грибах и водорослях.



Белый гриб (*Boletus aereus* Fr.), вид в уязвимом положении



Каравайка (*Plegadis falcinellus* L.), вид на грани исчезновения



Павлиноглазка рыжая (*Agria tau* L.), вид под угрозой исчезновения

В настоящее время для защиты атмосферы необходимы следующие меры: постоянный контроль воздушной среды с помощью специальных приборов; установление максимально допустимых концентраций загрязняющих факторов; оснащение предприятий специальным оборудованием, препятствующим загрязнению атмосферы; сокращение потребления угля и нефти, использования природных газов и электричества; создание автомобилей нового поколения, минимально загрязняющих окружающую среду; правильное планирование промышленных зон; создание и благоустройство зеленых насаждений и т. д.



- 1 • Перечислите:
 - а) загрязнители атмосферного воздуха;
 - б) факторы разрушения почвы.
- 2 • Найдите соответствие между химическими веществами из колонки А с их последствиями для живых организмов из колонки Б.

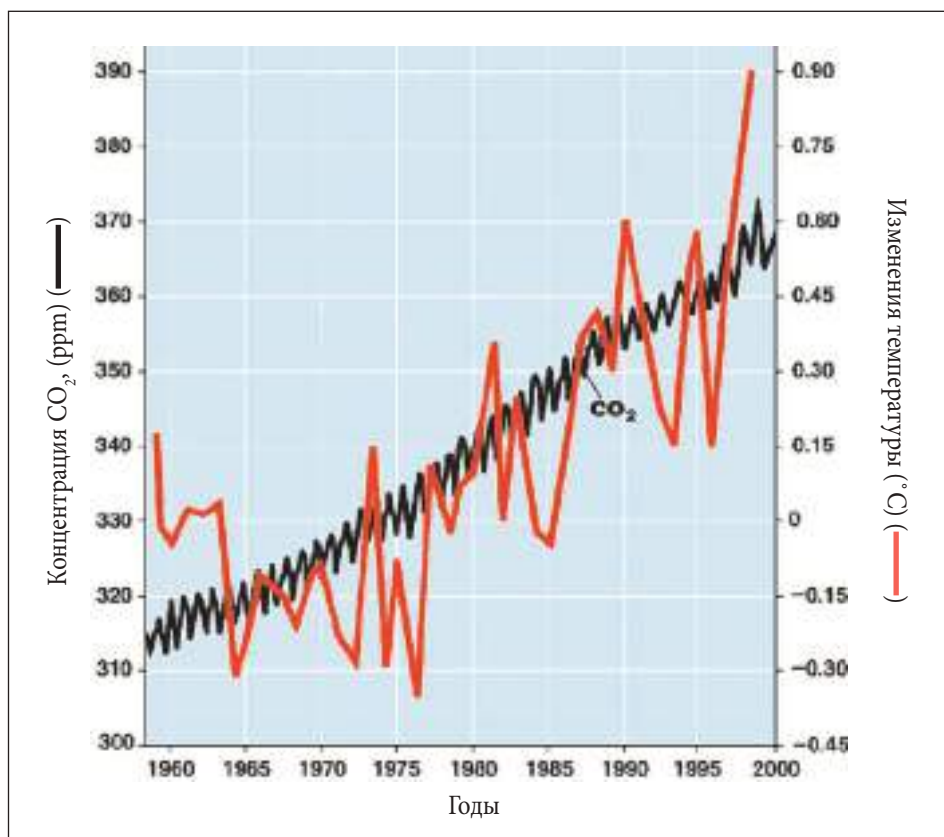
А

- 1 – CO
- 2 – SO₂
- 3 – NO₂
- 4 – бензопирен

Б

- а – респираторные заболевания
- б – раздражение слизистой органов чувств
- в – усталость, головокружение
- г – раковые заболевания
- д – недостаточное развитие растений
- е – опадение листьев

3. Представьте в виде схемы «Паук» типы загрязнителей атмосферы в местности вашего проживания и приведите примеры для каждого типа.
4. Создайте морфологическую карту факторов, загрязняющих наземную среду в вашей местности.
5. На основе анализа Красной книги Республики Молдова подготовьте морфологическую карту редких и исчезающих видов экосистем родного края.
6. Подготовьте постер об улучшении почв в местности вашего проживания, в котором представьте результаты исследований в отношении:
 - а) источников загрязнения почв;
 - б) способов защиты почв.
7. Проанализируйте график, отражающий зависимость температуры от концентрации CO_2 , и сделайте 2–3 вывода.



8. Аргументируйте в 3–4 предложениях необходимость принятия решения в отношении сжигания опавших листьев на основе информации под штрихкодом QR 4.11.1.
9. На основе анализа информации под штрихкодом QR 4.11.2 представьте 4–5 выводов по теме: «Глобальное потепление».
10. Проанализируйте ситуацию в вашей местности в отношении одной из главных проблем загрязнения наземно-воздушной среды и предложите способы ее решения.



QR 4.11.1



QR 4.11.2

Вода является самым распространенным и важным веществом на Земле. Она обеспечивает существование живых организмов, определяет климат и формирует рельеф.

В природе существует постоянное перемещение воды между поверхностью Земли и атмосферой, которое называется *гидрологическим циклом*, или *круговоротом воды*. Гидрологический цикл является одним из основных процессов в природе. Вода из океанов, рек, озер, почвы и растений нагревается под действием солнечных лучей и других источников тепла и испаряется в воздух в виде водных паров. Пары воды поднимаются в верхние слои атмосферы, охлаждаются и превращаются в кристаллы льда, образуя облака. Достигая критической массы, вода возвращается на Землю в виде дождя или снега. Когда вода доходит до поверхности Земли, она распространяется тремя путями: попадает в почву, где поглощается растениями или накапливается в подземных источниках; стекает в реки, а затем в океаны; испаряется в воздух.

Общее количество испаренной с поверхности Земли воды равно годовому количеству осадков. Нарушение одной из частей гидрологического цикла (например, обилие растительности в каком-то регионе, искусственное орошение) вызывает изменения в других частях этого цикла.

На Земле существует избыток воды, но большая ее часть не может быть использована. Около 97 % водных запасов приходится на моря с соленой водой. Оставшиеся 3 % пресной воды представлены в основном льдами. Человек может использовать лишь тысячную часть этих запасов, используя воду из подземных источников, рек и озер.

Вода участвует в различных химических реакциях, т. к. большинство веществ растворяется в воде. Являясь хорошим растворителем, вода редко находится в природе в свободном состоянии. Вода загрязнена как многочисленными природными отходами, так и продуктами деятельности человека. От их присутствия зависит химический состав или *качество воды*. Дождь и снег поглощают мелкие частицы пыли из воздуха, а выделяемые при сгорании бензина и других веществ газы взаимодействуют с парами воды и образуют серную и азотную кислоты. Последние возвращаются на поверхность Земли в виде кислотных дождей и снега. Кислотные осадки способствуют разрушению горных пород, а образованные при этом твердые частицы попадают в реки, моря и океаны. Твердые частицы и почва, поступая в воду, вызывают ее помутнение. При проникновении в почву вода растворяет определенные минералы. Растворенные или находящиеся во взвешенном состоянии отходы и частицы определяют качество воды.

Уровень загрязнения водных бассейнов, в большой степени, зависит от сбросов в результате аварий на химических предприятиях, избытка минеральных удобрений и пестицидов, крушения нефтяных танкеров, токсичных отходов и сточных вод.

Нерациональное использование водных ресурсов (применение питьевой воды для орошения) приводит к иссушению рек и озер. Например, уровень воды в Днестре уменьшился на 25 %.

Основными источниками загрязнения водных бассейнов являются:

1. Природные загрязнители – образованы в результате естественных процессов, протекающих в окружающей среде.

- 1.1. *Неорганические загрязнители* (продукты эрозии);
- 1.2. *Органические загрязнители* (растения, животные, микроорганизмы);

2. Антропогенные загрязнители – представлены продуктами деятельности человека;

- 2.1. *Химические продукты* (минеральные удобрения, пестициды);
- 2.2. *Нефтяные продукты* (выбросы морских и сухопутных транспортных средств, которые попадают в воду);
- 2.3. *Радиоактивные продукты* (радиоактивные вещества);
- 2.4. *Сточные воды* (животноводческих комплексов, жилых домов и др.);
- 2.5. *Термическая вода* (электростанций, предприятий).

В случае природного загрязнения водоемы теряют способность к саморегуляции и начинают «цвети». В результате этого в избытке развиваются водоросли, изменяется цвет водоема, повышается температура и уменьшается концентрация кислорода, что приводит к массовой гибели рыб.

Антропогенное загрязнение нарушает физические и химические свойства воды, которые являются важными показателями качества воды.

Для мониторинга водных бассейнов используют следующие показатели качества воды:

- содержание растворенного кислорода (6 мг/дм^3);
- содержание аммония ($0,1 \text{ мг/дм}^3$);
- содержание хлоридов (200 мг/дм^3);
- содержание сульфатов (200 мг/дм^3);
- содержание меди ($0,1 \text{ мг/дм}^3$);
- содержание углекислого газа (50 мг/дм^3) и др.

Для охраны водных экосистем требуется выполнение следующих мер:

- очистка (механическая и биологическая) сточных вод;
- устранение источников антропогенного загрязнения;
- поддержание динамического равновесия в водных бассейнах;
- создание охраняемых зон.

В Республике Молдова водные бассейны включают 3085 рек (7 из них имеют длину более 100 км и 247 – более 10 км), около 60 озер, свыше 50 бассейнов накопления, 3000 прудов и многочисленные артезианские колодцы и источники.

Загрязнение водных бассейнов происходит путем сброса сточных вод, увеличения содержания органических веществ, бактерий и др. Ежегодно в воды нашей страны попадают до 15 тыс. тонн органических загрязнителей, более 13 тыс. тонн твердых частиц и около 35 тыс. тонн различных ядохимикатов.



В настоящее время всё более актуальными в контексте охраны водных и наземных экосистем становятся следующие проблемы: сохранение и размножение различных видов растений и животных; возвращение диких животных в исходные территории; защита почв от эрозии; предупреждение загрязнения природных экосистем; создание природных заповедников и др. Сохранение и увеличение биологического разнообразия являются первостепенными задачами в программах по защите окружающей среды.

Необходимо помнить, что охрана окружающей среды – это залог счастливого будущего. Охраняемая сегодня природа оплатит нам завтра сполна, обеспечив здоровую и гармоничную жизнь, душевное спокойствие нас и всех грядущих поколений.



- 1 • Представьте схематично гидрологический цикл.
- 2 • Найдите соответствие между химическими веществами А и их допустимыми концентрациями Б.

А

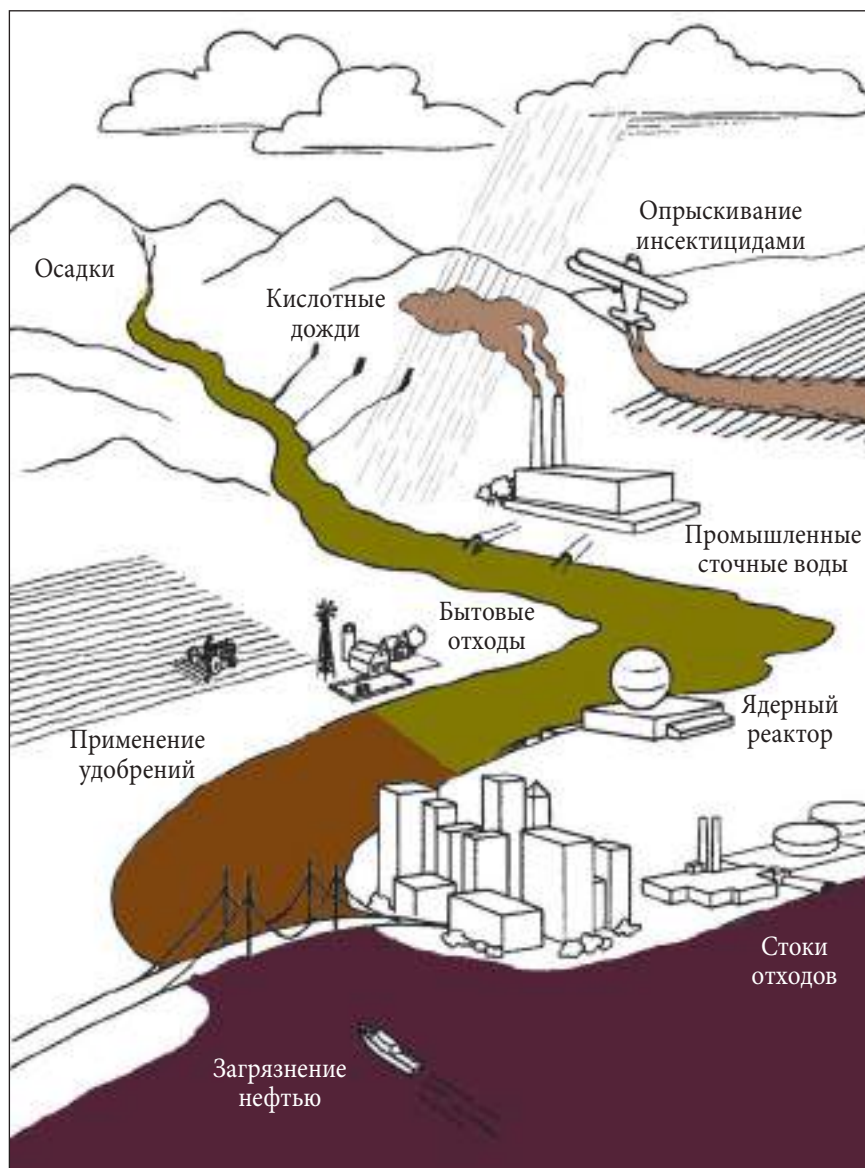
- 1 – хлориды
- 2 – медь
- 3 – углекислый газ

Б

- а – 0,1 мг/дм³
- б – 6,0 мг/дм³
- в – 50,0 мг/дм³
- г – 200,0 мг/дм³

- 3 • Представьте в виде схемы «Паук» типы загрязнителей водной экосистемы вашей местности и приведите примеры для каждого из них.
- 4 • Создайте морфологическую карту факторов загрязнения водных бассейнов вашей местности.

- 5 • Проанализируйте данный рисунок и представьте в виде таблицы: основные источники загрязнения; меры защиты окружающей среды; действия по улучшению экологической ситуации.



- 6** • Проведите опыт и опишите водные бассейны вашего региона по следующему плану:
- а) наберите в сосуды 5 проб воды из разных мест;
 - б) определите значение рН каждой пробы, используя лакмусовую бумагу;
 - в) представьте результаты в виде таблицы;
 - г) объясните полученные результаты.



QR 4.12.1

- 7** • Выявите 4–5 преимуществ для населения и окружающей среды создания природного заповедника «Нижний Прут», используя для этого материалы штрихкода QR 4.12.1.

- 8** • Разработайте рекламный листок «Вода – источник жизни», отразив в нем необходимость защиты водных экосистем.



QR 4.12.2

- 9** • Предложите коммерческий проект развития зоны отдыха возле одного из водоемов вашей местности, указав источники финансирования, экономических партнеров, выгоду от реализации проекта. Используйте для этого метод SWOT, суть которого представлена в штрихкоде QR 4.12.2.



QR 4.12.3

- 10** • Проанализируйте информацию об искусственных водохранилищах, представленную в штрихкоде QR 4.12.3, и представьте возможные последствия на ближайшее время и в перспективе для водной экосистемы реки Днестр.

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

по теме «Экология и защита окружающей среды» (реальный профиль / гуманитарный профиль) (выполняется в рабочей тетради)

1 Напишите определения следующих понятий: *популяция, биотоп, биоценоз, экосистема, биосфера.*

2 Найдите соответствие между:

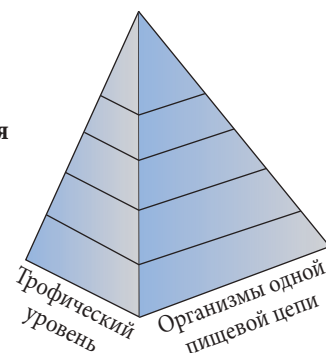
а) названиями основных показателей биоценоза (А) и их определениями (Б):

| А | Б |
|--------------------|--|
| 1 – численность | а – общее количество органического вещества организмов, образующих биоценоз. |
| 2 – биомасса | б – общее число видов, населяющих биотоп. |
| 3 – продуктивность | в – количество органического вещества, образованного в единицу времени. |

б) названиями основных элементов биоценоза (А) и их определениями (Б):

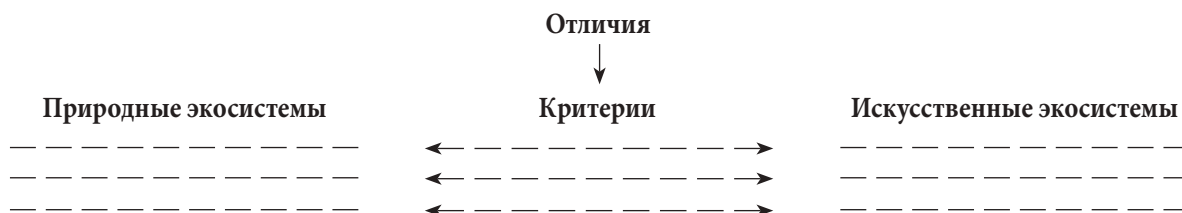
| А | Б |
|--------------------------------|--|
| 1 – продуценты | а – поедают других животных. |
| 2 – консументы первого порядка | б – разлагают органические остатки растений и животных. |
| 3 – консументы второго порядка | в – потребляют растительную пищу. |
| 4 – редуценты | г – обеспечивают синтез органических веществ, необходимых для существования биоценоза. |

3 Заполните экологическую пирамиду лиственного леса, вписав названия организмов для каждого уровня. Объясните в 2–3-х предложениях, почему 5-й уровень находится на вершине пирамиды.



4 Приведите примеры: *микрэкосистемы, наземной экосистемы, искусственной экосистемы, травоядной цепи питания, мезоэкосистемы, водной экосистемы, природной экосистемы, бактериядной цепи питания.*

5 Заполните в тетради схему, указав не менее трех критериев отличия.



6 Представьте не менее трех причин нарушения природных экосистем в Республике Молдова на основе критического анализа.

7 Аргументируйте не менее четырех возможных путей улучшения экологической ситуации в нашей стране.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ / ГУМАНИТАРНЫЙ ПРОФИЛЬ

Матрица оценивания

| | |
|--------------|--|
| Баллы | S_1 – 5 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ) S_2 – 7 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ) S_3 – 7 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ; 2 балла за правильное объяснение и 1 балл за неполное правильное объяснение) S_4 – 8 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ) S_5 – 9 баллов (по 1 баллу за каждый правильный ответ, по 1 баллу за каждую особенность) S_6 – 6 баллов (по 1 баллу за каждую указанную причину, по 1 баллу за каждое объяснение) S_7 – 8 баллов (по 1 баллу за каждый указанный путь, по 1 баллу за каждый аргумент) |
|--------------|--|

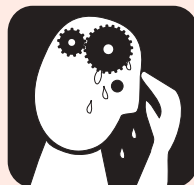
Шкала оценивания

| | | | | | | | |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| Баллы | 15,1 – 19,99 | 20 – 24,99 | 25 – 29,99 | 30 – 34,99 | 35 – 39,99 | 40 – 44,99 | 45 – 50 |
| Оценка | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Приложения



1. Решение задач по теме «Законы Г. Менделя»
2. Решение задач по темам «Сцепленное наследование признаков», «Наследование признаков, сцепленных с полом»
3. Решение задач по теме «Наследование групп крови»



4. Понятия логики
5. Типы понятий
6. Отношения между понятиями
7. Дидактические методики

Рассмотрим три типа задач, при решении которых применяются законы Г. Менделя. Эти задачи относятся к особенностям формирования гамет, моногибридному скрещиванию, дигибридному и полигибридному скрещиванию.

Особенности формирования гамет

Задача. Какие типы гамет формируют указанные генотипы?

- 1) $AaBB$; 2) $AaBb$; 3) $AABb$.

Решение

1. Исходя из того, что число различных типов гамет определяется по формуле 2^n (где n – число гетерозиготных признаков), генотип $AaBB$ образует $2^1 = 2$ типа гамет: AB и aB .

2. Генотип $AaBb$ является гетерозиготным по обоим парам генов, поэтому он образует $2^2 = 4$ типа гамет: AB ; Ab ; aB ; ab .

3. Генотип $AABb$ является гетерозиготным только по одной паре генов (Bb) и поэтому он образует $2^1 = 2$ типа гамет: AB и Ab .

Примечание: Помните, что в каждую гамету попадает по одному аллелю из каждой пары.

Моногибридное скрещивание

Задача. Способность писать правой рукой у человека доминирует над способностью писать левой рукой. Определите возможные генотипы и фенотипы детей в семье, где отец правша (гетерозиготный), а мать – левша.

Решение

Дано:

A – ген способности писать правой рукой;

a – ген способность писать левой рукой.

G_1 – ? F_1 – ?

По условию задачи отец-правша является гетерозиготным (Aa), а мать-левша может иметь только генотип aa . Используя решетку Пеннета, можно определить возможные генотипы детей.

Ответ:

1. Дети в данной семье будут иметь генотипы: Aa (50 %) и aa (50 %).
2. Дети правши и левши возможны с равной вероятностью (50 % : 50 %).

P ♀ aa × ♂ Aa

| | | | |
|---|---|----------------|---------------|
| | ♂ | A | a |
| ♀ | a | Aa правша | aa левша |

F_1

Задача. Черная окраска шерсти у собак доминирует над коричневой. Какого цвета будет шерсть у щенков, если оба родителя являются гетерозиготными?

Решение

Дано:

B – ген черной окраски шерсти;

b – ген коричневой окраски шерсти.

F_1 – ?

Так как оба родителя гетерозиготны, они имеют генотип Bb .

Схема скрещивания: ♀ Bb × ♂ Bb .

Ответ: расщепление по фенотипу – 3:1 (75 % с черной окраской и 25 % – с коричневой окраской шерсти).

P ♀ Bb × ♂ Bb

| | | | |
|---|---|------------------------|----------------------------|
| | ♂ | B | b |
| ♀ | B | BB черная окраска | Bb черная окраска |
| ♀ | b | Bb черная окраска | bb коричневая окраска |

F_1

Задача. При скрещивании дрозофилы с нормальными крыльями в потомстве получены 1242 особи с нормальными крыльями и 415 с редуцированными. Определите генотипы родительских форм.

P ♀ Aa × ♂ Aa

| | | | |
|----------------|---|----------------------------|----------------------------------|
| | ♂ | A | a |
| ♀ | | AA нормальные крылья | Aa нормальные крылья |
| F ₁ | | Aa нормальные крылья | aa редуцирован- ные крылья |

Решение

Определяем соотношение полученных фенотипических классов:
1242 : 415 = 3 : 1.

В соответствии с законом расщепления Г. Менделя соотношение 3 : 1 наблюдается в случае, когда исходные формы являются гетерозиготными. Следовательно, обе родительские формы имели генотип Aa, а нормальная форма крыльев у дрозофилы доминирует над редуцированными крыльями.

Проверим правильность рассуждений, используя решетку Пеннета.
По фенотипу получено соотношение 3A- : 1aa.

Ответ: обе родительские формы имели генотип Aa.

Дигибридное и полигибридное скрещивание

Задача. У томатов красная окраска плодов доминирует над желтой, а округлая форма плодов – над удлиненной. Гены, контролирующие эти признаки, расположены в разных хромосомах. Какое потомство можно ожидать от скрещивания гомозиготной формы томата с округлыми красными плодами с формой, имеющей желтые и удлиненные плоды?

Решение

Дано:

A – ген красной окраски плодов; B – ген округлых плодов;

a – ген желтой окраски плодов; b – ген удлиненных плодов.

F₁ – ?

P ♀ AABV × ♂ aabv

| | | |
|----------------|---|------|
| | ♂ | ав |
| ♀ | | ав |
| F ₁ | | AaBv |

При скрещивании указанных растений будет получено следующее потомство: 100 % растений с красными и округлыми плодами.

Ответ: Потомство будет иметь оба доминантных признака – красный цвет и округлую форму плодов.

Задача. В хозяйстве скрестили томаты с желтыми плодами, гетерозиготные по форме плодов, с томатами, имеющими удлиненные плоды и гетерозиготными по их окраске. Какое потомство будет получено в результате этого скрещивания?

Решение

По условию задачи исходные растения имели генотипы: aABv и Aabv. В этом случае будет получено следующее потомство:

P ♀ aABv × ♂ Aabv

| | | | |
|----------------|---|------|------|
| | ♂ | Abv | abv |
| ♀ | | Abv | abv |
| F ₁ | | AaBv | aABv |
| | | Aabv | aabv |

AaBv – томаты с красными и округлыми плодами;

aABv – томаты с желтыми и округлыми плодами;

Aabv – томаты с красными и удлиненными плодами;

aabv – томаты с желтыми и удлиненными плодами.

Ответ: В потомстве будут получены 4 фенотипических классов в соотношении 1 : 1 : 1 : 1.

Задача. При скрещивании дигетерозиготных по окраске и форме плодов томатов был получен урожай, из которого 18 т – округлые красные плоды, а 6 т – удлиненные красные. Какую часть урожая (в тоннах) составили томаты с удлиненными желтыми плодами?

Решение

При скрещивании двух дигетерозигот (AaBb), согласно закону независимого наследования, будут получены 4 фенотипических класса в следующем соотношении:

$$9A-B- : 3A-вв : 3aaB- : 1aавв$$

Определяем количество томатов с удлиненными желтыми плодами:

$$6 \text{ т } (Aавв) - 3 \text{ части}$$

$$x \text{ т } (aавв) - 1 \text{ часть}$$

$$x = 6 : 3 = 2 \text{ (т)}$$

Ответ: Из полученного урожая – 2 т с удлиненными и желтыми плодами.

Задача. У человека миопия доминирует над нормальным зрением, а карие глаза – над голубыми. Гены, контролирующие эти признаки, расположены в разных хромосомах. Какие дети будут в семье, где отец является дигетерозиготным, а у матери – карие глаза (гетерозигота) и нормальное зрение.

Решение

Дано:

A – ген миопии;

a – ген нормального зрения;

B – ген карих глазах;

b – ген голубых глаз.

F₁ – ?

Согласно условию задачи генотип матери – aaBb, а отца – AaBb, при этом мать формирует два типа гамет: aB и ab, а отец – 4 (AB, Ab, aB, ab). После заполнения решетки Пеннета видно, что в этой семье могут быть 4 фенотипических класса в потомстве в соотношении 3 : 3 : 1 : 1.

Ответ: Возможные фенотипы детей в этой семье:

37,5 % – кареглазые с миопией;

37,5 % – кареглазые с нормальным зрением;

12,5 % – голубоглазые с миопией;

12,5 % – голубоглазые с нормальным зрением.

P ♀ aaBb × ♂ AaBb

| | | | | | |
|---|----|------|------|------|------|
| | ♂ | AB | Ab | aB | ab |
| ♀ | aB | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb |
| | ab | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |

F₁

- Какие типы гамет формируют данные генотипы?
а) aaBB; б) AaBbCC; в) AABbCc; г) CcDdHh; д) rrTTNhhf.
- Карие глаза у человека доминируют над голубыми. Определите генотипы и фенотипы детей в семье, где мать – кареглазая гетерозигота, а у отца голубые глаза.
- Серый цвет тела у дрозофилы доминирует над черным. Каких мушек надо скрестить, чтобы получить в потомстве только особи с серым телом?
- Карие глаза у человека доминируют над голубыми, а наличие резус-фактора (Rh) – над его отсутствием. Голубоглазая Rh-отрицательная женщина вышла замуж за Rh-положительного мужчину с карими глазами, гетерозиготного по обоим признакам. Какова вероятность рождения в этой семье кареглазого Rh-отрицательного ребенка?

- 5** • Определите расщепление по фенотипу при скрещивании растений гороха, которые отличаются по 3-м парам признаков: цвету бобов (желтый или зеленый), форме бобов (гладкая или морщинистая), длине растения (высокое или низкое). Контролирующие эти признаки гены локализованы в разных аутосомах.
- 6** • Полидактилия (шестипалость) наследуется у человека как аутосомный доминантный признак. Какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где один из родителей страдает этой болезнью и является гетерозиготным по этому гену, а другой – здоров?
- 7** • При скрещивании мух дрозофилы с серым и черным телом в потомстве было получено 277 мух серого цвета и 269 – черного. Определите генотипы родительских форм.
- 8** • У кроликов черная окраска шерсти доминирует над серой, а гладкая шерсть – над волнистой. При скрещивании гладкошерстной черной самки с самцом, имеющим волнистую серую шерсть, было получено: 2 крольчонка с гладкой черной шерстью, 3 – с гладкой серой шерстью, 2 – с волнистой черной шерстью и 4 – с волнистой серой. Определите генотип крольчихи.
- 9** • Серая окраска шерсти у мышей доминирует над белой. При скрещивании 2-х серых мышей в потомстве было получено 198 серых и 72 белых мышат. Определите генотипы родительских форм.
- 10** • У кур оперение шеи доминирует над его отсутствием. При скрещивании двух гетерозиготных форм с нормальным оперением было получено 76 цыплят. Какое число из них имеет нормальное оперение и сколько – без оперения на шее?
- 11** • Нормальные крылья у дрозофилы доминируют над редуцированными. При скрещивании мух с нормальными крыльями в потомстве было получено 3500 особей, из которых 2660 имели нормальные крылья, а остальные – редуцированные. Определите генотипы родительских форм.
- 12** • Миопия у человека наследуется как аутосомный доминантный признак. Гетерозиготная по гену миопии женщина вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Определите расщепление по генотипу и фенотипу у детей в этой семье.
- 13** • У крупного рогатого скота отсутствие рогов доминирует над их наличием, а черная окраска тела – над красной. Гены, контролирующие эти признаки, локализованы в разных хромосомах. В одном из хозяйств в течение нескольких лет при скрещивании дигетерозиготных особей черного цвета без рогов было получено 416 телят. Сколько телят имели рога и сколько были красными?
- 14** • У человека карие глаза доминируют над голубыми, а наличие резус-фактора (Rh) – над его отсутствием. Какова вероятность рождения кареглазого Rh-отрицательного ребенка, если оба родителя являются гетерозиготными по обоим признакам?

Решение задач по темам: «Сцепленное наследование признаков»; «Наследование признаков, сцепленных с полом»

Задача. У томата длинный стебель доминирует над коротким, а округлая форма плодов – над удлинённой. Гены, контролирующие эти признаки, сцеплены и находятся на расстоянии 20 морганид. Какое потомство можно ожидать при скрещивании дигетерозиготного растения и карликового растения с удлинёнными плодами?

Решение

Дано: A – ген нормальной высоты растения B – ген округлых плодов
 a – ген карликовости b – ген удлинённых плодов
 F_1 – ?

По условию задачи гены сцеплены, т. е. расположены в одной хромосоме и наследуются вместе. Но сцепление не является полным, т. к. между ними происходит кроссинговер с частотой 20 %, что соответствует расстоянию 20 морганид (1 морганида = 1 % кроссинговера).

Следовательно, некрсоверные гаметы составят 80 %, а кроссоверные – 20 %. Дигетерозиготное растение имеет генотип $AaBb$, а карликовое растение с удлинёнными плодами – $aaBb$. Т. к. в условии задачи не уточняется, от кого из родителей получены соответствующие гены, то возможны 2 случая:

- а) $\frac{AB}{ab}$ – доминантные гены получены от одного родителя (кроссинговер отсутствует);
 б) $\frac{AB}{aB}$ – доминантные гены получены от разных родителей (имеет место кроссинговер).

Рассмотрим оба случая:

а) $P \quad \text{♀} \frac{AB}{ab} \times \text{♂} \frac{ab}{ab}$ (карликовое растение с удлинёнными плодами является гомозиготным по двум рецессивным генам)

Гаметы AB и ab являются некрсоверными и составляют 80 % (по 40 % каждого типа), а гаметы Ab и aB являются результатом кроссинговера и составляют 20 % (по 10 % каждого типа). Оформив решетку Пеннета, мы получим 4 фенотипических класса в соотношении 40 % : 40 % : 10 % : 10 %.

Ответ: В потомстве от данного скрещивания будут получены растения в следующем соотношении: 40 % – высокие с округлыми плодами; 40 % – карликовые с удлинёнными плодами; 10 % – высокие с удлинёнными плодами; 10 % – карликовые с округлыми плодами.

| | | | | |
|-------|------------|------------|--------|---|
| F_1 | ♂ | ab | 100% | |
| | ♀ | $AB, 40\%$ | $AaBb$ | – высокие растения с округлыми плодами |
| | | $ab, 40\%$ | $aaBb$ | – карликовые растения с удлинёнными плодами |
| | | $Ab, 10\%$ | $AaBb$ | – высокие растения с удлинёнными плодами |
| | | $aB, 10\%$ | $aaBb$ | – карликовые растения с округлыми плодами |

б) $P \quad \text{♀} \frac{Ab}{aB} \times \text{♂} \frac{ab}{ab}$

В данном случае гаметы Ab и aB являются некрсоверными, а AB и ab – кроссоверными.

Ответ: В потомстве будут получены растения в следующем соотношении: 40 % – высокие с удлинёнными плодами; 40 % – карликовые с округлыми плодами; 10 % – высокие с округлыми плодами; 10 % – карликовые с удлинёнными плодами.

| | | | | |
|-------|------------|------------|--------|---|
| F_1 | ♂ | ab | 100% | |
| | ♀ | $Ab, 40\%$ | $AaBb$ | – высокие растения с удлинёнными плодами |
| | | $aB, 40\%$ | $aaBb$ | – карликовые растения с округлыми плодами |
| | | $AB, 10\%$ | $AaBb$ | – высокие растения с округлыми плодами |
| | | $ab, 10\%$ | $aaBb$ | – карликовые растения с удлинёнными плодами |

Задача. У дрозофилы окраска тела и форма крыльев контролируются сцепленными генами; серый цвет и нормальные крылья – доминантными генами, а черное тело и редуцированные крылья – рецессивными. При скрещивании дигетерозиготных самок с самцами черного цвета и редуцированными крыльями было получено потомство,

в котором у 1418 мух черное тело и редуцированные крылья, 1394 – серое тело и нормальные крылья, 287 – черное тело и нормальные крылья, 288 – серое тело и редуцированные крылья. Определите расстояние между генами.

Решение

Дано: A – ген серого тела B – ген нормальных крыльев
 a – ген черного тела b – ген редуцированных крыльев
 Расстояние между генами A и B – ?

По условию задачи схема скрещивания следующая:

$$P \text{ ♀ } \frac{AB}{ab} \times \text{ ♂ } \frac{ab}{ab}$$

Всего было получено 3387 мух (1394 + 1418 + 288 + 287), из которых 575 (288 + 287) являются результатом кроссинговера. По проценту кроссинговера определяем расстояние между ними (х).

$$\begin{aligned} 3387 \text{ мух составляют } 100\% \\ 575 \text{ мух } \dots\dots\dots x\% \\ x = \frac{575}{3387} \times 100\% = 16,98\% \end{aligned}$$

| | | | |
|----------------|-------|-----------------|--|
| F ₁ | ♀ \ ♂ | ab | |
| | AB | $\frac{AB}{ab}$ | – серое тело и нормальные крылья (1394) |
| | ab | $\frac{ab}{ab}$ | – черное тело и редуцированные крылья (1418) |
| | Ab | $\frac{Ab}{ab}$ | – серое тело и редуцированные крылья (288) |
| | aB | $\frac{aB}{ab}$ | – черное тело и нормальные крылья (287) |

Ответ: Расстояние между генами A и B составляет 16,98 морганид.

Задача. Гемофилия у человека наследуется как рецессивный признак, сцепленный с полом. Мужчина, страдающий гемофилией, вступает в брак с нормальной женщиной, отец которой страдал гемофилией. Определите вероятность рождения в этой семье здоровых детей.

Решение

Дано: X^H – нормальный ген; X^h – ген гемофилии.
 F_1 – ?

$$P \text{ ♀ } X^H X^h \times \text{ ♂ } X^h Y$$

| | | | |
|----------------|-------|-----------|---------|
| F ₁ | ♀ \ ♂ | X^h | Y |
| | X^H | $X^H X^h$ | $X^H Y$ |
| | X^h | $X^h X^h$ | $X^h Y$ |

По условию задачи мужчина страдает гемофилией и имеет генотип $X^h Y$. Учитывая, что отец женщины страдал гемофилией и она получила от него рецессивный ген гемофилии, она является гетерозиготной носительницей и имеет генотип $X^H X^h$. Используя решетку Пеннета, определим вероятность рождения здоровых детей в этой семье.

Ответ: вероятность рождения здоровых детей составляет 50 % девочек ($X^H X^h$) и 50 % мальчиков ($X^H Y$).

Задача. У дрозофилы цвет глаз наследуется сцеплено с полом. Известно, что красные глаза доминируют над белыми. При скрещивании мух с красными глазами и мух с белыми глазами получено потомство, в котором 33 самки с красными глазами, 37 самцов с красными, 34 самки с белыми глазами и 35 самцов с белыми глазами. Определите генотипы родительских форм.

Решение

Дано: X^w – ген белых глаз; X^+ – ген красных глаз;
 P – ?

В результате скрещивания получено 4 класса мух примерно в равном соотношении:
 $33 : 37 : 34 : 35 \approx 1 : 1 : 1 : 1$

Исходя из этого, следует, что родительские формы были гетерозиготными. Проверяем это с помощью решетки Пеннета.

Ответ: генотип самок дрозофилы – $X^+ X^w$, а самов – $X^w Y$.

$$P \text{ ♀ } X^+ X^w \times \text{ ♂ } X^w Y$$

| | | | |
|----------------|-------|-----------|---------|
| F ₁ | ♀ \ ♂ | X^w | Y |
| | X^+ | $X^+ X^w$ | $X^+ Y$ |
| | X^w | $X^w X^w$ | $X^w Y$ |

Задача. Сколько типов гамет образуют мухи дрозофилы с генотипом $\frac{AB}{ab}$?
(Расстояние между генами составляет 30 морганид).

Решение

По условию задачи между генами *A* и *B* наблюдается неполное сцепление и расстояние между ними 30 морганид. Исходя из этого, родительские формы могут образовывать следующие типы гамет:

самки – 35 % *AB*; 35 % *ab*; 15 % *Ab*; 15 % *aB*.

самцы – 50 % *AB*; 50 % *ab* (у самцов дрозофилы кроссинговер отсутствует).

- 1** • У человека катаракта (болезнь глаз) и полидактилия (наличие дополнительных пальцев) контролируются доминантными генами, расположенными в одной хромосоме. Женщина, унаследовавшая катаракту от отца и полидактилию от матери, выходит замуж за нормального по этим признакам мужчину. Какова вероятность того, что их ребенок будет страдать обеими болезнями?
- 2** • У морских свинок короткая шерсть доминирует над длинной, а волнистая – над гладкой. Какие скрещивания следует провести, чтобы доказать, что гены, контролирующие эти признаки, сцеплены?
- 3** • Дальтонизм у человека наследуется как рецессивный, сцепленный с полом признак. В семье, где оба родителя здоровы, родился мальчик-дальтоник. Определите генотипы родителей и детей.
- 4** • Дальтонизм – болезнь, сцепленная с полом. Женщина, отец которой был здоров, а мать являлась носительницей гена болезни, выходит замуж за мужчину-дальтоника. Могут ли в этой семье родиться здоровые дети? Если да, то какого пола?
- 5** • Голубоглазый мужчина с нормальным свертыванием крови женится на кареглазой здоровой женщине, у отца которой голубые глаза и он страдал гемофилией. Какие дети могут быть в этой семье, если известно, что карие глаза доминируют над голубыми, а гемофилия наследуется как рецессивный, сцепленный с хромосомой X признак?
- 6** • У дрозофилы красные глаза доминируют над белыми, а аномальное брюшко над нормальным. Гены, контролирующие эти признаки, расположены в хромосоме X на расстоянии 3-х морганид. Определите возможные генотипы и фенотипы в потомстве от скрещивания дигетерозиготной самки (доминантные гены унаследованы от одного родителя) и самца с нормальным брюшком и красными глазами.
- 7** • Какова вероятность рождения девочек-носительниц дальтонизма в семье, где оба родителя здоровы?
- 8** • Гемофилия – наследственная болезнь, которая передается сцеплено с полом. Женщина, отец которой страдал гемофилией, выходит замуж за нормального мужчину. Какова вероятность рождения в этой семье больных мальчиков?
- 9** • Женщина-носительница гена гемофилии выходит замуж за здорового мужчину. Какова вероятность рождения в этой семье здоровых мальчиков?
- 10** • Мужчина-правша, страдающий дальтонизмом, вступает в брак со здоровой женщиной-правшой, отец которой был левша и дальтоник. Определите вероятность рождения в этой семье здорового мальчика-правши.
- 11** • У человека гемофилия наследуется как рецессивный, сцепленный с полом признак, а фенилкетонурия – по аутосомно-рецессивному типу. В семье, где родители нормальны по двум данным признакам, родился сын с обеими болезнями. Какова вероятность рождения в этой семье здоровых детей?
- 12** • Определите расположение генов *A*, *B*, *C* и *D*, если известно, что частота кроссинговера между генами *C* и *D* составляет 3 %, *B* и *D* – 10 %, *B* и *C* – 13 %, *A* и *D* – 8 %, *A* и *B* – 18 %.

Решение задач по теме: «Наследование групп крови»

Задача. Группы крови родителей – II и III. Какие могут быть группы крови у детей в этой семье?

Решение

Дано:

II (группа A) – AA или AO

III (группа B) – BB или BO

F₁ – ?

Учитывая тот факт, что у родителей могут быть разные генотипы, возможны различные варианты.

а) Оба родителя гетерозиготны.

P ♀ AO × ♂ BO

| | | | |
|----------------|---|----|----|
| | ♂ | B | 0 |
| ♀ | | AB | A0 |
| F ₁ | A | AB | A0 |
| | 0 | B0 | 00 |

Ответ: В этом случае у детей возможны все группы крови – I(0), II(A), III(B), IV(AB) с равной вероятностью 25 % : 25 % : 25 % : 25 %.

б) оба родителя гомозиготны : AA и BB.

P ♀ AA × ♂ BB

| | | |
|----------------|---|----|
| | ♂ | B |
| ♀ | | AB |
| F ₁ | A | AB |

Ответ: В этом случае все дети могут иметь только одну группу крови – IV(AB).

в) мать гомозиготна, а отец гетерозиготен.

P ♀ AA × ♂ BO

| | | | |
|----------------|---|----|----|
| | ♂ | B | 0 |
| ♀ | | AB | A0 |
| F ₁ | A | AB | A0 |

Ответ: В этом случае у детей могут быть группы крови II(A) и IV(AB) в отношении 50 % : 50 %.

г) мать гетерозиготна, а отец гомозиготен.

P ♀ AO × ♂ BB

| | | |
|----------------|---|----|
| | ♂ | B |
| ♀ | | AB |
| F ₁ | A | AB |
| | 0 | B0 |

Ответ: В этом случае у детей возможны группы крови III(B) и IV(AB) в отношении 50 % : 50 %.

Задача. Наличие резус-фактора (Rh) контролируется доминантным геном, а его отсутствие – рецессивным. Rh-отрицательная женщина вышла замуж за Rh-положительного гетерозиготного мужчину. Какова вероятность рождения в этой семье Rh-отрицательного ребенка?

Решение

Дано:

Rh⁺ – доминантный признак

Rh⁻ – рецессивный признак

Rh⁻ Rh⁻ – ?

Учитывая тот факт, что генотип матери Rh⁻ Rh⁻, а отца – Rh⁺ Rh⁻, в этой семье могут быть следующие дети:

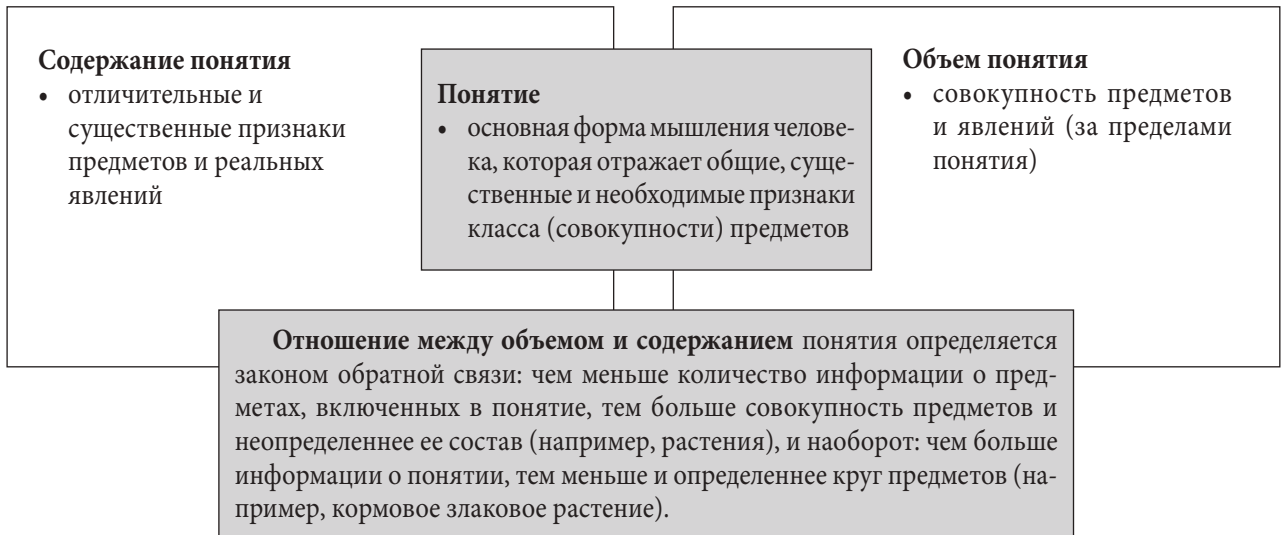
P ♀ Rh⁻Rh⁻ × ♂ Rh⁺Rh⁻

| | | | |
|----------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | ♂ | Rh ⁺ | Rh ⁻ |
| ♀ | | Rh ⁻ Rh ⁻ | Rh ⁺ Rh ⁻ |
| F ₁ | | Rh ⁻ Rh ⁻ | Rh ⁺ Rh ⁻ |

Ответ: В данной семье вероятность рождения резус-отрицательного ребенка составляет 50 %.

- 1** • У родителей I и III группы крови. Определите возможные группы крови у детей в этой семье.
- 2** • Какие группы крови и резус-фактор будут у детей, если один из родителей Rh-отрицательный с группой крови IV, а другой – Rh-положительный с группой крови I?
- 3** • У троих детей в семье группы крови III, II и I. Какие группы крови могут быть у родителей?
- 4** • У матери группа крови II, а у сына – I. Определите возможные группы крови отца.
- 5** • В родильном доме у двух новорожденных мальчиков перепутали браслеты с именами. У родителей одного из них группы крови I и II, у родителей другого – II и IV. Определите, какой паре супругов принадлежит каждый из младенцев, если известно, что у мальчиков группы крови II и III.


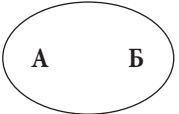
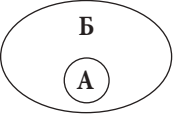

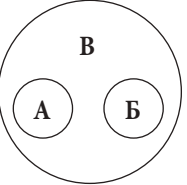

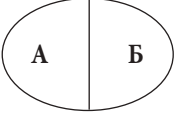
Понятия логики



Типы понятий



Отношения между понятиями в логике принято изображать в виде круговых схем (кругов Эйлера).

| | |
|---|---|
| <p>1. Несовместимые понятия – понятия, объемы которых не совпадают ни в какой их части.</p> |  <p>A – автотроф B – гетеротроф</p> |
| <p>2. Равнозначные понятия – относятся к одному и тому же предмету, выделяя разные, но характерные в целом признаки.</p> |  <p>A – гистология растений B – систематика растений</p> |
| <p>3. Подчиненные понятия – понятия, у которых объем одного понятия полностью входит в объем другого и составляет его часть.</p> |  <p>A – кошка B – млекопитающее</p> |
| <p>4. Перекрывающиеся понятия – понятия, объемы которых только частично входят друг в друга.</p> |  <p>A – подросток B – взрослый</p> |
| <p>5. Соподчиненные понятия (координированные) – понятия, которые полностью исключают друг друга, но вместе принадлежат некоторому более общему понятию.</p> |  <p>A – кошка B – собака B – млекопитающие</p> |
| <p>6. Противоположные понятия (контрастные) – понятия, относящиеся к одному и тому же объему, но при этом одно из них содержит какие-то признаки, а другое эти же признаки не только отрицает, но и заменяет другими, противоположными признаками.</p> |  <p>A – большое дерево B – маленькое дерево</p> |
| <p>7. Противоречивые понятия – несовместимые понятия одного и того же общего объема, которые отрицают друг друга.</p> |  <p>A – белки B – липиды</p> |

Метод Графов

В последнее время **теория графов** стала простым, доступным и мощным средством решения вопросов, относящихся к широкому кругу проблем.

Графы часто используют для изображения различных отношений (особенно, иерархических отношений). Связный граф без циклов называется *деревом*. Деревья особенно часто возникают на практике при изображении различных иерархий.

Основными элементами графов являются ребра и вершины. Представим ребра графов эластичными нитями, связывающими узлы – вершины.

Подграфом, порожденным множеством вершин U называется подграф, множество вершин которого – U, содержащий те и только те ребра, оба конца которых входят в U.

Пример: **граф компетенции «УМЕТЬ УЧИТЬСЯ»**

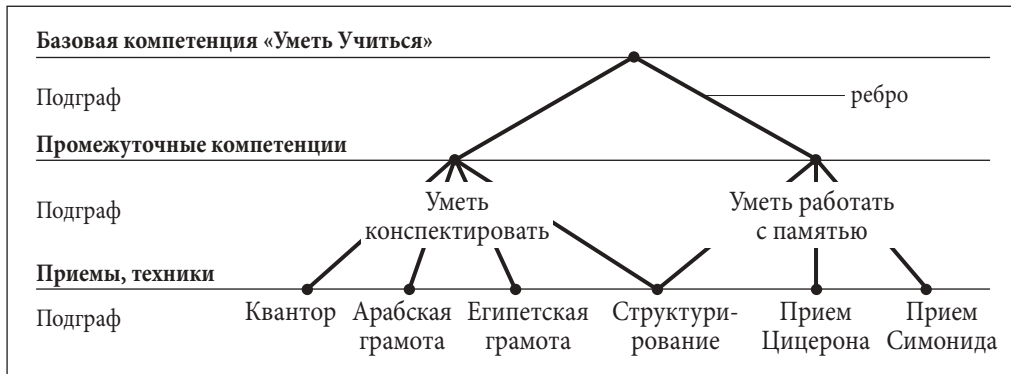


Схема «ТРЕУГОЛЬНИК УПК»

Назначение: визуальный прием, который позволяет проследить, проанализировать факторы, относящиеся к установкам, поведению и контексту в конкретной ситуации

Элементы:

- Треугольник с вершинами: У – установка; П – поведение и К – контекст.

Правила:

- Определить то, что необходимо написать в каждую вершину треугольника.
- В середине треугольника отразить ключевую мысль для решения конкретной ситуации.

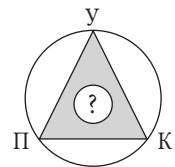


Схема «ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ»

Назначение:

- Анализ или указание последовательности действий.
- Планирование проектов.

Элементы:

- Прямоугольники.
- Фразы, называющие действия, обозначенные данными прямоугольниками (глаголы).
- Стрелки, обозначающие направления передачи действий.

Правила:

- Под стрелкой, направленной к прямоугольнику, должно подразумеваться выполнение предварительных условий или требований, необходимых для осуществления данного действия.
- Действия, выполняемые параллельно, показаны в прямоугольниках 1 и 2.
- Допустимо образование замкнутых контуров.
- Действия, указанные в прямоугольниках, от которых исходит стрелка, предшествуют действиям, указанным в прямоугольниках, к которым направлена стрелка.

