

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

Кафедра селекции и семеноводства

**Ващенко Т.Г., Голева Г.Г.**

Методические указания для самостоятельной работы  
по дисциплине «БИОЛОГИЯ»  
для обучающихся по специальностям среднего  
профессионального образования

Воронеж 2018

Методические указания разработаны на кафедре селекции и семеноводства профессорами Ващенко Татьяной Григорьевной и Голевой Галиной Геннадьевной

**Рецензент:** доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, кандидат с.-х. наук Байлова Наталья Викторовна

Одобрено и рекомендовано к опубликованию решением кафедры селекции, семеноводства (протокол № 10 от 08.06.2018г).

Одобрено и рекомендовано к опубликованию решением методической комиссии факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства (протокол № 17 от 22.06.2018г).

Одобрено и рекомендовано к опубликованию решением методической комиссии факультета технологии и товароведения (протокол №10 от 19.06.2018)

Методические указания предназначены для СПО на факультетах:

- технологии и товароведения по специальностям: 19.02.07 «Технология молока и молочных продуктов», 19.02.08 «Технология мяса и мясных продуктов»;

- ветеринарной медицины и технологии животноводства по специальностям 36.02.01 «Ветеринария», 35.02.15 «Кинология».

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ .....	4
ЗАДАЧИ И ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	6
АУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	8
ВНЕАУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	9
ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	13
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
РАЗДЕЛ 1. УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ.....	17
РАЗДЕЛ 2. РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ.	75
РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ.....	98
РАЗДЕЛ 4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ.....	129
РАЗДЕЛ 5. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ.....	156
РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. ....	162

## ВВЕДЕНИЕ

**Биология** – система наук, изучающая все аспекты жизни, на всех уровнях организации живого, начиная с молекулярного и заканчивая биосферным. Объектами изучения биологии являются живые организмы, их строение и жизнедеятельность, их многообразие, происхождение, эволюция и распределение живых организмов на Земле. Общая биология изучает законы исторического и индивидуального развития организмов, общие законы жизни и те особенности, которые характерны для всех видов живых существ на планете, а также их взаимодействие с окружающей средой. Биология, таким образом, является одной из основополагающих наук о жизни, а владение биологическими знаниями – одним из необходимых условий сохранения жизни на планете.

*Основу содержания учебной дисциплины «Биология» составляют следующие ведущие идеи:* отличительные признаки живой природы, ее уровневая организация и эволюция. В соответствии с ними выделены содержательные линии: биология как наука; биологические закономерности; методы научного познания; клетка; организм; популяция; вид; экосистемы (в том числе биосфера).

*Содержание учебной дисциплины* направлено на подготовку обучающихся к решению важнейших задач, стоящих перед биологической наукой, – по рациональному природопользованию, охране окружающей среды и здоровья людей.

При отборе содержания учебной дисциплины «Биология» использован культуросообразный подход, в соответствии с которым обучающиеся должны усвоить знания и умения, необходимые для формирования общей культуры, определяющей адекватное поведение человека в окружающей среде, востребованные в жизни и в практической деятельности. Особое внимание уделено экологическому образованию и воспитанию обучающихся, формированию у них знаний о современной естественно-научной картине мира, ценностных ориентаций, что свидетельствует о гуманизации биологического образования. Содержание учебной дисциплины предусматривает формирование у обучающихся общенаучных знаний, умений и навыков, универсальных способов деятельности и ключевых компетенций, включающих умение сравнивать биологические объекты, анализировать, оценивать и обобщать полученные сведения, уметь находить и использовать информацию из различных источников.

Базовые знания по биологии необходимы всем для того, чтобы успешно ориентироваться в современном мире и делать правильный выбор, например, в ситуациях, связанных с загрязнением окружающей среды или с собственным здоровьем.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Содержание программы «Биология» направлено на достижение следующих **целей:**

- получение фундаментальных знаний о биологических системах (Клетка, Организм, Популяция, Вид, Экосистема); истории развития современных представлений о живой природе, выдающихся открытиях в биологической науке; роли биологической науки в формировании современной естественно-научной картины мира; методах научного познания;

- овладение умениями логически мыслить, обосновывать место и роль биологических знаний в практической деятельности людей, развитии современных технологий; определять живые объекты в природе; проводить наблюдения за экосистемами с целью их описания и выявления естественных и антропогенных изменений; находить и анализировать информацию о живых объектах;

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в процессе изучения биологических явлений; выдающихся достижений биологии, вошедших в общечеловеческую культуру; сложных и противоречивых путей развития современных научных взглядов, идей, теорий, концепций, гипотез (о сущности и происхождении жизни, человека) в ходе работы с различными источниками информации;

- воспитание убежденности в необходимости познания живой природы, необходимости рационального природопользования, бережного отношения к природным ресурсам и окружающей среде, собственному здоровью; уважения к мнению оппонента при обсуждении биологических проблем;

- использование приобретенных биологических знаний и умений в повседневной жизни для оценки последствий своей деятельности (и деятельности других людей) по отношению к окружающей среде, здоровью других людей и собственному здоровью; обоснование и соблюдение мер профилактики заболеваний, оказание первой помощи при травмах, соблюдение правил поведения в природе. В процессе изучения биологии у обучающихся развиваются познавательный интерес и интеллектуальные способности, потребность в самостоятельном приобретении знаний в соответствии с возникающими жизненными проблемами, воспитывается бережное отношение к природе, понимание здорового образа жизни, необходимость предупреждения явлений, наносящих вред здоровью и окружающей среде.

Результаты освоения учебной дисциплины. Освоение содержания учебной дисциплины «Биология» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

*- личностных:*

- сформированность чувства гордости и уважения к истории и достижениям отечественной биологической науки; представления о целостной естественнонаучной картине мира;

- понимание взаимосвязи и взаимозависимости естественных наук, их влияния на окружающую среду, экономическую, технологическую, социальную и этическую сферы деятельности человека;

- способность использовать знания о современной естественно-научной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности; возможности информационной среды для обеспечения продуктивного самообразования;

- владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации в области естественных наук, постановке цели и выбору путей ее достижения в профессиональной сфере;

- способность руководствоваться в своей деятельности современными принципами толерантности, диалога и сотрудничества; готовность к взаимодействию с коллегами, работе в коллективе;

- готовность использовать основные методы защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

- обладание навыками безопасной работы во время проектно-исследовательской и экспериментальной деятельности, при использовании лабораторного оборудования;

- способность использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для соблюдения мер профилактики отравлений, вирусных и других заболеваний, стрессов, вредных привычек (курения, алкоголизма, наркомании); правил поведения в природной среде;

- готовность к оказанию первой помощи при травмах, простудных и других заболеваниях, отравлениях пищевыми продуктами;

- *метапредметных:*

- осознание социальной значимости своей профессии/специальности, обладание мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности;
- повышение интеллектуального уровня в процессе изучения биологических явлений; выдающихся достижений биологии, вошедших в общечеловеческую культуру; сложных и противоречивых путей развития современных научных взглядов, идей, теорий, концепций, гипотез (о сущности и происхождении жизни, человека) в ходе работы с различными источниками информации;
- способность организовывать сотрудничество единомышленников, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- способность понимать принципы устойчивости и продуктивности живой природы, пути ее изменения под влиянием антропогенных факторов, способность к системному анализу глобальных экологических проблем, вопросов состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- умение обосновывать место и роль биологических знаний в практической деятельности людей, развитии современных технологий; определять живые объекты в природе; проводить наблюдения за экосистемами с целью их описания и выявления естественных и антропогенных изменений; находить и анализировать информацию о живых объектах;
- способность применять биологические и экологические знания для анализа прикладных проблем хозяйственной деятельности;
- способность к самостоятельному проведению исследований, постановке естественно-научного эксперимента, использованию информационных технологий для решения научных и профессиональных задач;
- способность к оценке этических аспектов некоторых исследований в области биотехнологии (клонирование, искусственное оплодотворение);

- *предметных:*

- сформированность представлений о роли и месте биологии в современной научной картине мира; понимание роли биологии в формировании кругозора и функциональной грамотности для решения практических задач;
- владение основополагающими понятиями и представлениями о живой природе, ее уровневой организации и эволюции; уверенное пользование биологической терминологией и символикой;
- владение основными методами научного познания, используемыми при биологических исследованиях живых объектов и экосистем: описанием, измерением, проведением наблюдений; выявление и оценка антропогенных изменений в природе;
- сформированность умений объяснять результаты биологических экспериментов, решать элементарные биологические задачи;
- сформированность собственной позиции по отношению к биологической информации, получаемой из разных источников, глобальным экологическим проблемам и путям их решения.

## ЗАДАЧИ И ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа выполняет следующие функции:

- развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста);
- исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления);
- информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях).

**Задачами** самостоятельной работы являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы обучающихся: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает такие формы работы, как:

- индивидуальные занятия (домашние занятия);
- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником и конспектом лекции);
- изучение рекомендуемых литературных источников;
- конспектирование источников;
- выполнение контрольных работ, курсовых работ;
- работа с электронными информационными ресурсами и ресурсами Internet;
- выполнение тестовых заданий;
- решение задач;
- ответы на контрольные вопросы;
- написание докладов, рефератов;
- работа с компьютерными программами;
- подготовка к экзамену (зачету);
- подготовка к занятиям, проводимым с использованием активных форм обучения (круглые столы, деловые игры);
- получение консультаций для разъяснений по вопросам изучаемой дисциплины.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется в соответствии с учебно-методическим комплексом по дисциплинам. Распределение объема

времени на внеаудиторную самостоятельную работу в режиме дня студента и не регламентируется расписанием.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

## АУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Основными видами самостоятельной работы Обучающегося с участием преподавателей являются:

- конспектирование лекций;
- выполнение и разбор заданий (в часы практических занятий);
- выполнение и защита лабораторных работ (во время проведения лабораторных работ);
- индивидуальные и групповые консультации;

Выполнение лабораторных и практических работ осуществляется на лабораторных и практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса.

**Рекомендации по самостоятельной работе во время лекции.** Для успешного изучения дисциплины обучающемуся необходимо осознать, что он является полноценным участником педагогического взаимодействия и на этой основе формировать свое личное отношение к изучаемому материалу. В этой связи ему необходимо активно усваивать предлагаемый преподавателем материал, активно реагируя на действия преподавателя.

Нужно четко уяснить, что именно с лекции начинается его подготовка к другим видам занятий. Вместе с тем, лекция лишь организует мыслительную деятельность, но не обеспечивает глубину усвоения программного материала. Восприятие лекционного материала в активном, эмоционально-позитивном ключе существенно повышает качество образовательного процесса.

Главное при подготовке к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы.

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное прослушивание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками.



Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции.

Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

**Самостоятельная работа во время лабораторных и практических занятий.** Выполнение лабораторных и практических работ осуществляется на занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Занятие начинается и изучения учебно-методической литературы, что позволяет обучающемуся сформулировать цель работы и разработать алгоритм действий для выполнения работы. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ.

Проведение лабораторных и практических работ включает в себя следующие этапы:

- постановку темы занятий и определение задач работы;
- определение порядка работы или отдельных ее этапов;
- непосредственное выполнение лабораторной/практической работы обучающимися и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;
- подведение итогов работы и формулирование основных выводов;
- результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам);
- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

Обучающийся может сдавать практическую и лабораторную работу в виде написания реферата, подготовки слайдов, презентаций и последующей защиты его, либо может написать конспект в тетради, ответив на вопросы по заданной теме. Ответы на вопросы можно сопровождать рисунками, схемами и т.д. с привлечением дополнительной литературы, которую следует указать. Для проверки академической активности и качества работы студента рабочую тетрадь периодически проверяет преподаватель.

## ВНЕАУДИТОРНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами СРС без участия преподавателей являются:

- подготовка к семинарам и практическим занятиям, лабораторным работам (включая публичные выступления, деловые игры, круглые столы, текущий контроль и т.д.) и выполнение домашних заданий (в виде решения отдельных задач, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.);

- подготовка творческих работ (докладов, рефератов);
- конспектирование и реферирование литературы;
- самостоятельный поиск информации в Интернете.

Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых дисциплин. Ежедневной учебной работе обучающемуся следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы.

Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

**Рекомендации по самостоятельной работе с конспектом лекции.** Самостоятельную работу следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти (через 10 часов после же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30% материала).

С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы, предложенные в конце лекции преподавателем или помещенные в рекомендуемой литературе. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее изученный материал и в какой степени требуется подготовить к очередному занятию. Эта рекомендация, как и требование систематической и серьезной работы над всем лекционным курсом, подлежит безусловному выполнению. Потери логической связи как внутри темы, так и между ними приводит к негативным последствиям: материал учебной дисциплины перестает основательно восприниматься, а творческий труд подменяется утомленным переписыванием.

Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

**Рекомендации по самостоятельной работе при подготовке к практическим и лабораторным занятиям.** Лабораторная работа / практическая работа это проведение обучающимися по заданию преподавателя или по инструкции опытов с использованием приборов, применением инструментов и других технических приспособлений, т.е. это изучение каких-либо объектов, явлений с помощью специального оборудования. Практическая работа проводится после лекций, и носит разъясняющий, обобщающий и закрепляющий характер. Они могут проводиться не только в аудитории, но и за пределами учебного заведения.

В ходе практических и лабораторных работ обучающиеся воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению. Обратить внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к занятию, на содержание темы занятия.

Лабораторное занятие проходит в виде диалога – разбора основных вопросов темы. Также лабораторное занятие может проходить в виде показа презентаций, демонстративного материала (в частности плакатов, слайдов), которые сопровождаются беседой преподавателя со студентами.

Обучающийся может сдавать лабораторную/практическую работу в виде написания реферата, подготовки слайдов, презентаций и последующей защиты его, либо может написать конспект в тетради, ответив на вопросы по заданной теме. Ответы на вопросы можно сопровождать рисунками, схемами и т.д. с привлечением дополнительной литературы, которую следует указать.

Для проверки академической активности и качества работы обучающегося рабочую тетрадь периодически проверяет преподаватель.

**Рекомендации по выполнению рефератов.** Реферат – краткое изложение в письменном виде содержания научного труда по предоставленной теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа, где обучающийся раскрывает суть исследуемой проблемы с элементами анализа по теме реферата. Приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на проблемы темы реферата. Реферат предусматривает углубленное изучение дисциплины, способствует развитию навыков самостоятельной работы с литературными источниками.

Содержание реферата должно быть логичным, изложение материала носить проблемно-тематический характер.

Реферат – письменный доклад по определенной теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. Рефераты пишутся обычно стандартным языком, с использованием типологизированных речевых оборотов вроде: «большое значение имеет», «уделяется особое внимание», «поднимается вопрос», «делаем следующие выводы», «исследуемая проблема», «освещаемый вопрос» и т.п.

К языковым и стилистическим особенностям рефератов относятся слова и обороты речи, носящие обобщающий характер, словесные клише. У рефератов особая логичность подачи материала и изъяснения мысли, определенная объективность изложения материала.

Реферат не копирует дословно содержание первоисточника, а представляет собой новый вторичный текст, создаваемый в результате систематизации и обобщения материала первоисточника, его аналитико-синтетической переработки. Будучи вторичным текстом, реферат составляется в соответствии со всеми требованиями, предъявляемыми к связанному высказыванию. Для реферата отбирается информация, объективно-ценная для всех читающих, а не только для одного автора. Автор реферата не может пользоваться только ему понятными значками, пометами, сокращениями.

Работа, проводимая автором для подготовки реферата должна обязательно включать самостоятельное мини-исследование, осуществляемое студентом на материале или художественных текстов по литературе, или архивных первоисточников по истории и т.п.

Организация и описание исследования представляет собой очень сложный вид интеллектуальной деятельности, требующий культуры научного мышления, знания методики проведения исследования, навыков оформления научного труда и т.д. Мини-исследование раскрывается в реферате после глубокого, полного обзора научной литературы по проблеме исследования.

Требования к оформлению реферата определяются преподавателем и отражаются, как правило, в соответствующих методических указаниях.

Критерии оценки реферата:

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота разработки поставленных вопросов;
- значимость выводов для дальнейшей практической деятельности;
- правильность и полнота использования литературы;
- соответствие оформления реферата стандарту;
- качество сообщения и ответов на вопросы при защите реферата.

**Самостоятельная работа при подготовке к экзамену.** Учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой обучающихся. Основное в подготовке к экзамену – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен.

Только тот обучающийся успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если он плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого обучающегося подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат – возможное отчисление из учебного заведения.

При подготовке к экзаменам у обучающегося должен быть учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом конспекты лекций.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у обучающегося возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Критерии оценки знаний студентов на экзамене:

«5» (отлично) выставляется, когда обучающийся показывает глубокое знание предмета обязательной и дополнительной литературы, аргументировано и логически

стройно излагает материал, может применить знания для анализа конкретных ситуаций, профессиональных проблем;

«4» (хорошо) ставится при твердых знаниях предмета, обязательной литературы, знакомстве с дополнительной литературой, аргументированным изложении материала, умении применить знания для анализа конкретных ситуаций, профессиональных проблем;

«3» (удовлетворительно) ставится, когда обучающийся в основном знает предмет, обязательную литературу, может практически применять свои знания;

«2» (неудовлетворительно) ставится, когда обучающийся не усвоил основного содержания предмета и слабо знает рекомендованную литературу.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Содержание обучения	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
ВВЕДЕНИЕ	<p>Ознакомление с биологическими системами разного уровня: клеткой, организмом, популяцией, экосистемой, биосферой. Определение роли биологии в формировании современной естественно-научной картины мира и практической деятельности людей. Обучение соблюдению правил поведения в природе, бережному отношению к биологическим объектам (растениям и животным и их сообществам) и их охране.</p>
УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ	<p><i>Химическая организация клетки.</i> Умение проводить сравнение химической организации живых и неживых объектов. Получение представления о роли органических и неорганических веществ в клетке</p> <p><i>Строение и функции клетки.</i> Изучение строения клеток эукариот строения и многообразия клеток растений и животных с помощью микропрепаратов. Наблюдение клеток растений и животных под микроскопом на готовых микропрепаратах, их описание. Приготовление и описание микропрепаратов клеток растений. Сравнение строения клеток растений и животных по готовым микропрепаратам.</p> <p><i>Обмен веществ и превращение энергии в клетке.</i> Умение строить схемы энергетического обмена и биосинтеза белка. Получение представления о пространственной структуре белка, молекул ДНК и РНК.</p> <p><i>Жизненный цикл клетки.</i> Ознакомление с клеточной теорией строения организмов. Умение самостоятельно искать доказательства того что клетка – элементарная живая система и основная структурно-функциональная единица всех живых организмов.</p>
ОРГАНИЗМ. РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ	<p><i>Размножение организмов.</i> Овладение знаниями о размножении как о важнейшем свойстве живых организмов. Умение самостоятельно находить отличия митоза от мейоза, определяя эволюционную роль этих видов деления клетки.</p> <p><i>Индивидуальное развитие организма.</i> Ознакомление с основными стадиями онтогенеза на примере развития позвоночных животных. Умение характеризовать стадии постэмбрионального развития на примере человека. Ознакомление с причинами нарушений в развитии организмов. Развитие умения правильно формировать доказательную базу эволюционного развития животного мира.</p> <p><i>Индивидуальное развитие человека.</i> Выявление и описание призна-</p>

	ков сходства зародышей человека и других позвоночных как доказательства их эволюционного родства. Получение представления о последствиях влияния алкоголя, никотина, наркотических веществ, загрязнения среды на развитие и репродуктивное здоровье человека.
ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ	<p><i>Закономерности изменчивости.</i> Ознакомление с наследственной и ненаследственной изменчивостью и ее биологической ролью в эволюции живого мира. Получение представления о связи генетики и медицины. Ознакомление с наследственными болезнями человека, их причинами и профилактикой. Изучение влияния алкоголизма, наркомании, курения на наследственность на видеоматериале. Анализ фенотипической изменчивости. Выявление мутагенов в окружающей среде и косвенная оценка возможного их влияния на организм.</p> <p><i>Основы селекции растений, животных и микроорганизмов.</i> Получение представления о генетике как о теоретической основе селекции. Развитие метапредметных умений в процессе нахождения на карте центров многообразия и происхождения культурных растений и домашних животных, открытых Н. И. Вавиловым. Изучение методов гибридизации и искусственного отбора. Умение разбираться в этических аспектах некоторых достижений в биотехнологии: клонировании животных и проблемах клонирования человека. Ознакомление с основными достижениями современной селекции культурных растений, домашних животных и микроорганизмов.</p>
ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ	<p><i>Происхождение и начальные этапы развития жизни на Земле.</i> Анализ и оценка различных гипотез происхождения жизни. Получение представления об усложнении живых организмов на Земле в процессе эволюции. Умение экспериментальным путем выявлять адаптивные особенности организмов, их относительный характер. Ознакомление с некоторыми представителями редких и исчезающих видов растений и животных. Проведение описания особей одного вида по морфологическому критерию при выполнении лабораторной работы. Выявление черт приспособленности организмов к разным средам обитания (водной, наземно-воздушной, почвенной).</p> <p><i>История развития эволюционных идей.</i> Изучение наследия человечества на примере знакомства с историей развития эволюционных идей К. Линнея, Ж. Б. Ламарка Ч. Дарвина. Оценивание роли эволюционного учения в формировании современной естественно-научной картины мира. Развитие способности ясно и точно излагать свои мысли, логически обосновывать свою точку зрения, воспринимать и анализировать мнения собеседников, признавая право другого человека на иное мнение.</p> <p><i>Микроэволюция и макроэволюция.</i> Ознакомление с концепцией вида, ее критериями, подбор примеров того, что популяция – структурная единица вида и эволюции. Ознакомление с движущимися силами эволюции и ее доказательствами. Усвоение того, что основными направлениями эволюционного прогресса являются биологический прогресс и биологический регресс. Умение отстаивать мнение, о сохранении биологического многообразия как основе устойчивости биосферы и прогрессивного ее развития. Умение выявлять причины вымирания видов.</p> <p><i>Антропогенез.</i> Анализ и оценка различных гипотез о происхожде-</p>

	<p>нии человека. Развитие умения строить доказательную базу по сравнительной характеристике человека и приматов, доказывая их родство. Выявление этапов эволюции человека.</p> <p><i>Человеческие расы.</i> Умение доказывать равенство человеческих рас на основании их родства и единства происхождения. Развитие толерантности, критика расизма во всех его проявлениях.</p>
<p>ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. БИОНИКА.</p>	<p><i>Экология</i> – наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой. Изучение экологических факторов и их влияния на организмы. Знакомство с экологическими системами, их видовой и пространственной структурами. Умение объяснять причины устойчивости и смены экосистем. Ознакомление с межвидовыми взаимоотношениями в экосистеме: конкуренцией, симбиозом, хищничеством, паразитизмом. Умение строить ярусность растительного сообщества, пищевые цепи и сети в биоценозе, а также экологические пирамиды. Знание отличительных признаков искусственных сообществ – агроэкосистемы и урбоэкосистемы. Описание антропогенных изменений в естественных природных ландшафтах своей местности.</p> <p>Сравнительное описание одной из естественных природных систем (например, леса) и какой-нибудь агроэкосистемы (например, пшеничного поля). Составление схем передачи веществ и энергии по цепям питания в природной экосистеме и агроценозе.</p> <p><i>Биосфера – глобальная экосистема.</i> Ознакомление с учением В. И. Вернадского о биосфере как о глобальной экосистеме. Наличие представления о схеме экосистемы на примере биосферы, круговороте веществ и превращении энергии в биосфере. Умение доказывать роль живых организмов в биосфере на конкретных примерах.</p> <p><i>Биосфера и человек.</i> Нахождение связи изменения в биосфере с последствиями деятельности человека в окружающей среде. Умение определять воздействие производственной деятельности на окружающую среду в области своей будущей профессии. Ознакомление с глобальными экологическими проблемами и умение определять пути их решения. Описание и практическое создание искусственной экосистемы (пресноводного аквариума). Решение экологических задач. Демонстрирование умения постановки целей деятельности, планирования собственной деятельности для достижения поставленных целей, предвидения возможных результатов этих действий, организации самоконтроля и оценки полученных результатов. Обучение соблюдению правил поведения в природе, бережному отношению к биологическим объектам (растениям, животным и их сообществам) и их охране.</p> <p><i>Бионика как одно из направлений биологии и кибернетики.</i></p> <p>Ознакомление с примерами использования в хозяйственной деятельности людей морфофункциональных черт организации растений и животных при создании совершенных технических систем и устройств по аналогии с живыми системами. Знакомство с трубчатыми структурами в живой природе и технике, аэродинамическими и гидродинамическими устройствами в живой природе и технике.</p> <p>Умение строить модели складчатой структуры, используемые в строительстве.</p>

Изучение курса биологии необходимо начинать с ознакомления с материалом, изложенным в учебнике, после чего следует перейти к изучению вопросов, изложенных в пособиях и методических разработках по данной теме. Работая над темой, важно уметь выделить в ней в ней главное, основное. Когда проработанный материал будет ясен, можно приступить к составлению конспекта. Правильно выполненный конспект окажет большую помощь не только в усвоении материала, но и в работе над контрольным заданием, а также при подготовке к экзаменационной сессии.

К экзаменационной сессии обучающийся должен хорошо усвоить теоретические положения учебника. Это необходимое условие для правильного выполнения лабораторных и практических занятий и успешной подготовки к экзамену.

При изучении дисциплины необходимо иметь основной учебник по биологии. В качестве дополнительной литературы можно использовать материалы учебников разных авторов и учебные пособия.

Самостоятельная работа обучающегося с книгой, конспектом и другими источниками информации в значительной степени влияет на глубину и прочность знаний по изучаемому предмету, на развитие познавательных способностей, на темп усвоения нового материала.

В данной методической разработке по каждому разделу дисциплины приводятся теория вопроса, методические указания по его изучению, вопросы для самостоятельной подготовки, тесты и задания из ЕГЭ, которые составлены по материалам программы.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *1. Основная литература:*

1. Заяц Р.Г. Биология [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Рачковская; В.В. Давыдов; В.Э. Бутвиловский; Р.Г. Заяц - Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 640 с. [ЭИ]
2. Кузнецова Т. А. Общая биология. Теория и практика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Кузнецова Т. А., Баженова И. А., - : Лань, 2018 - 114 с. [ЭИ] [ЭБС Лань]
3. Мышалова О. М. Биология: учебное пособие / Мышалова О.М. - Москва: КемТИПП (Кемеровский технологический институт пищевой промышленности), 2014 [ЭИ] [ЭБС Лань]
4. Тейлор Д. . Биология: в 3 т. (комплект) [Электронный ресурс] / Тейлор Д. , Грин Н. , Стаут У. , ; Под ред. Р. Сопера - : Издательство "Лаборатория знаний", 2015 - 1463 с. [ЭИ] [ЭБС Лань]
5. Ярыгин В. Н. Биология: Учебник и практикум / Ярыгин В.Н. - отв. ред. - М.: Издательство Юрайт, 2018 - 453 [ЭИ]

### *2. Дополнительная литература*

1. Заяц Р.Г. Биология. Тесты [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.В. Давыдов; В.Э. Бутвиловский; Р.Г. Заяц - Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 750 с. [ЭИ]
2. Заяц Р. Г. Биология. Терминологический словарь : для поступающих в вузы - Минск: Издательство "Вышэйшая школа", 2013 - 238 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]
3. Лемеза Н.А. Биология в экзаменационных вопросах и ответах для абитуриентов, репетиторов, учителей [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Камлюк; Н.А. Лемеза; Н.Д. Лисов - Санкт-Петербург: Виктория плюс, 2013 - 496 с. [ЭИ]



4. Лемеза Н.А. Биология. Тесты для школьников и абитуриентов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Н.А. Лемеза - Минск: Вышэйшая школа, 2014 - 368 с. [ЭИ]

### 3. Методические издания

#### Периодические издания:

1. Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-2018гг.

2. Журнал общей биологии / Академия наук СССР - Москва: Наука, 1943-1992

3. Сельскохозяйственная биология: научно-теоретический журнал / учредитель : Российская академия сельскохозяйственных наук - Москва: Б.и., 1966-

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины.*

Система государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства - <http://service.mcx.ru/opendata>

AGRICOLA – БД международная база данных на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки РАСХН,

«AGROS» – БД крупнейшая документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений) «Агроакадемсеть» – базы данных РАСХН.

#### Интернет-ресурсы:

1. <http://biology.ru>

2. [http://www.mirrabort.com/work/work\\_39398.html](http://www.mirrabort.com/work/work_39398.html)

3. <http://dist.imit.ru/lms/course/category.php?id=21>

4. <http://www.ed.gov.ru/prof-edu/sred/rub/ooop/spoo.doc>

5. <http://59428s016.edusite.ru/p16aa1.html>

6. <http://www.akvt.ru/student/moup/obscheobrazovatelnye-discipliny>

7. [http://www.2.uniyar.ac.ru/projects/bio/SUBJECTS/subjects\\_main.htm](http://www.2.uniyar.ac.ru/projects/bio/SUBJECTS/subjects_main.htm)

8. <http://yuspet.narod.ru/disMeh.htm>

9. <http://znanium.com> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I

10. <http://e.lanbook.com> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I

## РАЗДЕЛ 1. УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ

### *Клетка структурная и функциональная единица живого*

Клетка – это элементарная живая система, возникшая в процессе биологической эволюции материи за счет энергии внешней среды.

Все живое состоит из клеток (кроме вирусов), поэтому говорят, что клетка – это структурная единица живого.

Жизнь организма обусловлена деятельностью его клеток.

Основные функции живого:

- обмен веществ;

- рост;

- раздражимость;
- наследственность;
- изменчивость;
- самоудвоение.

Эти функции осуществляются только на уровне клетки. Отдельные ее органоиды не могут их выполнять, поэтому говорят, что клетка – это функциональная единица живого.

Если клетку разрушить и с помощью центрифугирования выделить ее органоиды, то они будут способны выполнять в течение некоторого времени многие простейшие функции, например, сбрасывать сахара, поглощать кислород. Однако эти функции не являются жизнью. Разрушенная клетка уже не может существовать долго, поэтому можно сделать очень важный вывод о том, что клетка – элементарная и функциональная структура, способная поддерживать жизнь.

### ***Основные положения клеточной теории***

Термин "клетка" ввел в биологию англичанин Р. Гук в 1665 году.

В 1838, 1839 гг. ботаник Шлейден и зоолог Шванн показали общность структуры животной и растительной клетки. Поэтому их считают основоположниками клеточной теории в биологии. Их клеточная теория включала следующие положения:

- 1.Общность клеточного строения всех органов и частей организма.
- 2.Гипотезу образования клеток.
- 3.Общность происхождения клеток, т.е. единство растительного и животного мира.

### ***Положения современного обоснования клеточной теории***

1. Согласно клеточной теории жизнь существует только в форме клеток. Клетка – это та основная единица, через которую производится поглощение, превращение, запасание энергии и в которой хранится, перерабатывается и реализуется биологическая информация.

2. Клетка лежит в основе жизни, т.к. только клетка может образовать клетку. Это положение о генетической непрерывности (генов, хромосом).

3. Клеточная теория утверждает существование зависимости между структурой и функцией (клетки, выполняющие разные функции, имеют разное строение).

### ***Особенности строения клеток про- и эукариот***

*Прокариоты* – бактерии и сине-зеленые водоросли, их клетки не имеют ядра, окруженного ядерной оболочкой. *Эукариоты* – это все остальные организмы, их клетки имеют ядро с ядерной оболочкой.

Прокариотические клетки характеризуются следующими особенностями:

1. Не имеют ядра с ядерной оболочкой.
2. Кольцевая ДНК располагается в области цитоплазмы, которую называют нуклеоид. Настоящих хромосом нет.
3. Нет органоидов мембранного строения, кроме слоистых мембран - впячивания наружной мембраны, которые выполняют функцию дыхания и фотосинтеза (у цианей).
4. Рибосомы не связаны с мембранами.
5. Некоторые прокариоты способны образовывать жгутики, споры.

Несмотря на простоту строения, прокариоты вполне способны существовать независимо в соответствующих условиях (об этом свидетельствует тот факт, что палеонтологи находят их в слоях архейской эры, возраст некоторых 3,2 млрд. лет).

*Эукариотические* клетки имеют следующие особенности:

1. Наличие ядра с ядерной оболочкой.
2. Большое количество мембранных органоидов (ядро; эндоплазматическая сеть или ретикулум – ЭПС, ЭПР; комплекс Гольджи – КГ; лизосомы; митохондрии). В клетках растений, кроме перечисленных, мембранное строение имеют пластиды, вакуоли).
3. Кроме мембранных, в эукариотических клетках есть органоиды немембранного строения – это хромосомы, микротрубочки, ядрышко, клеточный центр (центриоли).

Наличие ядра дало эукариотическим клеткам колоссальные преимущества в эволюции, т.к. ядро изолирует процессы репликации и транскрипции от рибосом, где идет синтез белка. Благодаря ядру транскрипция (синтез РНК) и трансляция (синтез белка) разделены в клетке во времени и пространстве.

У прокариот транскрипция и трансляция идут почти одновременно, поэтому в РНК не возникает каких-либо изменений до синтеза белка.

У эукариот РНК подвергается переделке, процессингу (процессинг – созревание РНК), это дает клетке селективные преимущества. Именно благодаря наличию ядра эукариоты достигли высот эволюционного развития, прокариоты изменились очень мало с момента их появления на Земле.

### ***Строение и функции ядра, цитоплазмы и ее основных органоидов***

Сверху клетка покрыта плазматической мембраной толщиной 100 ангстрем, состоящей из двойного слоя липидов и молекул белка. Мембрана способна выделять вещество для образования дополнительной защиты – клеточной стенки.

Функции мембраны:

1. Разделительная.
2. Транспортная.
3. Электрическая (создает трансмембранный потенциал за счет разделения ионов).
4. Контроль проницаемости клетки.
5. Контроль процессов секреции (образование и выделение биологически активных веществ – секретов) и экскреции (удаление конечных продуктов обмена – избытка воды, солей, чужеродных биологически активных веществ).
6. Обладает способностью к ферментативному расщеплению различных субстратов.
7. Соединяет клетки в ткани и органы (за счет складчатых выростов и специальных белковых телец – десмосом).
8. Обеспечивает фагоцитоз (поглощение твердых веществ).
9. Обеспечивает пиноцитоз (поглощение капель жидкости).

Цитоплазма – внутреннее содержимое клетки – эластичное полупрозрачное вещество с вязкой консистенцией, состоит из матрикса (жидкой части цитоплазмы) и мембранных структур.

Химический состав сложен: вода, органические вещества (жиры, белки, углеводы, рибонуклеиновые кислоты, АТФ) и неорганические вещества (соли фосфора, калия, кальция, серы и др. микроэлементы).

*Функции цитоплазмы:*

1. Обеспечивает рост клеток.
2. Обеспечивает образование веретена деления.

3. Участвует в передаче раздражения.

4. Осуществляет цитоплазматическую наследственность, т.к. в ней есть ДНК, содержащие органоиды (митохондрии, пластиды).

5. Осуществляет тургор клеток (состояние эластической напряженности, растянутости клеток, обусловленное их оводненностью).

6. Обеспечивает взаимодействие органоидов клетки.

Основные мембранные компоненты клеток эукариот: ядро, ЭПР, КГ, митохондрии, пластиды, лизосомы, вакуоли.

Ядро может быть в клетке в двух состояниях – делящемся и интерфазном (в период между делением клетки). Интерфазное ядро окружено двойной мембраной с порами. Внутри ядра находится кариолимфа и хроматин – деспирализованные (раскрученные) хромосомы.

Именно из хроматина в процессе спирализации (конденсации) перед делением клетки в ядре формируются хромосомы.

В ядре содержится ядрышко, состоящее из РНК и белка. Основная его функция – синтез рибосом. Ядрышко присутствует в клетке только в период интерфазы, во время деления клетки, оно разрушается, по окончании деления оно вновь появляется в образовавшихся клетках.

*Функции ядра:*

1. В ядре хранится генетическая информация клетки.

2. Оно участвует в делении (безъядерные эукариотические клетки, например, нервные, клетки ситовидных трубок растений – не делятся).

3. Ядро изолирует репликацию, удвоение ДНК, транскрипцию (синтез РНК) от трансляции (синтеза белка) в клетке. Это дает клетке преимущества в эволюции.

ЭПР (эндоплазматический ретикулум) – это обязательный органоид эукариотических клеток. Это сеть каналов и полостей диаметром до 500 А. Полости и каналы образованы мембраной. Существует:

- шероховатый (гранулярный) ЭПР – содержит на поверхности много рибосом;

- гладкий (агранулярный) ЭПР – не содержит рибосом на своей поверхности.

Основные функции ЭПР:

1. Синтетическая (на ЭПР синтезируются белки, липиды, углеводы и ферменты).

2. Транспортная (по каналам ЭПР различные вещества поступают из одной части клетки в другую).

3. Запасующая (выполняет роль резервуара для хранения питательных веществ).

4. Изолирование веществ в клетке.

5. Детоксикация (обезвреживание) вредных продуктов обмена, например, в клетках печени.

Комплекс Гольджи (КГ) (назван в честь итальянского ученого, обнаружившего этот органоид в клетках животных). Это система мембран, представленная как бы сложенными в стопку серповидными или палочковидными тельцами, образующими общую структуру – диктиосому.

Основные функции КГ:

1. Секреторная (накопление и вывод секретов, выделение продуктов метаболизма).

2. Накопительная (скопление липидов для образования мембраны клетки).

3. Синтетическая (синтез углеводов и связывание их с белками; синтез цементующего компонента – мукополисахарида; синтез полисахаридов для образования клеточной стенки растений – целлюлозы и гемицеллюлозы).

4. Образование иммуноглобулина (антител) в животных клетках.

5. Формирование первичных лизосом с гидролизными ферментами.

6. Осуществление взаимосвязи между мембранами ЭПР и ядра.

Митохондрии – органоиды, имеющие мембранное строение. Размер их от 0,2 до 7 мкм, количество в клетке зависит от функции, например, в клетке печени одержится около 200-500 митохондрий. Их форма в клетке не постоянна. В животных и растительных клетках они имеют общий план строения: представлены 2 мембранами: наружной (гладкой) и внутренней (складчатой). Складки внутренней мембраны называются кристы, на них находятся ферменты, участвующие в синтезе АТФ. Внутри митохондрии находится жидкий матрикс, содержащий рибосомы, белки, РНК и ДНК.

Основные функции:

1. Синтез АТФ, которая используется клеткой во всех процессах жизнедеятельности, требующих затрат энергии.

2. Синтез собственных белков, (митохондрии имеют ДНК и собственные рибосомы, в них на матрице РНК синтезируются белки митохондрии).

Митохондрии в клетке никогда не образуются заново, они размножаются только делением. Так как митохондрий в клетках достаточно много, то при делении какая-то их часть обязательно попадет в обе дочерние клетки.

Предполагают, что митохондрии в клетках эукариот имеют симбиотическое происхождение. На раннем этапе эволюции, когда еще животные и растения не были разъединены, митохондрии вступали в симбиоз с эукариотическими клетками. Предполагают, что митохондрии произошли от пурпурных фотосинтетических бактерий, которые утратили способность к фотосинтезу.

Пластиды – это органоиды растительных клеток, имеют мембранное строение. Различают 3 типа пластид:

- хлоропласты (содержат преимущественно хлорофилл) - зеленые пластиды;
- хромопласты (содержат преимущественно каротиноиды, придающие различную окраску - оранжевую, желтую, красную);
- лейкопласты – бесцветные пластиды бывают 3 типов (аминопласты - накапливают крахмал; олеопласты – накапливают жиры; протеинопласты - накапливают белок).

Лейкопласты могут переходить в хромо- и хлоропласты.

Пластиды размножаются делением, распределяясь примерно поровну между дочерними клетками.

*Строение и функции хлоропластов.* Их цвет зависит от наличия хлорофилла. Количество в клетке – 40-60, форма – овальная, размер – 3-4 мкм. Состоят из 3 мембран: наружной, внутренней, которая в отличие от митохондриальной – не имеет крист, и тилакоидной. Внутренняя мембрана образует систему мешочков, потерявших с нею связь – тилакоидов, которые уложены друг на друга в стопки. Они называются граны. Граны объединены друг с другом. В мембранах тилакоидов находится хлорофилл, здесь происходит световая стадия фотосинтеза, образуется АТФ, выделяется молекулярный кислород. Источником электронов в реакции фотосинтеза является окисление воды.

Внутри хлоропласта находится строма (похожая по составу на митохондриальный матрикс), в ней протекают темновые реакции фотосинтеза, которые продолжаются в цитоплазме клетки (образование глюкозы из углекислого газа). Источником энергии в этих реакциях являются АТФ и НАДФН, синтезированные в ходе световых реакций фотосинтеза.

*Основные функции хлоропластов:*

1. Образование органических веществ (глюкозы) из неорганических (углекислого газа и воды) на свету в процессе фотосинтеза.

2. Образование АТФ и молекулярного кислорода (в процессе фотосинтеза).

3. Синтез жирных кислот с помощью ферментов, находящихся в строме, при этом используются АТФ и углеводы.

4. Восстановление нитрита ( $\text{NO}_2^-$ ) до аммиака ( $\text{NH}_3$ ) за счет энергии электронов. В растениях этот аммиак служит источником азота при синтезе аминокислот, нуклеотидов.

5. Синтез собственных белков (т.к. пластиды имеют собственную ДНК, рибосомы, в них идет синтез специфических белков пластид).

Предполагают, что пластиды в клетках эукариот имеют симбиотическое происхождение. Клетки эукариот вступили в симбиоз с цианобактериями на ранних этапах эволюции, при этом живой мир разделился на растения и животных.

Таким образом, можно выделить три ДНК, содержащих органоид эукариотических клеток: ядро, митохондрии и пластиды.

*Лизосомы* – мелкие сферические образования, ограниченные мембраной. Они содержат ферменты, участвующие в процессах расщепления.

Важнейшие функции лизосом:

1. Расщепление отмерших органоидов.
2. Переваривание пищевых веществ.

Ферменты лизосом находятся в мембранной упаковке потому, что иначе они могли бы переваривать все содержимое клетки. Образуются лизосомы из КГ и ЭПР.

Вакуоли – это мембранные компоненты зрелых клеток растений, мешочки, окруженные элементарной мембраной – тонопластом, внутри которых содержится водянистая жидкость.

*Основные функции вакуолей:*

1. Они поддерживают тургор.
2. Участвуют в процессах роста клетки.
3. В вакуолях накапливаются растворимые в воде вещества (фенолы, антоцианы, алкалоиды), а также белки и сахара.

Немембранное строение в клетке имеют следующие органоиды:

- ядрышко;
- хромосомы;
- рибосомы;
- клеточный центр;
- микротрубочки и микрофибриллы.

Строение и функции ядрышка были изложены выше.

*Хромосома* – это дезоксирибонуклеопротеид, это значит, она состоит из ДНК и белков (гистонов и негистоновых). Хромосомы видны во время деления клетки, в интерфазе они представлены хроматином. В хроматине масса белка почти в 2 раза превышает массу ДНК. Белки в хроматине служат для спирализации, очень плотной упаковки ДНК. Сверхспирализация ДНК необходима по двум причинам:

- для компактной укладки ДНК в ядре;
- для проверки целостности молекулы ДНК, т.к. репликация (удвоение ДНК) может происходить только на неповрежденных молекулах).

*Функции хромосом:*

1. В них в виде генов содержится информация о структуре клеток.
2. Они обеспечивают непрерывность жизни в процессе деления.
3. Постоянство числа и формы хромосом определяет кариотип вида.
4. Они обеспечивают существование вида на протяжении тысячелетий (обеспечивают наследственность).
5. Мутации, возникающие в ДНК хромосом, обеспечивают изменчивость и дают материал для отбора, т.е. способствуют эволюции.

*Клеточный центр* расположен вблизи ядра, состоит из 2 цилиндров (центриолей), длиной около 1 микрон (мкм), стенки которых образованы микротрубочками. Центриоли располагаются перпендикулярно друг другу. Главная функция: формирование веретена деления, благодаря которому хромосомы при делении клетки точно по-ровну расходятся к противоположным полюсам.

*Микротрубочки и микрофибриллы* участвуют в клеточном и внутриклеточном движении, определяют форму клеток, состоят из белка.

*Функции:*

1. Обеспечивают движение клеток.
2. Образуют нити веретена во время деления клетки, благодаря которым хромосомы точно расходятся к противоположным полюсам клетки.

*Рибосомы* – немембранные структуры, состоящие из РНК и белка. Это очень мелкие органоиды (диаметром 150-200 А), состоят из 2 субъединиц: большой и малой. Могут связываться с ЭПР, а также располагаться свободно в цитоплазме. Они составляют около 5% сухого вещества клетки (так, в клетках печени может, например, содержаться 107 рибосом).

Основная функция рибосом – это синтез белка. Рибосому рассматривают как маленькую передвижную фабрику, которая, двигаясь вдоль матрицы - молекулы и-РНК, осуществляет синтез пептидных связей между аминокислотами.

*Функции рибосом:*

1. Синтез белка.
2. Укладка белковых молекул в полипептидную цепь в соответствии с генетической информацией.

Рибосомы могут образовывать полисомы: скопления рибосом на нити И-РНК (их может быть от 5 до 70).

*Основные отличия растительных и животных клеток:*

1. Клетки растений поверх клеточной мембраны имеют прочную клеточную стенку из целлюлозы и пектина.
2. Клетки растений содержат пластиды.
3. В растительных клетках есть вакуоли.

### ***Содержание химических элементов в клетках***

В клетке обнаружено около 60 элементов, которые разделены на 3 группы.

Первая группа - наиболее распространенные элементы: О, С, N, H, (составляют 98% всего состава).

Вторая группа: К, S, P, Cl, Mg, Na, Ca (составляют около 1,9% всего состава).

Третья группа – микроэлементы (менее 0,01% всего состава).

Органические соединения характерны только для живой природы, они обязательно содержат атомы углерода и водорода.

Органические вещества клетки представлены: белками, жирами, нуклеиновыми кислотами, АТФ.

*Неорганические вещества клетки*

Вода. Содержание воды в клетке в среднем составляет 80%. Чем больше в клетке воды, тем интенсивнее в ней идут обменные процессы. В клетках эмбриона – 95% воды, в старых клетках – около 60%.

Содержание воды зависит от вида ткани (в нервных клетках – 85%, в жировых – 40%). При потере клеткой 20% воды наступает ее смерть. Без потребления воды человек может жить не более 14 дней.

*Функции воды:*

1. Она определяет тургор клеток.
2. Это среда, в которой протекают химические реакции.
3. Участвует в гидролизе (расщеплении) белков, жиров, углеводов.
4. Она участвует в терморегуляции.
5. Является хорошим растворителем.

*Соли – они образованы катионами и анионами.*

*Функции солей:*

1. Поддерживают разность концентрации катионов и анионов на поверхности мембран, обеспечивая трансмембранный потенциал, составляющий около 100 мВ.
2. Обеспечивают буферные свойства клеток (способность поддерживать кислотность растворов на одном уровне при добавлении кислоты или щелочи).
3. От солей зависят осмотические свойства клетки (способность изменять объем).
4. Нерастворимые соли входят в состав костей, зубов, раковин.

Микроэлементы входят в состав органических веществ (Zn, Mn, Co входят в состав ферментов; Fe – в состав гемоглобина; Mn – в состав хлорофилла, иод - в состав тироксина – гормона щитовидной железы).

### ***Строение и функции белков***

Белки – полимеры с высокой молекулярной массой. Мономерами белков являются 20 аминокислот. Аминокислоты в белке связаны друг с другом пептидной связью, которая возникает в результате того, что из аминогруппы одной аминокислоты и карбоксильной группы другой выделяется молекула воды, а освободившиеся электроны образуют пептидную связь. Поэтому белки часто называют ***полипептидами***.

Молекулы белков имеют огромные размеры - это цепи из нескольких десятков или сотен аминокислот, поэтому их называют макромолекулами.

Полипептиды – это молекулы меньшие, чем белки. Белки делятся на протеины, состоящие только из аминокислот, и протеиды, которые содержат небелковую часть (например, гем в молекуле гемоглобина). Обычно белки либо свернуты в клубок (глобулу), либо представляют собой нить – фибриллу. Способ укладки зависит от последовательности аминокислот.

Существует несколько уровней организации молекулы белка:

Первичная структура – это последовательное соединение аминокислот друг с другом с помощью пептидных связей согласно генетическому коду.

Вторичная структура – это укладка молекулы белка за счет водородных связей между пептидными группами (α - спираль образована водородными связями, расположенными параллельно оси спирали; β-спираль – связями, расположенными перпендикулярно им).

Третичная структура – пространственная конфигурация, образованная между молекулами серы дисульфидными связями.

Четвертичная структура – образуется при взаимодействии нескольких белковых глобул (субъединиц).

Потеря природной структуры белка – денатурация может быть обратимой и необратимой, она может происходить под действием температуры. Вначале разрушается четвертичная, затем третичная - и вторичная структуры. Яичный белок денатурирует при 60-70°C, миозин – при 40-50 °C.

*Функции белков в клетке:*

1. Строительная (волосы и сухожилия построены из белка, форма эритроцитов и органоидов клетки зависит от структуры белков, они входят в состав мембран).



2. Каталитическая функция (большинство ферментов имеют белковую структуру, они ускоряют химические реакции в клетке).

3. Двигательная (актин и миозин – в мышцах, тубулин – в микротрубочках, жгутиках обеспечивают движение).

4. Транспортная (гемоглобин переносит O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, транспорт через мембраны осуществляется белками).

5. Защитная функция (антитела связываются с чужеродными белками и клетками).

6. Энергетическая (1 г белка при расщеплении дает 17.6 кДж).

7. Регуляторная (гормоны, выделяемые железами внутренней секреции, изменяют обмен веществ в организме).

### ***Углеводы.***

В клетках растений они могут составлять 90% их сухой массы. В животных клетках углеводов мало – 1-5%.

#### ***Виды углеводов:***

1. Моносахариды, они сладкие на вкус, т.к. водорастворимы (гексозы - содержат 6 атомов углерода – глюкоза, фруктоза, галактоза; пентозы – содержат 5 атомов углерода – рибоза и дезоксирибоза).

2. Полисахариды – это полимеры из моносахаров – сахароза (состоит из глюкозы и фруктозы); молочный сахар (состоит из глюкозы и галактозы). Крахмал – разветвленный полисахарид растительного происхождения, гликоген – полисахарид животного происхождения. Целлюлоза – линейный полисахарид растительного происхождения.

#### ***Функции углеводов:***

1. Энергетическая (1 г дает 17,6 кДж энергии).

2. Строительная (входят в состав клеточной стенки растений, хитинового покрова насекомых).

3. У растений некоторые гормоны - углеводы.

### ***Липиды.***

Липиды – это нерастворимые в воде жиры и жироподобные вещества, состоящие из глицерина и высокомолекулярных жирных кислот.

Обычно жиры составляют от 5 до 15% массы клетки, в жировых клетках их до 90%. Жир сосредоточен в подкожной жировой клетчатке и в сальнике. Много жира в молоке. У растений жир содержится в семенах и плодах. Его много в мозге и желтке яиц.

#### ***Функции липидов :***

1. Энергетическая (1 г жира дает 38.9 кДж)

2. Структурная функция (липиды - основа биомембран).

3. Защитная (от механического воздействия защищает слой жира, он выполняет теплоизоляционную функцию).

4. Синтетическая функция (из липидов синтезируются гормоны).

5. Регулируют проницаемость плазматической мембраны.

### ***Нуклеиновые кислоты***

Это ДНК (дезоксирибонуклеиновая) и РНК (рибонуклеиновая кислоты). Впервые обнаружены в ядрах, поэтому получили такое название (от латинского *nucleus* – ядро).

ДНК – полинуклеотид, ее мономерами являются нуклеотиды. Нуклеотиды соединяются друг с другом с помощью прочных ковалентных связей. Нуклеотид состоит из трех составных частей: азотистого основания, пятиуглеродного сахара – дезоксирибозы и остатка фосфорной кислоты. В ДНК содержатся 2 типа азотистых оснований: пуриновые – аденин (А) и гуанин (Г) и пиримидиновые – тимин (Т) и цитозин (Ц).

Молекула ДНК – это 2 закрученных друг вокруг друга полинуклеотидных цепи, которые соединяются водородными связями, возникающими между азотистыми основаниями двух цепей.

В молекулу ДНК может входить до 30 000 нуклеотидов.

Для ДНК характерной особенностью является комплементарность, суть которой в том, что азотистые основания в 2 цепях ДНК соединяются в определенном соответствии: пурины – с пиримидинами (аденин посредством двух водородных связей соединяется с тимином, а цитозин посредством трех водородных связей – с гуанином). Водородные связи непрочные, поэтому при кислотном-щелочном титровании возможна денатурация ДНК (разрыв водородной связи). Вследствие комплементарности азотистых оснований процесс денатурации обратим.

*При ответе на вопрос целесообразно привести модель ДНК, разработанную Уотсоном и Криком, она приведена в учебнике.*

Количество ДНК в клеточном ядре меняется пропорционально плоидности.

### **Репликация ДНК**

Свойство репликации, или самоудвоения ДНК – уникальное свойство этой молекулы, больше ни одна другая молекула им не обладает.

Основные принципы репликации ДНК:

1. *Матричный* характер (одна цепь ДНК является "слепком", матрицей для построения новой – "дочерней" цепи ДНК).

2. *Комплементарность* нуклеотидов при построении "дочерней" цепи ДНК (о ней было сказано выше).

3. *Полуконсервативность* – это значит, что вновь синтезированная ДНК представлена одной "материнской" и одной вновь синтезированной цепью.

Репликация начинается с образования вилки репликации, при этом в молекуле ДНК происходит разрыв водородных связей. Удвоение ДНК – это сложный ферментативный процесс, в котором принимают участие следующие ферменты:

- геликаза (производит разрыв водородных связей);
- гираза (ослабляет сверхспирализацию молекулы);
- SSB-белок (связывается с одноцепочечным участком и препятствует воссоединению цепей ДНК в репликативной вилке);
- ДНК-полимераза III (ведет полимеризацию нуклеотидов);
- ДНК-полимераза II (начинает репликацию, присоединяя первый нуклеотид к праймеру);
- РНК-полимераза (праймаза) - начинает синтез ДНК, синтезирует праймер);
- ДНК-полимераза I (контролирует правильность построения ДНК по принципу комплементарности).

Репликация в клетках происходит в S-период интерфазы. После репликации количество ДНК в клетке увеличивается в 2 раза и хромосомы становятся дихроматидными, состоящими из 2 хроматид.

**РНК** – это одноцепочная полинуклеотидная цепь. Содержится как в ядре, так и в цитоплазме.

*Отличия РНК от ДНК:*

1. РНК чаще одноцепочечная молекула.
2. Вместо азотистого основания тимина в молекуле РНК содержится урацил.
3. Углевод, входящий в состав РНК, - рибоза.
4. РНК значительно меньше молекулы ДНК (содержит от 50 до нескольких тысяч нуклеотидов).

*Виды РНК и их функции*

1. Информационная или матричная РНК (и-или-м-РНК). Она участвует в транскрипции - переносе генетической информации от молекулы ДНК на рибосомы, к месту синтеза белка. Образуется и-РНК в результате процессинга – ферментативного процесса "вырезания" из про-и-РНК некодирующих участков – интронов и сплайсинга – ферментативного "сшивания" кодирующих синтез белка участков гена – экзонов.

2. Про-и-РНК – это РНК-предшественник, является копией участка молекулы ДНК, содержит кодирующие белок участки – *экзоны* и некодирующие участки генов – *интроны*.

3. Т-РНК – транспортная РНК – доставляет аминокислоты к рибосомам – месту синтеза белка.

4. Р-РНК – рибосомальные РНК являются структурными компонентами рибосом.

У некоторых вирусов РНК составляет структуру хромосом, в ней записана генетическая информация. Есть примеры двунитевых РНК.

*Аденозинтрифосфорная кислота*

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) играет в энергетике клетки особую роль, являясь источником энергии.

АМФ (аденозинмонофосфат) входит в состав всех РНК, если к ней присоединяются еще 2 молекулы фосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ), она превращается в АТФ и становится источником энергии, которая запасается в двух последних остатках фосфатов.

АТФ – это нуклеотид который состоит из азотистого основания – аденина, углевода – рибозы и трех остатков фосфорной кислоты:

Фермент АТФ-аза может отщеплять остатки фосфорной кислоты.

При отщеплении одной молекулы фосфорной кислоты АТФ переходит в АДФ (аденозиндифосфорную кислоту), двух молекул – в АМФ (аденозинмонофосфорную). Реакция отщепления каждой из двух последних молекул фосфорной кислоты сопровождается освобождением около 40 кДж энергии, поэтому эти связи между фосфорной кислотой называются *макроэргическими*. АДФ может присоединить молекулу фосфорной кислоты, при этом поглощается около 40 кДж энергии.

*Энергетический обмен в клетке и его сущность*

Энергетический обмен – это совокупность реакций расщепления – диссимиляция, которая сопровождается освобождением энергии. Результатом диссимиляции является образование АТФ. АТФ в клетке очень мало (около 0,04%), поэтому, чтобы клетка существовала, в ней должна образовываться энергия, она освобождается при расщеплении веществ и их окислении.

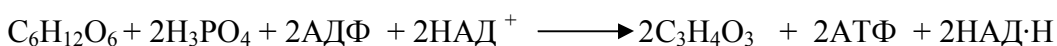
В основном АТФ синтезируется в митохондриях клетки и транспортируется по ЭПР во все ее части. Энергетический обмен в организме включает 3 этапа:

1. *Подготовительный* (сложные органические вещества распадаются на простые под действием ферментов). Белки под действием протеаз расщепляются до аминокислот, жиры под действием липаз – до жирных кислот и глицерина, углеводы под действием карбогидраз – до глюкозы.

На этом этапе энергия не запасается, а рассеивается в виде тепла.

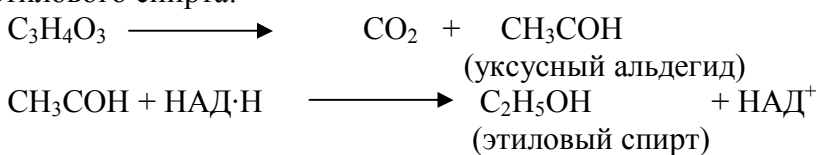
2. Второй этап – *гликолиз* (бескислородный – анаэробный, не полный, брожение).

Происходит в цитоплазме клетки и не связан с мембранами. На этом этапе расщепляется глюкоза, образовавшаяся на первом этапе, до пировиноградной кислоты:



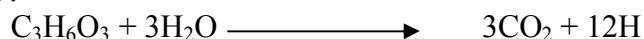
Переносчиком электронов и  $H^+$  является никотинамидадениндинуклеотид ( $НАД^+$ ) и его восстановительная форма  $НАД\cdot H$

Гликолиз – это многоступенчатый процесс, пировиноградная кислота распадается до этилового спирта:



В ходе бескислородного расщепления 1 моль глюкозы выделяется около 200 кДж энергии, 80 из которых запасается в 2 молекулах АТФ, остальная энергия теряется в виде тепла.

3. Третий этап – гидролиз (кислородный – аэробный, полный, дыхание). Он происходит в митохондриях (в матриксе и внутренней мембране на кристах). Конечными продуктами обмена являются  $CO_2$  и  $H_2O$ . Расщепляется молочная кислота,  $CO_2$  выделяется в атмосферу,  $H$  включается в цепь реакций, результатом которых является синтез АТФ.



Атомы водорода с помощью ферментов переносятся на внешнюю сторону крист (в межмембранное пространство, где накапливаются протоны).

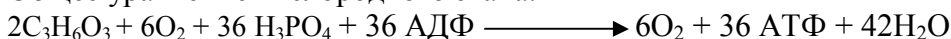
Электроны переносятся на внутреннюю сторону крист (в сторону матрикса), где соединяются с молекулярным кислородом, при этом образуется вода.

На внутренней стороне крист (со стороны матрикса) уменьшается число ионов водорода, образуется отрицательный электрический заряд. Вода, отдавая протоны, превращается в анионы гидраксония.

Таким образом, внутренняя мембрана митохондрий заряжается снаружи положительно, а со стороны матрикса – отрицательно. Когда разность потенциалов по разные стороны мембраны достигает 200 мВ, протоны начинают двигаться по каналу АТФ-синтетазы с наружной стороны мембраны крист в сторону матрикса. При этом создается высокий уровень энергии, большая часть ее используется на синтез АТФ из АДФ и фосфора:

Кислород, поступающий во время дыхания в митохондрию, необходим для присоединения протонов водорода ( $H^+$ ). Если не будет кислорода, то не будет функционировать электрон-транспортная цепь, и в клетке не будет синтезироваться энергия.

Общее уравнение кислородного этапа:

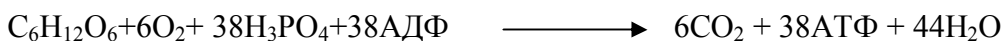


На этом этапе освобождается 2600 кДж энергии. На образование 36 молекул АТФ расходуется 1440 кДж (36 моль  $40 \text{ кДж} = 1440 \text{ кДж}$ ), или 54 % от 2600.

Таким образом, мы видим, что кислородный этап диссимиляции в 18 раз эффективнее гликолиза, т.к. на этапе гликолиза образуются всего две молекулы АТФ ( $36:2=18$ ).

Отсюда следует, что основную роль в обеспечении клетки энергией играет дыхание.

В заключение ответа на вопрос о диссимиляции целесообразно привести суммарное уравнение расщепления глюкозы:



Клетка при расщеплении глюкозы суммарно сохраняет 1520 кДж, или 55% энергии:

$$\begin{array}{r} 80 \text{ кДж} \quad + \quad 1440 \text{ кДж} = 1520 \text{ кДж} \\ (\text{при гликолизе}) \quad (\text{при гидролизе}) \end{array}$$

Поэтому реакции диссимиляции в клетке называют *энергетическим обменом*. Энергия АТФ используется клеткой в процессе жизнедеятельности.

КПД диссимиляции – 55%, а у лучших двигателей внутреннего сгорания, сконструированных человеком, всего 35%, таким образом, клетка работает гораздо эффективнее, чем сконструированные машины. Если бы человеку удалось увеличить КПД машин до уровня клетки, это была бы революция в механике.

### ***Пластический обмен***

*Пластический обмен* (ассимиляция) – это синтез веществ, осуществляемый клеткой.

По способу получения органических соединений все клетки делятся на:

- автотрофные;
- гетеротрофные;
- миксотрофные.

Автотрофы – клетки, синтезирующие органические вещества из неорганических:

- фототрофы – клетки, получающие энергию для синтеза за счет поглощения квантов света, сопровождающейся фотолизом воды. Растения - главные фотосинтетики на Земле;

- хемотрофы – клетки, получающие энергию за счет окислительно-восстановительных реакций (нитрифицирующие, железо- и серобактерии).

Гетеротрофы – клетки, не способные синтезировать органические вещества из неорганических ( в основном, это клетки животных и паразитических растений - повиллика, заразиха; грибы, бактерии).

Миксотрофы – это клетки, совмещающие и тот и другой тип питания (пример: эвглена зеленая).

### **Фотосинтез**

Это сложный многоступенчатый процесс, в результате которого из неорганических веществ - углекислого газа и воды на свету образуется органическое вещество.

Фотосинтез осуществляется в хлоропластах, состоит из 2 фаз:

- световой;
- темновой.

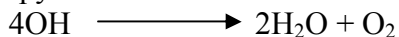
В гранах тилакоидов протекает световая фаза, в строме хлоропластов – темновая.

*Световая фаза.* Начинается с освещения хлоропласта видимым светом. Под действием квантов света некоторые электроны в молекуле хлорофилла переходят на более высокий энергетический уровень. Выбитый электрон может вернуться обратно, при этом освобождается энергия, которая рассеивается в виде тепла.

Возбужденные светом электроны попадают на цепь ферментов, которая передает их на внешнюю сторону мембраны тилакоидов, которая заряжается отрицательно.

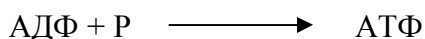
Место вышедших электронов в молекуле хлорофилла занимают электроны, образующиеся при фотолизе (разложении) воды.

Радикалы, соединяясь между собой, образуют кислород, который выделяется в атмосферу:

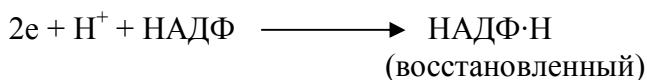


В реакции фотолиза принимает участие марганец тилакоида. Он приобретает заряд  $\text{Mn}^{+7}$ , который становится сильным окислителем. Протоны ( $\text{H}^+$ ), образовавшиеся в результате фотолиза, выбрасываются на внутреннюю поверхность мембраны тилакоида, которая заряжается положительно.

Когда разность потенциалов на мембране тилакоидов достигает 200 мВ, через протонные каналы ферменты АТФ-синтетазы начинают проталкивать протоны ( $\text{H}^+$ ) на внешнюю поверхность мембраны. В этот момент из АДФ и фосфора синтезируется АТФ:



Кроме того,  $\text{H}^+$  используется в реакциях восстановления сложного органического соединения НАДФ (никотинамидадениндинуклеотидфосфата):



За счет энергии АТФ при участии НАДФ·Н происходит восстановление  $\text{CO}_2$  до глюкозы в темновую фазу.

Таким образом, в световую фазу осуществляются 4 процесса:

1. Образование молекулярного кислорода ( $\text{O}_2$ ), который выделяется в атмосферу.
2. Синтезируется АТФ (она необходима для обеспечения жизненных процессов в клетке).
3. НАДФ<sup>+</sup> восстанавливается в НАДФ·Н (при участии НАДФ·Н проходит темновая фаза фотосинтеза).
4. Образуется атомарный водород, который участвует в образовании углеводов в темновой фазе.

*Темновая фаза фотосинтеза.* Осуществляется в строме хлоропластов. Туда поступает АТФ, НАДФ·Н (от тилакоидов) и  $\text{CO}_2$  – из воздуха.

В строме постоянно присутствуют пентозы ( $\text{C}_5$ ), к ним присоединяется  $\text{CO}_2$  (реакции карбоксилирования):

$\text{C}_5 + \text{CO}_2$  образуются  $\text{C}_6$  (нестойкие гексозы, которые расщепляются на

трехуглеродные триозы ( $C_3$ ). Две триозы принимают по одной фосфатной группе от АТФ, при этом они обогащаются энергией. Каждая из триоз, присоединяет по одному атому водорода от 2 НАДФ·Н.

После этого 2 триозы объединяются и образуют углевод – глюкозу.

$2C_3$  образуется  $C_6$  образуется  $C_6H_{12}O_6$

Суммарная реакция темновой фазы фотосинтеза:

$6CO_2 + 24H$  образуется  $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$

Суммарная реакция фотосинтеза:

(на свету)

$6CO_2 + 6H_2O$  образуется  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ , который выделяется в атмосферу

### ***Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных растений***

Жизнь на Земле зависит от фотосинтеза. Ежегодно растения образуют > 100 млрд. т. органического вещества;

- фиксируют >  $900 \times 10^{15}$  кДж солнечной энергии;
- усваивают > 170 млрд.т  $CO_2$ ;
- разлагают > 130 млрд.т  $H_2O$ ;
- выделяют > 200 млрд.т  $O_2$ .

Они образуют жизненную среду для животных и микроорганизмов (гетеротрофов). Так, например, человек потребляет в год такое количество  $O_2$  в процессе дыхания, которое вырабатывается 10-12 деревьями в течение вегетации.

1 г органического вещества синтезируется на  $1m^2$  листьев в час – такова средняя продуктивность фотосинтеза.

Повысить продуктивность фотосинтеза можно за счет повышения до определенных пределов уровня  $CO_2$  и  $H_2O$ , улучшения освещения и влажности, создания сортов с вертикальным расположением листьев.

КПД фотосинтеза 1-2% в расчете на поглощенную световую энергию (это значит, что в урожай переходит лишь 1-2% солнечной энергии).

*Значение фотосинтеза:*

1. В процессе фотосинтеза образуется органическое вещество (углевод) из неорганических веществ ( $CO_2$  и  $H_2O$ )
2. Поддерживает состав атмосферы.
3. Предотвращает перегрев Земли (удаляя из атмосферы  $CO_2$ ).
4. Создает озоновый слой ( $O_3$ ).

### ***Биосинтез белков***

Биосинтез белков идет в каждой живой клетке. Наиболее активно он идет в молодых клетках, а также в секреторных, где синтезируются белки-ферменты и белки-гормоны.

Набор из 20 аминокислот абсолютно одинаков, универсален для всей живой природы на Земле от бактерий до человека. Отличаются же белки числом и последовательностью аминокислот. 20 аминокислот могут образовывать 1024 комбинаций. Такое количество белков создает практически бесконечное разнообразие признаков и свойств организмов.

Способность к синтезу только определенного белка является наследственным свойством организмов. Основная роль в определении структуры белков принадлежит ДНК. Структура белка закодирована в гене. Ген – это участок ДНК, выполняющий определенную функцию, например, содержащий информацию о структуре белка. Одна молекула ДНК может содержать несколько сотен генов.

В молекуле ДНК записан код о последовательности аминокислот в белке. Сущность генетического кода состоит в том, что аминокислоте соответствует участок цепи

ДНК. Таким образом, генетический код - это последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК, определяющая последовательность аминокислот в белке.

#### *Свойства генетического кода*

1. Генетический код триплетен, это значит, что каждой аминокислоте соответствует участок цепи ДНК из 3 нуклеотидов (триплетов, кодонов).

2. Генетический код вырожден. Это значит, что одна аминокислота может кодироваться 1-6 триплетами. Разных аминокислот - 20, число возможных сочетаний из 4 нуклеотидов (А, Т, Г, Ц) по 3 равно 64. Следовательно, триплетов-с избытком для кодирования всех аминокислот.

3. Считывание генетической информации начинается с определенной точки, обычно это триплет АУГ, отвечающий за присоединение к белку аминокислоты метионина, если он находится в начале и-РНК.

4. Считывание генетического кода происходит последовательно в соответствии с расположением триплетов, триплеты ничем не отделены друг от друга, не перекрываются. Один триплет не может входить в другой триплет.

5. Универсальность генетического кода. Это означает, что генетический код практически одинаков у всех живых организмов от бактерий до человека, т.е. включение в белок определенной аминокислоты кодируется одними и теми же кодонами. Немного отличается генетический код митохондрий, у митохондрий дрожжей, быка, человека кодон УГА, обычно останавливающий синтез белка, кодирует аминокислоту триптофан, существует и еще несколько отличий, поэтому в последнее время говорят не об универсальности, а о квазиуниверсальности генетического кода.

Биосинтез белка – сложный многоступенчатый ферментативный процесс, представляющий собой цепь реакций, протекающих по принципу матричного синтеза. Суть реакций матричного синтеза в том, что молекулы белка синтезируются в точном соответствии с генетическим кодом, и-РНК является матрицей, на которую с ДНК переписана информация о белке.

Синтез белка идет в несколько этапов. Хотя белок закодирован в ДНК, сама ДНК не принимает участия в синтезе. Она находится в ядре, а синтез идет в рибосомах цитоплазмы. Как же генетическая информация передается из ядра в рибосомы?

Перед началом биосинтеза с молекулы ДНК информация по принципу комплементарности переписывается на про-и-РНК (про-и-РНК – это РНК-предшественник), которая является копией гена, содержит экзоны и интроны.

Про-и-РНК отличается от ДНК тем, что она одноцепочечная, содержит урацил вместо тимина и рибозу вместо дезоксирибозы.

Перенос генетической информации с молекулы ДНК осуществляет информационная или матричная РНК (и-РНК, м-РНК).

Переписывание генетической информации с молекулы ДНК на молекулу и-РНК называется транскрипцией. Транскрипция осуществляется по принципу комплементарности.

Аминокислоты к месту синтеза белка доставляются т-РНК. Молекулы т-РНК короткие – 70-80 нуклеотидов, имеют вторичную структуру, свернуты в форме клеверного листа.

К акцепторной зоне т-РНК крепится аминокислота, в петле антикодона содержится триплет, который комплементарен триплету ДНК.

"Сборка белка" происходит в рибосомах. К рибосомам из ядра поступает и-РНК, которая располагается между большой и малой субъединицами. Транспортная РНК с аминокислотой с помощью петли антикодона присоединяется к кодону и-РНК. Если кодону антикодон комплементарны друг другу, то аминокислота, образуя пептидную



связь, присоединяется к белку, а рибосома продвигается на один "шаг" вдоль и-РНК. Отдав аминокислоту т-РНК покидает рибосому, ей на смену приходит другая, с другой аминокислотой. Так, звено за звеном собирается полипептидная цепь белка.

Этот процесс называется трансляцией – передачей генетической информации. Часто синтез белка идет на полисомах – нитях и-РНК с "нанизанными" на них рибосомами.

Синтез белка идет быстро, в животных клетках движение на величину одного кодона (один "шаг"), происходит со скоростью 1/7 сек. У бактерий этот процесс осуществляется в 2-3 раза быстрее. У кишечной палочки синтез полипептидной цепи из 300-400 аминокислот завершается в течение 10-20 сек.

### ***Вирусы, особенности их строения и жизнедеятельности***

Мельчайшие частицы, которые могут считаться живыми – это вирусы. Некоторые из них известны тем, что выступают в качестве возбудителей таких болезней, как СПИД, грипп, полиомиелит и менингит и др.

Они открыты в конце 1892 г, когда удалось показать, что некоторые болезни, например, мозаичная болезнь табака, могут передаваться размножающимися частицами. Они были настолько мелки, что проходили сквозь поры бактериальных фильтров.

Вирусы – это облигатные паразиты животных, растений и микроорганизмов, это значит, что они не могут размножаться самостоятельно. Попав в клетку хозяина, вирусы перестраивают ее обмен так, что она начинает синтезировать новые необходимые вирусу вещества. И хотя вирусы, не имеют клеточного строения, могут кристаллизоваться и не могут осуществлять собственный метаболизм, их все-таки считают живыми организмами, т.к. они способны размножаться.

Вирусы состоят из нуклеиновых кислот и белков. Некоторые вирусы, главным образом растительные, содержат РНК, вирусы животных и бактерий – ДНК. Они могут иметь разную форму (шар, палочка, головка с хвостом, например, фаг Т-4). В генетических исследованиях используются вирусы бактерий – бактериофаги.

Фаг Т-4 состоит из 6-угольной головки и хвоста. В головке находится туго скрученная спираль ДНК. К бактерии фаг крепится хвостовыми нитями. Оболочка клетки разрушается ферментами, и нить ДНК впрыскивается внутрь клетки-хозяина. Работа бактериальной клетки при этом прекращается. ДНК клетки распадается. Вирусная ДНК переключается на синтез белков вируса. ДНК вируса начинает производить себе подобных. Примерно за 20 мин образуется несколько сот зрелых фагов. Они переполняют клетку, оболочка её разрывается и частицы фага готовы поразить новые бактерии.

Ретровирусы – это РНК содержащие вирусы. Они имеют фермент – обратную транскриптазу, которая синтезирует ДНК на матрице РНК, эта двуцепочная ДНК может встраиваться в геном клетки.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Сколько химических элементов можно обнаружить в клетке?
2. Какие вещества называются органическими?
3. Какова роль воды в клетке?
4. Какова роль солей в организме?
5. Как по ионному составу можно отличить живую клетку от мертвой?
6. Какие органические вещества клетки имеют наибольшее значение?
7. Что такое АТФ? Какова ее функция?
8. Что такое белки, и каковы их функции в клетке?
9. Сколько видов аминокислот входит в состав белка?
10. Чем отличаются пептиды от белков?
11. Сколько уровней структуры белка вы знаете?

12. Что такое денатурация белка, обратима ли она?
13. Какова энергетическая ценность белков?
14. Как различаются животные и растения по содержанию в клетках углеводов?
15. Какие углеводы имеют сладкий вкус?
16. Что представляют собой полисахариды? Примеры.
17. Какие важные пентозы вы знаете?
18. Функции углеводов в клетке.
19. Содержание жира в клетках.
20. Основные функции жиров в клетке.
21. Энергетическая ценность жиров в сравнении с белками и углеводами.
22. Почему нуклеиновые кислоты так называются?
23. Модель ДНК Уотсона и Крика.
24. Отличие ДНК от РНК.
25. Что такое комплементарность?
26. Какие химические связи существуют в молекуле ДНК?
27. Что такое репликация ДНК?
28. Принципы репликации.
29. Типы РНК и их функции.
30. Что такое АТФ? Где она образуется в клетке?
31. Как устроена прокариотическая клетка?
32. Отличие клеток про- и эукариот.
33. Перечислите мембранные и немембранные органоиды эукариотической клетки.
34. Функции ЭПР.
35. Функции КГ.
36. Функции ядрышка.
37. Функции ядра.
38. Функции лизосом.
39. Что такое рибосомы?
40. Строение и функции митохондрий?
41. Строение и функции пластид.
42. Что такое хромосома?
43. Почему в хромосоме количество белка больше, чем ДНК?
44. Что такое пластический обмен?
45. Что такое ассимиляция?
46. За счет каких процессов в клетке образуется АТФ?
47. Какие 3 этапа энергетического обмена вы знаете?
48. На каком из этапов запасается энергия и в каком количестве?
49. КПД кислородного этапа.
50. Типы питания живых организмов.
51. Напишите суммарное уравнение реакции фотосинтеза.
52. Какие главные процессы идут в световую стадию фотосинтеза?
53. Что происходит в темновую стадию фотосинтеза?
54. Что такое ген?
55. Что такое реакция матричного синтеза?
56. Дайте определение генетического кода и перечислите его свойства.
57. Что такое транскрипция?
58. Особенности т-РНК и ее функции.
59. Что такое кодон и антикодон?
60. Что такое трансляция?

61. Особенности строения вирусов.
62. Какие признаки вирусов позволяют считать их живыми?
63. Какие признаки свидетельствуют о том, что вирусы - неживые организмы.
64. Как устроен бактериофаг Т-4?
65. Что такое ретровирусы?

#### Тесты для промежуточного контроля

##### Содержание теста

##### **Тема: Строение эукариотической клетки**

I:

S: Основные положения «клеточной теории» сформулировали:

- : А. Левенгук;
- : Т. Шванн;
- : Р. Гук;
- : Р. Вирхов.

I:

S: Чем клетки растений отличаются от клеток животных?

- : в клетках растений имеются митохондрии;
- : в клетках растений имеются пластиды;
- : в клетках растений имеется ядро;
- : верны все ответы

I:

S: Термин «клетка» в биологию ввел:

- : Р. Гук;
- : А. Левенгук;
- : Р. Броун.
- : верны все ответы

I:

S: Молекула липида, входящего в состав клеточной мембраны имеет:

- : гидрофильную головку и гидрофобный хвост;
- : гидрофобную головку и гидрофильный хвост;
- : гидрофильные головку и хвост;
- : гидрофобные головки и хвост;

I:

S: Где в клетке расположено ядро?

- : в вакуоли;
- : в цитоплазме;
- : в хлоропласте;
- : верны все ответы

I:

S: Основная функция митохондрий -это:

- : фотосинтез;
- : синтез белка;
- : синтез АТФ;

-: верны все ответы

I:

S: Лизосомы формируются на:

- : каналах гладкого ЭПР;
- : каналах шероховатого ЭПР;
- : цистернах аппарата Гольджи;
- : внутренней поверхности плазматической мембраны.

I:

S: У прокариот функцию ядра выполняет:

- : мезосома;
  - : нуклеоид;
  - : ядрышко.
- : верны все ответы

I:

S: Свою собственную генетическую систему имеют:

- : комплекс Гольджи;
- : эндоплазматический ретикулум;
- : митохондрии;

I:

S: Свою собственную генетическую систему имеют:

- : комплекс Гольджи;
- : эндоплазматический ретикулум;
- : хлоропласты;

I:

S: Какова главная особенность растительной клетки?

- : наличие в ней лизосом;
- : наличие мембраны;
- : наличие пластид;
- : наличие ядра.

I:

S: Растительная клетка, в отличие от животной имеет -

- : лизосомы;
- : мембрану;
- : пластиды;
- : ядро.

I:

S: Растительная клетка, в отличие от животной имеет -

- : лизосомы;
- : митохондрии;
- : клеточную стенку;
- : ядро.

I:

S: Растительная клетка, в отличие от животной имеет -  
-: шероховатый ЭПР;  
-: митохондрии;  
-: вакуоли;  
-: ядро.

I:  
S: Животная клетка, в отличие от растительной имеет -  
-: шероховатый ЭПР;  
-: митохондрии;  
-: клеточный центр;  
-: ядро.

I:  
S: Впервые клетки с помощью светового микроскопа обнаружил:  
-: Р. Гук;  
-: А. Левенгук;  
-: М. Шлейден;  
-: Т. Шванн.

I:  
S: В состав клеточной стенки растений входит:  
-: хитин;  
-: муреин;  
-: целлюлоза;  
-: глюкоза

I:  
S: Ядро в клетке:  
-: обеспечивает передвижение веществ;  
-: придает клетке форму;  
-: хранит и передает генетическую информацию;  
-: выполняет защитную функцию.

I:  
S: Какие функции выполняет цитоплазма в клетке?  
-: обеспечивает связь между ядром и органоидами клетки;  
-: в ней происходит репликация ДНК;  
-: в ней происходит транскрипция;  
-: верны все ответы.

I:  
S: Пищеварительные (гидролитические) ферменты, содержащиеся в лизосомах, образуются в:

-: каналах гладкого ЭПР;  
-: шероховатого ЭПР;  
-: цистерны комплекса Гольджи;  
-: в митохондриях.

I:

S: Хлоропласты при определенных условиях превращаются в:

- : хромопласты;
- : митохондрии;
- : лизосомы;
- : вакуоли.

I:

S: Рибосомы в клетках прокариот расположены:

- : в цитоплазме;
- : на мембранах гранулярного ЭПР;
- : в митохондриях;
- : верны все ответы.

I:

S: Прокариоты, в отличие от эукариот, не имеют:

- : рибосом;
- : клеточной стенки;
- : оформленного ядра;
- : ДНК.

I:

S: Транспорт веществ в клетку и обратно осуществляется:

- : пластидами;
- : митохондриями;
- : клеточной мембраной;
- : ядром.

I:

S: Синтез АТФ происходит в:

- : каналах ЭПР;
- : в диктиосомах КГ;
- : в митохондриях;
- : хлоропластах.

I:

S: Клеточный центр присутствует в клетках:

- : всех организмов;
- : только животных;
- : только растений.

I:

S: Ядро имеют все клетки:

- : за исключением клеток прокариот;
- : за исключением клеток грибов;
- : за исключением клеток лишайников.

I:

S: В состав хроматина ядра входит:

- : ДНК;
- : и-РНК;

- : белок, ДНК;
- : белок, и-РНК.

I:

S: К прокариотам относятся:

- : грибы;
- : лишайники;
- : бактерии;
- : зеленые водоросли.

I:

S: Хлоропласты это пластиды:

- : бесцветные;
- : зеленые;
- : желтые;
- : оранжевые.

I:

S: Функция хромосом – это:

- : фотосинтез;
- : синтез белка;
- : хранение и передача наследственной информации;
- : синтез АТФ.

I:

S: В состав мембраны клетки входят:

- : белки и липиды;
- : липиды и углеводы;
- : углеводы и белки;
- : белки и фосфор.

I:

S: Растения в отличие от животных:

- : образуют в ходе фотосинтеза органические вещества;
- : питаются готовыми органическими веществами;
- : имеют клеточное строение;
- : имеют клеточную мембрану.

I:

S: Какие образования отсутствуют в клетках животных?

- : ядро;
- : рибосомы;
- : митохондрии;
- : пластиды.

I:

S: К эукариотам относятся:

- : бактерии;
- : сине-зеленые водоросли (цианеи);
- : растения;

-: вирусы.

I:

S: Диктиосомы входят в состав КГ:

- : бактерий;
- : грибов;
- : растений;
- : животных.

I:

S: Хроматин находится в:

- : хлоропластах;
- : митохондриях;
- : ядре;
- : ядрышке.

I:

I:

S: Митохондрии содержатся в цитоплазме:

- : бактерий;
- : сине-зеленых водорослей;
- : всех клеток, за исключением клеток прокариот;
- : всех клеток прокариот и эукариот.

I:

S: Клеточный центр состоит из:

- : двух центриолей;
- : двух субъединиц;
- : двух слоев мембраны;
- : двух молекул липида.

I:

S: К трехмембранным органоидам относятся:

- : митохондрии;
- : ядро;
- : хлоропласты;
- : ЭПР.

I:

S: Внутренняя мембрана митохондрий образует:

- : кристы;
- : тилакоиды;
- : ламеллы;
- : строму.

I:

S: Какие образования отсутствуют в клетках животных?

- : ядро;
- : рибосомы;
- : митохондрии;



-: пластиды.

I:

S: Нуклеоид – это:

- : участок ДНК;
- : деспирализованная ДНК;
- : кольцевая молекула ДНК, выполняющая роль ядра в клетке прокариот;
- : спирализованная ДНК.

I:

S: Количество вакуолей, по мере роста клеток растений:

- : увеличивается;
- : уменьшается;
- : не изменяется
- : верны все ответы.

I:

S: Хроматин находится внутри:

- : митохондрий;
- : делящегося ядра;
- : интерфазного ядра;
- : верны все ответы.

I:

S: Различают два типа ЭПР:

- : гладкий и шероховатый;
- : гладкий и ядерный;
- : шероховатый и содержащий поры;
- : верны все ответы.

I:

S: КГ находится:

- : около ядра;
- : в ядре;
- : в хлоропластах;
- : каналах ЭПР.

I:

S: Отличие прокариот от эукариот заключается в следующем:

- : у прокариот нет оформленного ядра и мембранных органоидов;
- : у прокариот отсутствует клеточная стенка и оформленное ядро;
- : у прокариот отсутствует плазматическая мембрана и мембранные органоиды;
- : верны все ответы.

I:

S: Ядрышко состоит из:

- : РНК и белка;
- : ДНК и белка ;
- : АТФ и белка;
- : белка и липидов.

I:  
S: В хромосомах различают следующие участки:  
-: центромеры, плечи, кресты;  
-: центромеры, плечи, теломеры;  
-: центромеры, плечи, гетерохроматиновые и эухроматиновые участки, теломеры;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Различают следующие типы хромосом:  
-: метацентрические, субметацентрические, акроцентрические, телоцентрические;  
-: гетерохроматиновые и эухроматиновые;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Тип хромосом определяют с помощью:  
-: центромерного индекса;  
-: плечевого индекса;  
-: по относительной длине;  
-: верны все ответы.

I:  
S: К пиримидиновым азотистым основаниям, входящим в состав ДНК, относятся  
-: аденин и тимин;  
-: урацил и цитозин;  
-: аденин и гуанин;  
-: цитозин и тимин;  
-: ни один из ответов неверен;

I:  
S: Две цепи ДНК удерживаются друг около друга с помощью:  
-: водородных связей;  
-: фосфодиэфирных связей;  
-: гидрофобных связей;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен;

I:  
S: ДНК находится в:  
-: ядре клетки;  
-: комплексе Гольджи;  
-: митохондриях;  
-: ядре, митохондриях и хлоропластах;  
-: ни один из ответов неверен;

I:

- S: Гетерохроматиновые участки -это
- : концевые участки хромосом;
  - : участки, в которых ДНК постоянно спирализована;
  - : участки, в которых ДНК претерпевает спирализацию и деспирализацию;
  - : верны все ответы;
  - : ни один из ответов неверен.

**Тема: « Молекулярные основы наследственности»**

I:

S: В состав нуклеотида ДНК входит:

- : рибоза, остаток фосфорной кислоты, азотистое основание;
- : дезоксирибоза, три остатка фосфорной кислоты, азотистое основание;
- : дезоксирибоза, остаток фосфорной кислоты, азотистое основание;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Число связей между аденином и тиминном в молекуле ДНК равно:

- : 2;
- : 3;
- : 1;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Эухроматиновые участки – это:

- : концевые участки хромосом;
- : постоянно конденсированные участки ;
- : участки, в которых ДНК претерпевает конденсацию и деконденсацию;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: К первому атому углерода в молекуле дезоксирибозы присоединяется:

- : остаток фосфорной кислоты;
- : группа OH;
- : азотистое основание;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Число связей между гуанином и цитозином в молекуле ДНК равно:

- : 2;
- : 3;
- : 1;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Особенности молекулы ДНК:

- : в состав входит углевод рибоза;
- : состоит из нуклеотидов, содержащих аденин, тимин, гуанин, цитозин;
- : состоит из нуклеотидов, содержащих аденин, урацил, гуанин, цитозин;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Теломеры –это:

- : перетяжки хромосом;
- : концевые участки хромосом;
- : постоянно конденсированные участки;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: К третьему атому углерода в молекуле дезоксирибозы присоединяется:

- : остаток фосфорной кислоты;
- : группа OH;
- : азотистое основание;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Полный оборот спирали молекулы ДНК приходится на:

- : 5 пар нуклеотидов;
- : 10 пар нуклеотидов;
- : 15 пар нуклеотидов;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Диаметр спирали ДНК равен (в ангстремах):

- : 40;
- : 34;
- : 20;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Мономером ДНК является:

- : нуклеотид;
- : нуклеоид;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: К пятому атому углерода в молекуле дезоксирибозы присоединяется:

- : остаток фосфорной кислоты;
- : группа OH;
- : азотистое основание;

- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Модель строения молекулы ДНК была предложена:

- : Шлейденом и Шваном;
- : Гервигом;
- : Уотсоном и Криком;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: На один полный оборот спирали ДНК приходится:

- : 20A0;
- : 34A0;
- : 3,4A0;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Ген представляет собой:

- : отрезок молекулы белка, состоящий из аминокислотных остатков;
- : триплет;
- : молекулу АТФ, богатую энергетическими связями;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Геном –это:

- : совокупность разнокачественных хромосом гаплоидного набора;
- : постоянное число, размер и форма хромосом, характерные для данной особи;
- : совокупность генов данного организма;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: К пуриновым азотистым основаниям, входящим в состав ДНК, относятся:

- : аденин и тимин;
- : урацил и цитозин;
- : аденин и гуанин;
- : цитозин и тимин;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Нуклеотиды в молекуле ДНК соединяются в цепь с помощью:

- : водородных связей;
- : фосфодиэфирных связей;
- : гидрофобных связей;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Расстояние между нуклеотидами в молекуле ДНК равно:

- :  $2\text{Å}^0$ ;
- :  $34\text{Å}^0$ ;
- :  $3,4\text{Å}^0$ ;
- :  $10\text{Å}^0$ ;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Ген представляет собой:

- : органоид клетки;
- : молекулу белка, ответственную за развитие одного признака;
- : участок молекулы ДНК, на котором синтезируется молекула и-РНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Г. Стент выдвинул три гипотезы репликации ДНК:

- : консервативная, матричная, полуконсервативная;
- : консервативная, матричная, комплементарная;
- : консервативная, полуконсервативная, дисперсная;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Водородные связи разрываются под действием фермента:

- : лигаза;
- : геликазы;
- : гираза;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: К праймеру присоединяется:

- : первый нуклеотид;
- : группа ОН;
- : фермент ДНК-полимераза I;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Скорость репликации составляет:

- : 100 нуклеотидов в секунду у прокариот;
- : 1000 нуклеотидов у эукариот;
- : 1000 нуклеотидов в секунду у прокариот;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: На стадии образования иницирующего комплекса происходит:

- : разрыв водородных связей;
- : присоединение праймера к цепи ДНК;
- : раскручивание цепи ДНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Принцип репликации:

- : консервативность;
- : полу консервативность;
- : дисперсность;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Существуют следующие виды РНК:

- : информационная, транспортная, белковая;
- : инфомационная; матричная, транспортная
- : информационная, транспортная рибосомальная;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Т-РНК имеет вид:

- : спирали;
- : свернута в глобулу;
- : клеверного листа;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: В транскрипции выделяют следующие этапы:

- : образование иницирующего комплекса, элонгация;
- : инициация, элонгация терминация;
- : образование вилки транскрипции, элонгация, терминация;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Процесс созревания и-РНК состоит в:

- : удалении интронов и сшивании экзонов;
- : удалении экзонов и сшивании интронов;
- : удаление интронов и присоединении поли-А;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: В репликации выделяют:

- : два этапа;

- : три этапа;
- : четыре этапа;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Ослабляет сверхспирализацию ДНК фермент:

- : лигаза;
- : геликаза;
- : гирази;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Репликация идет в направлении:

- : 5'-3';
- : 3'-5'';
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Цепь ДНК, на которой скорость репликации выше называется:

- : отстающей;
- : лидирующей;
- : первичной;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Стадия терминации характеризуется:

- : окончанием синтеза ДНК;
- : удалением праймеров;
- : исправлением ошибок репликации;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Принципы репликации:

- : полуконсервативность;
- : матричность;
- : комплементарность;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Функции транспортной РНК:

- : входит в состав рибосом;
- : транспортирует нуклеотиды к месту синтеза белка;
- : транспортируют аминокислоты к месту синтеза белка;
- : верны все ответы;



-: ни один из ответов неверен.

I:

S: Молекула и-РНК синтезируется на молекуле:

- : белка;
- : на одной из цепей ДНК;
- : на двух цепях ДНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Процессинг – это:

- : созревание ДНК;
- : удаление экзонов;
- : созревание и-РНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Первая стадия репликации называется:

- : инициация;
- : элонгация;
- : образование иницирующего комплекса;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Участок, в котором образуется репликационный глазок ,называется:

- : стартовый;
- : ориждин;
- : вилка репликации;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Элонгацию осуществляет фермент:

- : ДНК-полимераза I;
- : ДНК-полимераза II;
- : ДНК-полимераза III;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Цепь ДНК, на которой скорость репликации ниже называется:

- : запаздывающей;
- : отстающей;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Синтез второй цепи ДНК осуществляется фрагментами, которые называются:  
-: фрагменты Оказаки;  
-: репликоны;  
-: таксоны;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Репарация – это:  
-: самоудвоение молекулы ДНК;  
-: синтез и-РНК;  
-: исправление ошибок репликации;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Функции информационной РНК:  
-: входит в состав хромосом;  
-: переписывает генетическую информацию с ДНК на РНК;  
-: переносит генетическую информацию из ядра к рибосомам;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Антикодон – это:  
-: участок и-РНК;  
-: участок т-РНК;  
-: участок ДНК;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: РНК –полимераза осуществляет сборку цепи в направлении:  
-: 3-5;  
-: 5-3;  
-: 5-5;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Экзоны – это участки:  
-: кодирующие белок;  
-: не кодирующие белок;  
-: кодирующие синтез и-РНК;  
-: верны все ответы;  
-: ни один из ответов неверен.

I:  
S: Препятствуют восстановлению водородных связей:  
-: ДНК-полимераза I;

- : геликаза;
- : белок SSB (HDP);
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Фрагмент ДНК от одной точки репликации до другой называется:

- : кодон;
- : репликон;
- : транскриптон;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Скорость репликации на разных цепях ДНК

- : одинаковая;
- : разная;
- : они синтезируются в разное время;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Репликация – это:

- : синтез РНК на ДНК;
- : самоудвоение ДНК;
- : синтез и-РНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Принципы репликации:

- : матричность;
- : консервативность;
- : дисперсионность;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Функции р- РНК:

- : осуществляет репарацию;
- : осуществляет регуляторные функции;
- : входит в состав рибосом;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Транскрипция-это:

- : перенос генетической информации с ДНК на молекулу белка;
- : перенос генетической информации с молекулы и-РНК на молекулу белка;
- : перенос генетической информации с молекулы ДНК на молекулу и-РНК;

- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Цепь, которая служит матрицей для транскрипции называется:

- : комплементарной;
- : кодогенной;
- : транскрипционной;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Интроны – это участки:

- : кодирующие белок;
- : не кодирующие белок;
- : кодирующие синтез и-РНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Первый нуклеотид присоединяется под действием фермента:

- : ДНК-полимераза III;
- : ДНК-полимераза II;
- : геликазы;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Праймер – это:

- : короткая молекула ДНК;
- : короткая молекула белка;
- : короткая молекула РНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Скорость репликации составляет:

- : 1000 нуклеотидов в секунду у прокариот;
- : 1000 нуклеотидов у эукариот;
- : 100 нуклеотидов в секунду у прокариот;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: На стадии элонгации репликации происходит:

- : синтез молекул белка;
- : самоудвоение молекулы ДНК;
- : удлинение молекулы ДНК;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Принцип репликации:

- : полуконсервативность;
- : консервативность;
- : дисперсность;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: В т-РНК выделяют следующие участки:

- : акцепторный стебель, D-петля, Т $\square$ С-петля, дополнительная петля, антикодонная петля;
- : акцепторный стебель, D-петля, Т-петля, дополнительная петля, кодонная петля;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: В транскрипции выделяют:

- : 2 этапа;
- : 3 этапа;
- : 4 этапа;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: и-РНК синтезируется на цепи ДНК, которая имеет направление:

- : 3-5;
- : 5-3;
- : 5-5;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Сплайсинг – это:

- : сшивание интронов;
- : удаление экзонов;
- : сшивание экзонов;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Состав мономеров молекул ДНК и РНК отличаются друг от друга содержанием:

- : сахара;
- : азотистых оснований;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

I:

S: Экзоны – это:

- : участки ДНК, некодирующие белки;
- : участки ДНК, кодирующие белки;
- : участки, расположенные вблизи центромер;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Интроны – это участки ДНК:

- : определяющие количество делений клетки;
- : кодирующие белки;
- : некодирующие белки;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Какое из следующих утверждений является верным?

- : 1% ДНК является некодирующей;
- : 99% ДНК является кодирующей;
- : 1% ДНК является кодирующей;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен.

I:

S: Ген эукариот состоит из следующих участков:

- : теломеры, экзоны;
- : экзоны, интроны;
- : интроны, центромеры;
- : верны все ответы;
- : ни один из ответов неверен;

## Генетическая информация в клетке. Задания из ЕГЭ

### 1. Задание 3 № 2401

Длина фрагмента молекулы ДНК бактерии равняется 20,4 нм. Сколько аминокислот будет в белке, кодируемом данным фрагментом ДНК?

*Примечание.*

Длина одного нуклеотида 0,34 нм

### 2. Задание 3 № 2412

Сколько нуклеотидов в участке гена кодируют фрагмент белка из 25 аминокислотных остатков? В ответ запишите только соответствующее число.

### 3. Задание 3 № 2422

Определите число молекул ДНК в анафазе второго деления мейоза при образовании гамет у зелёной лягушки, если число хромосом в диплоидной клетке равно 26. В ответ запишите только число.

### 4. Задание 3 № 4611

В ядрах клеток слизистой оболочки кишечника позвоночного животного 20 хромосом. Какое число хромосом будет иметь ядро зиготы этого животного? В ответ запишите только соответствующее число.

**5. Задание 3 № 4612**

У плодовой мухи дрозофилы в соматических клетках содержится 8 хромосом, а в половых клетках? В ответ запишите только соответствующее число.

**6. Задание 3 № 4613**

Определите число хромосом в конце телофазы митоза в клетках эндосперма семени лука (в клетках эндосперма триплоидный набор хромосом), если клетки корешков лука содержат 16 хромосом. В ответ запишите только соответствующее число хромосом.

**7. Задание 3 № 4615**

Число хромосом в лейкоцитах — клетках крови человека равно. В ответ запишите только соответствующее число хромосом.

**8. Задание 3 № 6645**

Сколько аминокислот кодирует 900 нуклеотидов. В ответ запишите только соответствующее число.

**9. Задание 3 № 6702**

В молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 20% от общего числа. Сколько нуклеотидов в % с тимином в этой молекуле. В ответ запишите только соответствующее число.

**10. Задание 3 № 6704**

Какой процент нуклеотидов с цитозином содержит ДНК, если доля её адениновых нуклеотидов составляет 10% от общего числа. В ответ запишите только соответствующее число.

**11. Задание 3 № 6705**

Сколько нуклеотидов в гене кодируют последовательность 60 аминокислот в молекуле белка. В ответ запишите только соответствующее число.

**12. Задание 3 № 6706**

Белок состоит из 100 аминокислот. Определите число нуклеотидов в молекуле ДНК, кодирующей данный белок. В ответ запишите только соответствующее число.

**13. Задание 3 № 6707**

Какое число нуклеотидов в гене кодирует первичную структуру белка, состоящего из 300 аминокислот. В ответ запишите только соответствующее число.

**14. Задание 3 № 6708**

В молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 10% от общего числа. Сколько нуклеотидов в % с аденином в этой молекуле? В ответ запишите только соответствующее число.

**15. Задание 3 № 6709**

В молекуле ДНК количество нуклеотидов с цитозином составляет 30% от общего числа. Какой процент нуклеотидов с аденином в этой молекуле? В ответ запишите только соответствующее число.

**16. Задание 3 № 6710**

В молекуле ДНК количество нуклеотидов с цитозином составляет 15% от общего числа. Какой процент нуклеотидов с аденином в этой молекуле? В ответ запишите только соответствующее число.

**17. Задание 3 № 6711**

Белок состоит из 180 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов в гене, в котором закодирована последовательность аминокислот в этом белке. В ответ запишите только соответствующее число.

**18. Задание 3 № 6712**

Белок состоит из 240 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов в гене, в котором закодирована первичная структура этого белка? В ответ запишите только соответствующее число.

**19. Задание 3 № 6715**

В молекуле ДНК 100 нуклеотидов с тиминем, что составляет 10% от общего количества. Сколько нуклеотидов с гуанином? В ответ запишите только соответствующее количеству нуклеотидов число.

**20. Задание 3 № 6716**

Какое число аминокислот в белке, если его кодирующий ген состоит из 600 нуклеотидов? В ответ запишите только соответствующее число.

**21. Задание 3 № 6718**

В двух цепях молекулы ДНК насчитывается 3000 нуклеотидов. Информация о структуре белка кодируется на одной из цепей. Подсчитайте сколько закодировано аминокислот на одной цепи ДНК. В ответ запишите только соответствующее количеству аминокислот число.

**22. Задание 3 № 7512**

Какой антикодон транспортной РНК соответствует триплету ТГА в молекуле ДНК?

**23. Задание 3 № 7513**

Антикодону ААУ на транспортной РНК соответствует триплет на ДНК

**24. Задание 3 № 7514**

Какой триплет в молекуле информационной РНК соответствует кодовому триплету ААТ в молекуле ДНК?

**25. Задание 3 № 7515**

Какой триплет в тРНК комплементарен кодону ГЦУ на иРНК?

**26. Задание 3 № 7516**

Какой триплет на ДНК соответствует кодону УГЦ на и-РНК?

**27. Задание 3 № 12284**

Сколько клеток образуется в результате митоза одной клетки? В ответ запишите только соответствующее число.

**28. Задание 3 № 12649**

В ядре соматической клетки тела человека в норме содержится 46 хромосом. Сколько хромосом содержится в оплодотворённой яйцеклетке? В ответ запишите только соответствующее число.

**29. Задание 3 № 13699**

Гамета пшеницы содержит 14 хромосом. Каково число хромосом в клетке её стебля? В ответ запишите только соответствующее число.

**30. Задание 3 № 13949**

Сколько хромосом содержится в ядре клетки кожи, если в ядре оплодотворённой яйцеклетки человека содержится 46 хромосом? В ответ запишите только соответствующее число.

**31. Задание 3 № 14049**

Ядро соматической клетки лягушки содержит 26 хромосом. Сколько молекул ДНК содержит сперматозоид лягушки? В ответ запишите только соответствующее число.

**32. Задание 3 № 16153**

Сколько полноценных гамет образуется в овогенезе у человека из одной исходной клетки? В ответ запишите только соответствующее число.

**33. Задание 3 № 16688**

Сколько аутосом содержится в сперматозоиде у человека? В ответ запишите только соответствующее число.

**34. Задание 3 № 18361**



Определите число хромосом в соматических клетках плодовой мушки дрозофилы, если в её гаметах содержится 4 хромосомы. В ответ запишите только соответствующее число.

**35. Задание 3 № 18675**

В молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 30% от общего числа. Сколько нуклеотидов в % с тимином в этой молекуле?

**36. Задание 3 № 18942**

Какой набор хромосом содержится в ядре одной клетки в конце телофазы мейоза II, если в исходной клетке было 16 хромосом? В ответ запишите только соответствующее число.

**37. Задание 3 № 20698**

В соматической клетке тела рыбы 56 хромосом. Какой набор хромосом имеет сперматозоид рыбы? В ответе запишите только количество хромосом.

**38. Задание 3 № 20699**

В ДНК на долю нуклеотидов с аденином приходится 18%. Определите процентное содержание нуклеотидов с цитозином, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

**39. Задание 3 № 21493**

В соматической клетке спорофита цветкового растения 24 хромосомы. Сколько хромосом в микроспоре этого растения? В ответе запишите только число.

**40. Задание 3 № 21522**

Кариотип собаки состоит из 78 хромосом. Сколько хромосом содержит зрелый эритроцит собаки? В ответе запишите только число.

**41. Задание 3 № 21550**

Сколько молекул ДНК содержится в ядре клетки после репликации, если в диплоидном наборе содержится 46 молекул ДНК? В ответе запишите только соответствующее число.

**42. Задание 3 № 21611**

Если в мейоз вступили два сперматогония, то сколько полноценных гамет образуется в результате деления? В ответе запишите только цифру.

**43. Задание 3 № 21639**

В ДНК на долю нуклеотидов с тимином приходится 23%. Определите процентное содержание нуклеотидов с гуанином, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

**44. Задание 3 № 21681**

Кариотип шимпанзе составляет 48 хромосом. На сколько хромосом меньше содержится в яйцеклетках человека, чем в яйцеклетках шимпанзе? В ответе запишите только цифру.

**45. Задание 3 № 21740**

Фрагмент молекулы ДНК содержит 60 нуклеотидов. Из них 12 нуклеотидов приходится на тимин. Сколько гуаниновых нуклеотидов содержится в этом фрагменте? В ответе запишите только число.

**46. Задание 3 № 21768**

Сколько нуклеотидов кодируют полипептид, состоящий из 350 аминокислот? В ответе запишите только число.

**47. Задание 3 № 21796**

Если участок гена состоит из 600 нуклеотидов, то сколько аминокислот будет в молекуле кодируемого этим участком фрагмента белка? В ответе запишите только число.

**48. Задание 3 № 21865**

Сколько молекул ДНК содержится в биваленте, образованном двумя гомологичными хромосомами? В ответе запишите только цифру.

**49. Задание 3 № 21893**

Сколько молекул ДНК содержится в трёх бивалентах, образованных тремя парами гомологичных хромосом? В ответе запишите только цифру.

**50. Задание 3 № 21992**

Сколько хромосом в клетках листа огурца, если в спермии 7? В ответ запишите только соответствующее число.

**51. Задание 3 № 21993**

Сколько триплетов кодирует 32 аминокислоты? В ответ запишите только соответствующее число.

**52. Задание 3 № 22063**

Сколько хромосом имеет ядро спермия крыжовника если ядро клетки листа содержит 16 хромосом. В ответ запишите только соответствующее число.

**53. Задание 3 № 22092**

Сколько молекул ДНК будет содержать пара гомологичных хромосом в конце интерфазы? В ответе запишите только число.

**54. Задание 3 № 22211**

Сколько полинуклеотидных цепочек будет содержать одна хромосома в конце интерфазы? В ответе запишите только число.

**55. Задание 3 № 22258**

Сколько нуклеотидов кодируют фрагмент полипептида, состоящий из 257 аминокислот? В ответе запишите только число.

**56. Задание 3 № 22286**

Сколько триплетов кодируют полипептид, состоящий из 267 аминокислот? В ответе запишите только число.

**57. Задание 3 № 22389**

В соматической клетке тела шпорцевой лягушки 36 хромосом. Какой набор хромосом имеет сперматозоид лягушки? В ответе запишите только количество хромосом.

**58. Задание 3 № 22417**

Сперматозоид крысы имеет 21 хромосому. Какой набор хромосом имеет клетка кожи крысы? В ответе запишите только количество хромосом.

**59. Задание 3 № 22719**

В ДНК на долю нуклеотидов с аденином приходится 37 %. Определите процентное содержание нуклеотидов с гуанином, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

**60. Задание 3 № 22747**

В ДНК на долю нуклеотидов с цитозином приходится 19 %. Определите процентное содержание нуклеотидов с тиминном, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

**61. Задание 3 № 22822**

Сколько половых хромосом содержит сперматозоид человека, если в гаплоидном наборе 23 хромосомы? В ответе запишите только соответствующее число.

**62. Задание 3 № 22923**

Фрагмент молекулы полипептида состоит из 48 аминокислот. Сколько нуклеотидов кодирует этот фрагмент? В ответе запишите только соответствующее число.

**63. Задание 3 № 22951**

Двухцепочечный фрагмент молекулы ДНК содержит 340 нуклеотидов, из которых 87 в качестве азотистого основания имеют тимин. Определите количество нуклеотидов с

гуанином, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

**64. Задание 3 № 23004**

Сколько кодонов кодируют фрагмент полипептида, состоящий из 367 аминокислот? В ответе запишите только соответствующее число.

**65. Задание 3 № 23032**

Сколько аутосом содержит яйцеклетка человека, если клетка кожи человека содержит 46 хромосом? В ответе запишите только со

### Энергетический обмен. Задания из ЕГЭ

**1. Задания Д 3 № 1301**

К автотрофным организмам относят

- 1) мукор
- 2) дрожжи
- 3) пеницилл
- 4) хлореллу

**2. Задания Д 3 № 1304**

В процессе пиноцитоза происходит поглощение

- 1) жидкости
- 2) газов
- 3) твердых веществ
- 4) комочков пищи

**3. Задания Д 3 № 1305**

Поступление питательных веществ путем фагоцитоза происходит в клетках

- 1) прокариот
- 2) животных
- 3) грибов
- 4) растений

**4. Задания Д 3 № 1313**

Способ питания большинства животных

- 1) автотрофный
- 2) хемотрофный
- 3) гетеротрофный
- 4) сапротрофный

**5. Задания Д 3 № 1320**

Способность плазматической мембраны окружать твёрдую частицу пищи и перемещать ее внутрь клетки лежит в основе процесса

- 1) диффузии
- 2) фагоцитоза
- 3) осмоса
- 4) пиноцитоза

**6. Задания Д 3 № 1321**

Способность плазматической мембраны окружать капельки жидкости и перемещать ее внутрь клетки лежит в основе процесса

- 1) диффузии
- 2) фагоцитоза
- 3) осмоса
- 4) пиноцитоза

**7. Задания Д 3 № 6801**

В процессе дыхания энергия может переходить из

- 1) химической в тепловую
- 2) механической в тепловую
- 3) тепловой в химическую
- 4) тепловой в механическую

**8. Задания Д 3 № 6802**

Значение энергетического обмена в клеточном метаболизме состоит в том, что он обеспечивает реакции синтеза

- 1) ферментами
- 2) витаминами
- 3) молекулами АТФ
- 4) нуклеиновыми кислотами

**9. Задания Д 3 № 6803**

Чем характеризуются процессы биологического окисления

- 1) большой скоростью и быстрым выделением энергии в виде тепла
- 2) участием ферментов и ступенчатостью
- 3) участием гормонов и малой скоростью
- 4) гидролизом полимеров

**10. Задания Д 3 № 6804**

Ферментативное расщепление глюкозы без участия кислорода — это

- 1) подготовительный этап обмена
- 2) пластический обмен
- 3) гликолиз
- 4) биологическое окисление

**11. Задания Д 3 № 6805**

38 молекул АТФ синтезируются в клетке в процессе

- 1) окисления молекулы глюкозы
- 2) брожения
- 3) фотосинтеза
- 4) хемосинтеза

**12. Задания Д 3 № 6806**

В процессе энергетического обмена, в отличие от пластического, происходит

- 1) расходование энергии, заключенной в молекулах АТФ
- 2) запасание энергии в макроэргических связях молекул АТФ
- 3) обеспечение клеток белками и липидами
- 4) обеспечение клеток углеводами и нуклеиновыми кислотами

**13. Задания Д 3 № 6807**

На каком из этапов энергетического обмена синтезируются две молекулы АТФ

- 1) гликолиза
- 2) подготовительного этапа
- 3) кислородного этапа
- 4) поступления веществ в клетку

**14. Задания Д 3 № 6808**

В митохондрии атомы водорода отдают электроны, при этом энергия используется на синтез молекул

- 1) белка
- 2) АТФ
- 3) жира
- 4) углеводов

**15. Задания Д 3 № 6809**

Энергия, используемая человеком в процессе жизнедеятельности, освобождается в клетках

- 1) при окислении органических веществ
- 2) в процессе синтеза сложных органических веществ
- 3) при образовании органических веществ из неорганических
- 4) при переносе питательных веществ кровью

**16. Задания Д 3 № 6810**

Расщепление липидов до глицерина и жирных кислот происходит в

- 1) подготовительную стадию энергетического обмена
- 2) процессе гликолиза
- 3) кислородную стадию энергетического обмена
- 4) ходе пластического обмена

**17. Задания Д 3 № 6811**

Сколько молекул АТФ запасается в процессе гликолиза?

- 1) 2
- 2) 32
- 3) 36
- 4) 40

**18. Задания Д 3 № 6812**

Окисление органических веществ с освобождением энергии в клетке происходит в процессе

- 1) биосинтеза
- 2) дыхания
- 3) выделения
- 4) фотосинтеза

**19. Задания Д 3 № 6813**

На подготовительной стадии энергетического обмена исходными веществами являются

- 1) аминокислоты

- 2) полисахариды
- 3) моносахариды
- 4) жирные кислоты

**20. Задания Д 3 № 6814**

При дыхании организм человека получает энергию за счет

- 1) окисления органических веществ
- 2) расщепления минеральных веществ
- 3) превращения углеводов в жиры
- 4) синтеза белков и жиров

**21. Задания Д 3 № 6815**

Синтез молекул АТФ происходит в процессе

- 1) биосинтеза белка
- 2) синтеза углеводов
- 3) подготовительного этапа энергетического обмена
- 4) кислородного этапа энергетического обмена

**22. Задания Д 3 № 6816**

В результате кислородного этапа энергетического обмена в клетках синтезируются молекулы

- 1) белков
- 2) глюкозы
- 3) АТФ
- 4) ферментов

**23. Задания Д 3 № 6817**

В бескислородной стадии энергетического обмена расщепляются молекулы

- 1) глюкозы до пировиноградной кислоты
- 2) белка до аминокислот
- 3) крахмала до глюкозы
- 4) пировиноградной кислоты до углекислого газа и воды

**24. Задания Д 3 № 6818**

Процесс энергетического обмена начинается с

- 1) синтеза глюкозы
- 2) расщепления полисахаридов
- 3) синтеза фруктозы
- 4) окисления пировиноградной кислоты

**25. Задания Д 3 № 6819**

В результате кислородного этапа энергетического обмена в клетках синтезируются молекулы

- 1) белков
- 2) глюкозы
- 3) АТФ
- 4) ферментов

**26. Задания Д 3 № 6820**

Значение энергетического обмена в клеточном метаболизме состоит в том, что он обеспечивает реакции синтеза

- 1) энергией, заключенной в молекулах АТФ
- 2) органическими веществами
- 3) ферментами
- 4) минеральными веществами

**27. Задания Д 3 № 6821**

В результате какого процесса окисляются липиды?

- 1) фагоцитоза
- 2) энергетического обмена
- 3) фотосинтеза
- 4) хемосинтеза

**28. Задания Д 3 № 6822**

Где протекает анаэробный этап гликолиза?

- 1) в митохондриях
- 2) в легких
- 3) в пищеварительной трубке
- 4) в цитоплазме

**29. Задания Д 3 № 6823**

Где в клетке происходит процесс окислительного фосфорилирования?

- 1) на внешних мембранах митохондрий
- 2) на внутренних мембранах митохондрий
- 3) на внешних мембранах хлоропластов
- 4) на внутренних мембранах хлоропластов

**30. Задания Д 3 № 6824**

В процессе гликолиза в мышцах человека при больших нагрузках накапливается

- 1) пировиноградная кислота (пируват)
- 2) молочная кислота (лактат)
- 3) АТФ и глюкоза
- 4) спирт и углекислый газ

**31. Задания Д 3 № 11529**

Ускоряют химические реакции в клетке

- 1) гормоны
- 2) витамины
- 3) ферменты
- 4) секреты

**32. Задания Д 3 № 11579**

К процессу окислительного фосфорилирования относится процесс

- 1) расщепления глюкозы ферментами
- 2) синтеза АТФ из АДФ
- 3) синтеза глюкозы из неорганических соединений
- 4) синтеза белков из аминокислот

**33. Задания Д 3 № 12104**

Наибольшее количество энергии выделяется из молекулы глюкозы в результате

- 1) молочнокислого брожения
- 2) анаэробного дыхания
- 3) аэробного дыхания
- 4) спиртового брожения

**34. Задания Д 3 № 12308**

Какой из процессов относится к диссимиляции?

- 1) окислительное фосфорилирование
- 2) биосинтез белка
- 3) фотосинтез
- 4) синтез липидов

**35. Задания Д 3 № 12373**

В желудочно-кишечном тракте животного проходит этап энергетического обмена

- 1) гликолиз
- 2) подготовительный
- 3) полное окисление
- 4) спиртовое брожение

**36. Задания Д 3 № 12573**

В процессе обмена веществ в клетке энергия АТФ может использоваться

- 1) для выделения углекислого газа из клетки
- 2) на поступление веществ в клетку через плазматическую мембрану
- 3) при расщеплении биополимеров
- 4) для образования воды на кислородном этапе энергетического обмена

**37. Задания Д 3 № 12673**

В клетке при окислении органических веществ энергия запасается в молекулах

- 1) нуклеиновой кислоты
- 2) белков
- 3) аденозинтрифосфорной кислоты
- 4) липидов

**38. Задания Д 3 № 13773**

На каком этапе энергетического обмена глюкоза расщепляется до пировиноградной кислоты?

- 1) кислородном
- 2) фотолиза
- 3) гликолиза
- 4) подготовительном

**39. Задания Д 3 № 14123**

Кислородное расщепление глюкозы значительно эффективнее брожения, так как при этом

- 1) освобождаемая энергия выделяется в виде тепла
- 2) синтезируется 2 молекулы АТФ
- 3) происходит использование энергии
- 4) синтезируется 36 молекул АТФ

**40. Задания Д 3 № 14223**

Обеспечение организма человека молекулами АТФ происходит в процессе



- 1) кислородного этапа энергетического обмена
- 2) синтеза белков на иРНК
- 3) подготовительного этапа энергетического обмена
- 4) синтеза иРНК на ДНК

**41. Задания Д 3 № 15962**

В результате какого процесса энергия окислительно-восстановительной реакции переходит в энергию АТФ?

- 1) хемосинтез
- 2) транскрипция
- 3) репликация
- 4) катаболизм

**42. Задания Д 3 № 16012**

В результате какого процесса энергия окислительно-восстановительной реакции переходит в энергию АТФ?

- 1) фотосинтез
- 2) клеточное дыхание
- 3) транскрипция
- 4) трансляция

**43. Задания Д 3 № 16177**

На подготовительном этапе энергетического обмена образуется

- 1) 2 молекулы АТФ и ПВК
- 2) 36 молекул АТФ и молочной кислоты
- 3) аминокислоты, глюкоза, жирные кислоты
- 4) уксусная кислота и спирт

**44. Задания Д 3 № 16311**

— это реакция

- 1) темновой фазы фотосинтеза
- 2) гликолиза
- 3) аэробного дыхания
- 4) суммарной реакции фотосинтеза

**45. Задания Д 3 № 16461**

Накопление большого количества молочной кислоты в мышцах вызывает в них боль и утомление, потому что

- 1) в мышцах накапливается глюкоза и кислород
- 2) уменьшается содержание АТФ и кислорода
- 3) АТФ не образуется
- 4) увеличивается содержание АТФ и кислорода

**46. Задания Д 3 № 17046**

Энергия запасается в 36 молекулах АТФ в процессе

- 1) биосинтеза белка на рибосомах
- 2) окисления молекул пировиноградной кислоты
- 3) подготовительного этапа энергетического обмена

4) синтеза жиров на гладкой эндоплазматической сети

**47. Задания Д 3 № 18188**

Окислительное фосфорилирование кислородного этапа энергетического обмена протекает

- 1) в цитоплазме
- 2) в лизосомах
- 3) на внешней мембране митохондрий
- 4) на кристах митохондрий

**48. Задания Д 3 № 18425**

Гликолиз завершается

- 1) образованием 38 молекул АТФ
- 2) образованием 36 молекул АТФ
- 3) образованием 2 молекул АТФ
- 4) полным распадом АТФ

**49. Задания Д 3 № 18981**

Окислительное фосфорилирование – это этап

- 1) фотосинтеза
- 2) гликолиза
- 3) пластического обмена
- 4) энергетического обмена

**50. Задания Д 3 № 19292**

Какой из процессов обеспечивает эукариотические клетки энергией наиболее эффективно?

- 1) фотосинтез
- 2) гликолиз
- 3) спиртовое брожение
- 4) окислительное фосфорилирование

**51. Задания Д 3 № 19805**

Пировиноградная кислота образуется в процессе

- 1) фотосинтеза
- 2) окислительного фосфорилирования
- 3) гликолиза
- 4) восстановления углекислого газа

**52. Задания Д 3 № 20140**

В процессе подготовительного этапа энергетического обмена веществ, в отличие от гликолиза,

- 1) образуется пировиноградная кислота
- 2) синтезируется две молекулы АТФ
- 3) часть энергии запасается в молекулах АТФ
- 4) вся энергия рассеивается

## Пластический обмен. Задания из ЕГЭ

### 1. Задания Д 3 № 1308

Готовыми органическими веществами питаются

- 1) грибы
- 2) папоротники
- 3) водоросли
- 4) мхи

### 2. Задания Д 3 № 1318

Готовыми органическими веществами питаются организмы

- 1) автотрофы
- 2) гетеротрофы
- 3) хемотрофы
- 4) фототрофы

### 3. Задания Д 3 № 8101

В процессе пластического обмена

- 1) более сложные углеводы синтезируются из менее сложных
- 2) жиры превращаются в глицерин и жирные кислоты
- 3) белки окисляются с образованием углекислого газа, воды, азотсодержащих веществ
- 4) происходит освобождение энергии и синтез АТФ

### 4. Задания Д 3 № 8102

Единый аппарат биосинтеза белка

- 1) эндоплазматическая сеть и рибосомы
- 2) митохондрии и клеточный центр
- 3) хлоропласты и комплекс Гольджи
- 4) лизосомы и плазматическая мембрана

### 5. Задания Д 3 № 8103

Принцип комплементарности лежит в основе взаимодействия

- 1) аминокислот и образования первичной структуры белка
- 2) нуклеотидов и образования двуцепочечной молекулы ДНК
- 3) глюкозы и образования молекулы полисахарида клетчатки
- 4) глицерина и жирных кислот и образования молекулы жира

### 6. Задания Д 3 № 8104

Принцип комплементарности лежит в основе образования водородных связей между

- 1) аминокислотами и молекулами белка
- 2) нуклеотидами в молекуле ДНК
- 3) глицерином и жирной кислотой в молекуле жира
- 4) глюкозой в молекуле клетчатки

### 7. Задания Д 3 № 8105

В основе образования пептидных связей между аминокислотами в молекуле белка лежит

- 1) принцип комплементарности
- 2) нерастворимость аминокислот в воде
- 3) растворимость аминокислот в воде
- 4) наличие в них карбоксильной и аминной групп

**8. Задания Д 3 № 8106**

Пластический обмен в клетках животных не может происходить без энергетического, так как энергетический обмен обеспечивает клетку

- 1) ферментами
- 2) молекулами белка
- 3) молекулами АТФ
- 4) кислородом

**9. Задания Д 3 № 8107**

Сходство процесса обмена веществ в клетках растений и животных состоит в том, что в них происходит

- 1) образование гемоглобина
- 2) биосинтез белка
- 3) хемосинтез
- 4) брожение

**10. Задания Д 3 № 8108**

Матрицей для трансляции служит молекула

- 1) тРНК
- 2) ДНК
- 3) рРНК
- 4) иРНК

**11. Задания Д 3 № 8109**

Роль матрицы в синтезе молекул и-РНК выполняет

- 1) полипептидная нить
- 2) плазматическая мембрана
- 3) мембрана эндоплазматической сети
- 4) одна из цепей молекулы ДНК

**12. Задания Д 3 № 8110**

Информация о последовательности расположения аминокислот в молекуле белка переписывается в ядре с молекулы ДНК на молекулу

- 1) АТФ
- 2) р-РНК
- 3) т-РНК
- 4) и-РНК

**13. Задания Д 3 № 8111**

В рибосоме при биосинтезе белка располагаются два триплета и-РНК, к которым в соответствии с принципом комплементарности присоединяются кодовые триплеты

- 1) ДНК
- 2) р-РНК
- 3) белка

4) т-РНК

**14. Задания Д 3 № 8112**

В основе каких реакций обмена лежит матричный принцип

- 1) синтеза молекул АТФ
- 2) сборки молекул белка из аминокислот
- 3) синтеза глюкозы из углекислого газа и воды
- 4) образования липидов

**15. Задания Д 3 № 8113**

Все реакции синтеза органических веществ в клетке происходят с

- 1) освобождением энергии
- 2) использованием энергии
- 3) расщеплением веществ
- 4) образованием молекул АТФ

**16. Задания Д 3 № 8114**

В чем проявляется взаимосвязь пластического и энергетического обмена

- 1) пластический обмен поставляет органические вещества для энергетического
- 2) энергетический обмен поставляет кислород для пластического
- 3) пластический обмен поставляет минеральные вещества для энергетического
- 4) пластический обмен поставляет молекулы АТФ для энергетического

**17. Задания Д 3 № 8115**

Реакции биосинтеза белка, в которых последовательность триплетов в иРНК обеспечивает последовательность аминокислот в молекуле белка, называют

- 1) гидролитическими
- 2) матричными
- 3) ферментативными
- 4) окислительными

**18. Задания Д 3 № 8116**

Какая последовательность правильно отражает путь реализации генетической информации

- 1) ген — -> иРНК — -> белок — -> признак
- 2) признак — -> белок — -> иРНК — -> ген — -> ДНК
- 3) иРНК — -> ген — -> белок — -> признак
- 4) ген — -> ДНК — -> признак — -> белок

**19. Задания Д 3 № 8117**

В процессе пластического обмена в клетках синтезируются молекулы

- 1) белков
- 2) воды
- 3) АТФ
- 4) неорганических веществ

**20. Задания Д 3 № 8118**

Всю совокупность химических реакций в клетке называют

- 1) фотосинтезом
- 2) хемосинтезом

- 3) брожением
- 4) метаболизмом

**21. Задания Д 3 № 8119**

Первичная структура молекулы белка, заданная последовательностью нуклеотидов иРНК, формируется в процессе

- 1) трансляции
- 2) транскрипции
- 3) редупликации
- 4) денатурации

**22. Задания Д 3 № 8120**

Пластический обмен в клетке характеризуется

- 1) распадом органических веществ с освобождением энергии
- 2) образованием органических веществ с накоплением в них энергии
- 3) всасыванием питательных веществ в кровь
- 4) перевариванием пищи с образованием растворимых веществ

**23. Задания Д 3 № 8121**

Какой антикодон транспортной РНК соответствует триплету ТГА в молекуле ДНК

- 1) АЦУ
- 2) ЦУГ
- 3) УГА
- 4) АГА

**24. Задания Д 3 № 8123**

Какой триплет в молекуле информационной РНК соответствует кодовому триплету ААТ в молекуле ДНК

- 1) УУА
- 2) ТТА
- 3) ГГЦ
- 4) ЦЦА

**25. Задания Д 3 № 8124**

Какой триплет в тРНК комплементарен кодону ГЦУ на иРНК

- 1) ЦГТ
- 2) АГЦ
- 3) ГЦТ
- 4) ЦГА

**26. Задания Д 3 № 8125**

Какой триплет на ДНК соответствует кодону УГЦ на и-РНК?

- 1) ТГЦ
- 2) АГЦ
- 3) ТЦГ
- 4) АЦГ

**27. Задания Д 3 № 8126**

Новые белки растительного организма синтезируются

- 1) в митохондриях

- 2) на рибосомах
- 3) в хлоропластах
- 4) в лизосомах

**28. Задания Д 3 № 8127**

Синтез белка на рибосомах прекращается в момент, когда

- 1) заканчивается синтез иРНК на ДНК
- 2) кодон иРНК встречается с антикодоном тРНК
- 3) появляется триплет – знак препинания на ДНК
- 4) рибосома «доходит» до стоп-кодона иРНК

**29. Задания Д 3 № 11479**

В молекуле ДНК количество нуклеотидов с тиминем составляет 20% от общего числа. Какой процент нуклеотидов с цитозином в этой молекуле?

- 1) 30%
- 2) 40%
- 3) 60%
- 4) 80%

**30. Задания Д 3 № 11578**

Роль транспортной РНК в клетке эукариот заключается в

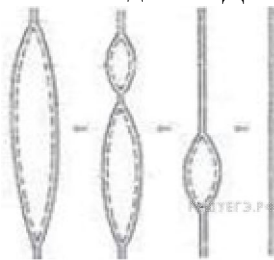
- 1) передаче информации о структуре белков
- 2) транспорте аминокислот к рибосомам
- 3) транспорте иРНК из ядра в цитоплазму
- 4) удвоении информации

**31. Задания Д 3 № 11629**

Биологический смысл гетеротрофного питания заключается в

- 1) синтезе органических соединений из неорганических
- 2) потреблении неорганических соединений
- 3) получении строительных материалов и энергии для клеток
- 4) синтезе АДФ и АТФ

**32. Задания Д 3 № 11729**



На рисунке изображена схема

- 1) репликации бактериальной хромосомы
- 2) транскрипции гена эукариот
- 3) репликации хромосомы эукариот
- 4) транскрипции бактериального гена

**33. Задания Д 3 № 12523**

Определите последовательность антикодонов т-РНК, если и-РНК сняла информацию с фрагмента ДНК, имеющего последовательность нуклеотидов АГЦ-ТТА-ГЦТ.

- 1) АУТ-ЦАГ-УУА
- 2) АГЦ-УУА-ГЦУ
- 3) ТЦГ-ААТ-ЦГА
- 4) ЦГА-УАГ-ЦУЦ

**34. Задания Д 3 № 12623**

Одной и той же аминокислоте соответствует антикодон АУУ транспортной РНК и триплет на ДНК —

- 1) ТАА
- 2) ААА
- 3) АТТ
- 4) УТТ

**35. Задания Д 3 № 12773**

К пластическому обмену относят процесс

- 1) биосинтеза белка
- 2) расщепления РНК
- 3) дыхания
- 4) гликолиза

**36. Задания Д 3 № 14073**

В результате какого процесса в клетке синтезируются липиды?

- 1) диссимиляции
- 2) биологического окисления
- 3) пластического обмена
- 4) гликолиза

**37. Задания Д 3 № 14173**

Последовательность триплетов в иРНК определяет

- 1) образование вторичной структуры молекулы белка
- 2) порядок соединения аминокислот в белке
- 3) синтез тРНК на ДНК
- 4) скорость синтеза полипептидной цепи

**38. Задания Д 3 № 16127**

Выберите правильное утверждение: клетки любого организма

- 1) размножаются мейозом
- 2) синтезируют белки
- 3) фотосинтезируют
- 4) имеют митохондрии

**39. Задания Д 3 № 16255**

Триплеты на иРНК, не определяющие положения аминокислот в молекуле белка, обеспечивают

- 1) окончание трансляции
- 2) разделение гена на части
- 3) начало репликации
- 4) запуск транскрипции

**40. Задания Д 3 № 16411**



Определите последовательность кодонов иРНК, если тРНК была синтезирована на фрагменте ДНК, имеющем следующую последовательность нуклеотидов: АГЦ–ТТА–ГЦТ

- 1) АУТ–ЦАГ–УУА
- 2) АГЦ–УУА–ГЦУ
- 3) ТЦГ–ААТ–ЦГА
- 4) ЦГА–УАГ–ЦУЦ

**41. Задания Д 3 № 16662**

Хемосинтезирующие бактерии могут использовать для синтеза органических веществ энергию, выделяемую при окислении

- 1) аминокислот
- 2) глюкозы
- 3) жиров
- 4) аммиака

**42. Задания Д 3 № 16712**

Сколько нуклеотидов содержит участок гена, в котором закодирована последовательность 20 аминокислот?

- 1) 20
- 2) 30
- 3) 50
- 4) 60

**43. Задания Д 3 № 16762**

Значение пластического обмена — снабжение организма

- 1) минеральными солями
- 2) кислородом
- 3) биополимерами
- 4) энергией

**44. Задания Д 3 № 16812**

Одной и той же аминокислоте соответствует антикодон ЦАА на транспортной РНК и триплет на ДНК

- 1) ЦАА
- 2) ЦУУ
- 3) ГТТ
- 4) ГАА

**45. Задания Д 3 № 16862**

В чём проявляется вырожденность генетического кода?

- 1) одна и та же аминокислота кодируется только одним триплетом
- 2) одна и та же аминокислота может кодироваться разными триплетами
- 3) одинаковые триплеты кодируют одинаковые аминокислоты
- 4) у всех организмов одинаковый генетический код

**46. Задания Д 3 № 16914**

Одна молекула белка кодируется

- 1) геном

- 2) участком т-РНК
- 3) одной молекулой ДНК
- 4) всей ДНК клетки

**47. Задания Д 3 № 17454**

Какова функция шероховатой эндоплазматической сети?

- 1) синтез и транспорт белков
- 2) синтез и модификация липидов
- 3) накопление пищеварительных ферментов
- 4) окисление жиров и углеводов

**48. Задания Д 3 № 17494**

Какова функция гладкой эндоплазматической сети?

- 1) синтез и транспорт белков
- 2) синтез и модификация липидов
- 3) накопление пищеварительных ферментов
- 4) окисление белков и углеводов

**49. Задания Д 3 № 17740**

Однозначность генетического кода проявляется в том, что

- 1) каждый кодон кодирует несколько аминокислот
- 2) один триплет кодирует одну аминокислоту
- 3) одинаковые нуклеотиды не могут входить в состав соседних триплетов
- 4) все организмы на земле имеют один генетический код

**50. Задания Д 3 № 17780**

Вырожденность генетического кода проявляется в том, что

- 1) каждый кодон кодирует несколько аминокислот
- 2) большинство аминокислот кодируется более чем одним кодоном
- 3) одинаковые нуклеотиды не могут входить в состав соседних триплетов
- 4) все организмы на земле имеют один генетический код

**51. Задания Д 3 № 17820**

Что из перечисленного не относят к реакциям матричного синтеза?

- 1) транскрипция
- 2) транспирация
- 3) трансляция
- 4) репликация

**52. Задания Д 3 № 18268**

Матрицей для синтеза транспортной РНК служит

- 1) ДНК
- 2) и-РНК
- 3) р-РНК
- 4) белок

**53. Задания Д 3 № 18400**

Железо входит в состав

- 1) гликогена
- 2) клетчатки

- 3) гемоглобина
- 4) хитина

**54. Задания Д 3 № 19021**

Последовательность нуклеотидов и-РНК - АГУГЦГЦУА. Какова последовательность нуклеотидов ДНК, на которой синтезировался данный фрагмент и-РНК?

- 1) УААЦГЦГАУ
- 2) ТЦАЦГЦГАТ
- 3) ГЦЦАТАГАТ
- 4) УААТАТГАТ

**55. Задания Д 3 № 19061**

Дана последовательность антикодонов т-РНК УАУЦГУАУЦУГЦ. Какой кодон будет комплементарен третьему антикодону?

- 1) АУА
- 2) ГЦА
- 3) АЦГ
- 4) УАГ

**56. Задания Д 3 № 19332**

Белок состоит из 420 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов кодировали первичную структуру этого белка?

- 1) 310
- 2) 1260
- 3) 680
- 4) 840

## РАЗДЕЛ 2. РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

### *Подготовка клетки к делению*

Подготовка клетки к делению осуществляется в интерфазе. Интерфаза занимает большую часть жизненного цикла клетки (около 90%), остальное время клетка находится в стадии деления. В интерфазе можно выделить 3 периода: G<sub>1</sub> – пресинтетический период – в клетке возобновляются интенсивные биологические процессы. Образуются КГ, ЭПС, лизосомы, вакуоли, ядрышко интенсивно синтезирует РНК, образуются рибосомы. Синтезируются белки, накапливаются предшественники ДНК;

S – синтетический период – фаза репликации ДНК, синтезируются также гистоны. Каждая хромосома после S-периода интерфазы становится дихроматидной, состоящей из 2 хроматид, которые удерживаются вместе центромерой хромосомы;

G<sub>2</sub> – постсинтетический период. Происходит деление митохондрий и хлоропластов. Накапливаются ферменты. Начинается формирование митотического веретена из микротрубочек. В клетке накапливается АТФ, т.к. деление клетки – это очень энергоемкий процесс. Происходит деление центриолей, которые становятся митотическими центрами, от которых лучами расходятся микротрубочки к центромерам хромосом.

### *Митоз*

Это не прямое деление клетки. Состоит из 4-х фаз митоза: профазы, метафазы, анафазы, телофазы и цитокинеза – деления цитоплазмы.

*Профаза:* начинается спирализация хромосом. Митотические центры достигают полюсов клетки. В конце профазы разрушается ядрышко и ядерная оболочка.

*Метафаза:* хромосомы выстраиваются в экваторе клетки, они достигают максимальной спирализации.

*Анафаза:* делятся центромеры хромосом и каждая хроматида, став самостоятельной хромосомой, начинает двигаться к полюсам клетки.

*Телофаза:* хроматиды, ставшие самостоятельными хромосомами, достигают полюсов клетки и деспирализуются. Вокруг каждой группы хромосом формируется ядерная оболочка и возникает ядрышко.

Деление цитоплазмы – цитокинез – в животных клетках осуществляется перетяжкой, у растительных образуется клеточная стенка.

*Цитокинез* может проходить отдельно от митоза.

*Биологическое значение митоза* состоит в том, что клетки, возникающие в результате митоза, являются генетически равноценными. Это происходит потому, что две дочерние клетки имеют совершенно одинаковые ядра с равным числом хромосом. В хромосомах этих ядер содержится та же генетическая информация, что и в материнской клетке.

### ***Хромосомы, их гаплоидный и диплоидный набор, постоянство числа и формы***

Хромосомы хорошо видны во время деления клетки. Слово "хромосома" происходит от греч. *chroma* – цвет и *soma* – тело.

Каждый вид животных и растений имеет определенное число хромосом. Они содержатся во всех клетках. Их число – это характерный видовой признак.

Клетки любых организмов могут быть 2 типов (соматические - клетки тела) и половые. Соматические клетки – диплоидные – число хромосом в них двойное ( $2n$ ). Соматические клетки образуются при слиянии 2 половых – мужской и женской, содержащих половинное число хромосом ( $n$ ).

В диплоидном наборе хромосомы представлены парами – одна приносится из отцовской гаметы, другая – из материнской. Такие парные хромосомы называются *гомологичными*.

В одном гаплоидном наборе хромосомы обычно отличаются по форме и размерам.

Кариотип – это совокупность признаков, по которым можно идентифицировать данный набор хромосом (постоянное число, размер и форма хромосом, характерная для данного вида). Хромосомы в митозе состоят из 2 одинаковых по внешнему виду половинок, которые называются хроматидами. Хроматиды скрепляются друг с другом с помощью центромеры. Хромосомы в жизненном цикле клетки могут быть в 2-х состояниях: после анафазы, они *монохроматидны*, после S-периода интерфазы – *дихроматидны*.

Постоянство числа хромосом у вида поддерживается мейозом. Как известно, половые клетки содержат гаплоидный набор хромосом, после оплодотворения их двойной набор восстанавливается.

### ***Половые клетки. Мейоз***

Деление клеток – биологический процесс, лежащий в основе размножения и индивидуального развития всех типов организмов.

В природе встречаются два типа размножения организмов – бесполое и половое.

Бесполое размножение характеризуется тем, что дочерние клетки по содержанию наследственной информации, полностью идентичны материнской.

Половое размножение характеризуется обменом генетической информацией между родительскими особями, которая осуществляется при объединении разных геномов в процессе оплодотворения.

Яйцеклетки – женские половые клетки – крупные, неподвижные, покрыты двумя оболочками – желточной и белковой – содержат запасные питательные вещества, необходимые для развития зародыша.

Сперматозоиды – мужские половые клетки, значительно мельче яйцеклеток, они подвижны, имеют форму длинной нити, состоящей из головки, шейки и хвостика. В головке расположено ядро (сперматозоид практически не содержит цитоплазмы), передний конец – акросома – заострен. В шейке находится центриоль, а хвостик является органом движения.

Половые клетки развиваются в половых железах: яичниках и семенниках. В них различают 3 зоны:

- 1) в зоне размножения первичные клетки многократно делятся путем митоза;
- 2) в зоне роста – растут;
- 3) в зоне созревания происходит два своеобразных деления - мейоз, в результате которых в семенниках образуются 4 гаплоидные клетки (n), каждая из которых превращается в сперматозоид, а в яичниках образуются также 4 гаплоидных клетки, только одна из них крупная, она впоследствии превращается в яйцеклетку, а 3 мелкие (направительные тельца) гибнут.

Мейоз (у животных) – это деление в зоне созревания, сопровождающееся уменьшением числа хромосом вдвое. В мейозе различают 2 деления:

- редукционное (МЕЙОЗ I);
- эквационное (МЕЙОЗ II).

В каждом из этих делений различают те же фазы, что и в митозе.

Профаза I наиболее продолжительная. Здесь происходит конъюгация (сближение) гомологичных хромосом, образование бивалентов. Между хромосомами происходит обмен генетической информацией - кроссинговер. Суть редукционного деления в том, что в анафазе I центромеры хромосом не делятся и к полюсам клетки отходит одна из гомологичных хромосом бивалента, поэтому число хромосом в клетке уменьшается вдвое. После редукционного деления число хромосом в клетке уменьшается с  $2n$  до  $n$ .

Интерфаза между I и II делением мейоза короткая, репликации ДНК не происходит. Мейоз II протекает по типу митоза, это значит, что в AII делится центромера и к полюсам расходятся хроматиды хромосом (как при митозе), происходит равное деление. Мейоз II завершается образованием 4 гаплоидных клеток.

Клетки, возникающие в результате мейоза, - генетически неравноценны по следующим причинам:

- гомологичные хромосомы в AI расходятся к полюсам случайно;
- кроссинговер "перетасовывает" отцовские и материнские гены в гомологичных хромосомах.

*Биологическое значение мейоза состоит в том, что:*

1. Мейоз поддерживает постоянство числа хромосом у видов.
2. Клетки, возникающие в результате мейоза, генетически не равноценны. Поэтому организмы, размножающиеся половым путем, имеют преимущество в эволюции перед размножающимися бесполом путем. Половое размножение дает материал для отбора.

Оплодотворение – это слияние яйцеклетки и сперматозоида, при этом восстанавливается диплоидное число хромосом. Оплодотворенная клетка называется зиготой.

Отличия мейоза от митоза:

1. В профазе I мейоза гомологичные хромосомы попарно объединяются и образуют биваленты.

2. Между гомологичными хромосомами в биваленте происходит кроссинговер (обмен участками), т.е. наблюдается рекомбинация генов.

3. В мейозе ядро делится дважды, а в митозе один раз.

4. Число хромосом в клетках после мейоза – гаплоидное ( $n$ ), а после митоза – диплоидное ( $2n$ ).

5. В результате мейоза образуются 4 гаплоидные генетически неравноценные клетки, а в результате митоза – две – генетически равноценные.

### *Развитие зародыша (на примере животных)*

Онтогенез – это индивидуальное развитие организма от оплодотворения яйцеклетки до смерти (или нового деления).

Эмбриональный период в жизни организма состоит из нескольких этапов:

1. Дробление: зигота быстро делится

митотически на бластомеры (клетки, образующиеся в результате деления яйца).

Бластомеры не растут, поэтому эта стадия называется дроблением. Завершается она образованием бластулы (пузырька с внутренней полостью – бластоцелью, образованной одним слоем клеток).

2. Гастрюляция: на бластуле появляется углубление, образуется двуслойный мешок с одним отверстием – гастрюла. Наружный слой клеток – эктодерма. Внутренний слой – энтодерма. (У первичноротых отверстие гастрюлы – ротовое отверстие; у вторичноротых – заднепроходное). Между экто- и энтодермой образуется третий зародышевый листок – мезодерма.

3. Гисто- и органогенез: образуется зачаток нервной системы (стадия нейрулы). У нейрулы на будущей спинной стороне зародыша происходит обособление части клеток эктодермы в виде длинной пластинки. Затем края пластинки сближаются, образуется желобок, затем трубка. В последующем из передней части трубки формируется головной мозг и органы чувств, а из задней – спинной мозг и периферическая нервная система.

Из *эктодермы* формируются:

- нервная система;
- кожный эпителий;
- кожные железы;
- рецепторы и органы чувств;
- эмаль зубов.

Из *энтодермы* формируются:

- эпителий кишечника и его выростов;
- легкие;
- пищеварительные железы (кроме слюнных).

Из *мезодермы* формируются:

- мышечная,
- хрящевая,
- костная ткани,
- кровеносная и выделительная системы;
- эпителий мочеполовой системы,

- эпителий сосудов.

Постэмбриональное развитие бывает двух типов: прямое, при котором родившиеся потомки во всем сходны с взрослыми организмами (у птиц, млекопитающих, человека и др.); непрямое, при котором новый организм появляется на свет в виде личинки, претерпевающей в своем развитии ряд превращений – метаморфозов (у амфибий, насекомых и др.). Развитие с метаморфозом имеет определенное биологическое значение. Личинки и взрослые организмы приспособлены к жизни в разных условиях среды, они избегают конкуренции за пищу и места обитания, что способствует сохранению и процветанию вида.

### *Возникновение жизни на Земле*

Живые существа, по определению М.И. Волькенштейна – это саморегулирующиеся, самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров.

Существенные черты живого:

1. Специфическая организация.
2. Обмен веществ (метаболизм).
3. Подвижность.
4. Раздражимость.
5. Рост.
6. Размножение.
7. Приспособляемость - адаптация.
8. Дискретность и целостность.

Неживые объекты могут обладать одним или несколькими из перечисленных свойств, но они никогда не проявляют всю совокупность этих свойств одновременно.

Планета Земля возникла около 4,6 млрд. лет назад. Микроокаменелости бактерий обнаружены в осадочных породах, возраст которых составляет 3,2 млрд. лет, т.е. жизнь возникла на Земле спустя 1 млрд. лет после образования планеты.

Существует несколько гипотез о происхождении жизни на земле:

1. Гипотеза панспермии предполагает, что жизнь существовала в космосе всегда и могла распространяться от одной планеты к другой в виде спор микроорганизмов (противники этой гипотезы считают, что открытый Космос губителен для всего живого, в том числе и для спор микроорганизмов).

2. Гипотеза направленной панспермии предполагает, что наша планета могла быть "засеяна" разумными существами, обитателями других планет, которые в своем развитии опередили нашу планету, на миллиарды лет.

3. Гипотеза абиогенного происхождения жизни. Сторонники этой гипотезы – наш соотечественник А. И. Опарин и американец Д. Холдейн. Согласно их гипотезе жизнь возникла на Земле из неживых веществ в восстановительной атмосфере Земли (без кислорода). Эта гипотеза очень долго не признавалась, поскольку было убедительно доказано (Ф.Реди, 1668г, М.М.Тереховский, 1775 г, Л.Пастер, 1860 г), что самозарождение жизни невозможно. В 1952 году в лабораторных экспериментах было подтверждено, что органические вещества могут синтезироваться из неорганических.

Вторым этапом образования жизни была полимеризация простейших мономеров, также доказана на данный момент экспериментально.

Третий этап – концентрирование веществ. Образование коацерватов - это самопроизвольно концентрирующийся раствор органических веществ в виде капель. Опарин показал, что коацерваты имеют уже свойства живого ("питаются", растут, способны к выделению веществ, размножаются и выживают).

*Отличие их от живого:*

1. Нет воспроизводства себе подобных.
2. Отсутствует самообновление состава.

Четвертый этап – это появление самовоспроизводящихся молекул - образование жизни на Земле. Предполагают, что белки и нуклеиновые кислоты развивались параллельно.

*Свойства первичных организмов:*

1. Гетеротрофное питание
2. Борьба за пищу и отбор, т.к. запасы органического вещества истощались.
3. У ДНК появилась белковая защита.
4. Появление автотрофного питания.
5. С накоплением  $O_2$  в атмосфере появился кислородный путь расщепления (в 18 раз эффективнее, чем гликолиз).

6. Появился защитный озоновый экран вокруг Земли.

В настоящее время самозарождение жизни невозможно, т.к. она сразу же будет поглощена более совершенными живыми организмами.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое интерфаза?
2. Что такое жизненный цикл клетки?
3. Какие главные события происходят в клетке в интерфазу?
4. Что происходит в G1 период интерфазы?
5. Главные события S-периода интерфазы?
6. Что происходит в клетке в G2 период?
7. Что такое митоз? Почему он получил такое название?
8. Что характерно для анафазы?
9. Что удерживает 2 хроматиды вместе (в биваленте) и до какой фазы митоза?
10. Что такое цитокинез?
11. Биологическое значение митоза.
12. Когда хромосома в жизненном цикле клетки моно- и когда дихроматидна?
13. Что такое соматические клетки, сколько наборов хромосом в них содержится?
14. Что такое кариотип?
15. Строение яйцеклетки.
16. Отличие яйцеклетки от сперматозоида.
17. Сколько зон различают в половых железах?
18. Сколько клеток образуется в результате мейоза?
19. Чем отличается мейоз в семенниках от мейоза в яичниках?
20. Дайте определение мейоза.
21. Что такое конъюгация? Когда она происходит?
22. В чем суть редукционного деления мейоза?
23. Почему после редукционного деления число хромосом в клетке уменьшается вдвое?
24. Почему мейоз II называют равным делением?
25. Сколько клеток образуется в результате мейоза?
26. Что образуется после мейоза у животных и что - у растений?
27. Биологическое значение мейоза.
28. Почему клетки, возникающие в результате мейоза, генетически неравноценны?
29. Что такое кроссинговер? И почему он возможен при мейозе?
30. Что такое бластомеризация?
31. Что представляет собой гастрюляция?



32. О чем свидетельствуют фазы развития зародыша млекопитающих?
33. Что такое морула?
34. Что формируется из эктодермы?
35. Какие органы имеют энтодермальное происхождение?
36. Что формируется из мезодермы?
37. Перечислите свойства живого.
38. Гипотезы о возникновении жизни на Земле.
39. Суть гипотезы абиогенного зарождения жизни.
40. Почему в настоящее время не возможно самозарождение жизни?

**Тема. Жизненный цикл клетки/митоз/мейоз. Решить задания из ЕГЭ**

**1. Задание 5 № 10401**

Для каждой особенности деления клетки установите, характерна она для митоза (1) или мейоза (2):

ОСОБЕННОСТИ	ТИП ДЕЛЕНИЯ
А) в результате образуются 2 клетки	1) митоз
Б) в результате образуются 4 клетки	2) мейоз
В) дочерние клетки гаплоидны	
Г) дочерние клетки диплоидны	
Д) происходят конъюгация и перекрест хромосом	
Е) не происходит кроссинговер	

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**2. Задание 5 № 12272**

Установите соответствие между особенностями клеточного деления и его видом.

ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО ДЕЛЕНИЯ	ВИД ДЕЛЕНИЯ
А) в результате деления появляются 4 гаплоидные клетки	1) митоз
Б) обеспечивает рост органов	2) мейоз
В) происходит при образовании спор растений и гамет животных	
Г) происходит в соматических клетках	
Д) обеспечивает бесполое размножение и регенерацию органов	
Е) поддерживает постоянство числа хромосом в поколениях	

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**3. Задание 5 № 12322**

Установите соответствие между особенностями клеточного деления и его видом.

ОСОБЕННОСТИ ДЕЛЕНИЯ	ВИД ДЕЛЕНИЯ
А) происходит в два этапа	1) митоз
Б) после деления образуются диплоидные клетки	2) мейоз
В) образовавшиеся клетки имеют набор хромосом и ДНК $2n2c$	
Г) сопровождается конъюгацией хромосом	
Д) образовавшиеся клетки имеют набор хромосом и ДНК $nc$	
Е) происходит кроссинговер	

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**4. Задание 5 № 17806**

Установите соответствие между видом клетки и способом её образования.

ВИД КЛЕТКИ	СПОСОБ ОБРАЗОВАНИЯ
А) спора мха	1) митоз
Б) сперматозоид мха	2) мейоз
В) сперматозоид обезьяны	
Г) яйцеклетка подсолнечника	
Д) микроспоры мака	
Е) клетка архегония папоротника	

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**5. Задание 5 № 19831**

Установите соответствие между событиями, происходящими с ядрами клеток в митозе и мейозе.

СОБЫТИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ ПРИ ДЕЛЕНИИ	СПОСОБЫ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК
А) образование бивалентов	1) митоз
Б) образование диплоидных клеток	2) мейоз I
В) в анафазе у полюсов клетки образуются однохроматидные дочерние хромосомы	
Г) происходит кроссинговер	

- Д) содержание генетического материала не изменяется  
 Е) в анафазе происходит расхождение двухроматидных хромосом к полюсам клетки

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**6. Задание 5 № 21641**

Установите соответствие между процессами, происходящими во время деления клетки, и способами деления. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ**

**СПОСОБ  
ДЕЛЕНИЯ**

- А) обеспечивает рост и развитие организма  
 Б) в результате деления образуются соматические клетки  
 В) поддерживает постоянство числа хромосом в клетках особей одного вида при половом размножении  
 Г) лежит в основе комбинативной изменчивости  
 Д) лежит в основе вегетативного размножения  
 Е) в процессе деления образуются биваленты

- 1) митоз  
 2) мейоз

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

**7. Задание 5 № 21683**

Установите соответствие между процессами, происходящими на разных стадиях жизненного цикла клетки: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРОЦЕССЫ**

**СТАДИИ**

- А) интенсивный обмен веществ  
 Б) спирализация хромосом  
 В) удвоение количества органоидов  
 Г) образование веретена деления  
 Д) расположение хромосом по экватору клетки  
 Е) репликация ДНК

- 1) интерфаза  
 2) митоз

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В	Г	Д	Е

**8. Задание 5 № 21867**

Установите соответствие между процессами, происходящими на разных этапах жизненного цикла клетки, и этапами, в которых эти процессы происходят: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРОЦЕССЫ**

- А) репликация ДНК
- Б) образование веретена деления
- В) сборка рибосом
- Г) расхождение хроматид к полюсам
- Д) удвоение центриолей
- Е) исчезновение ядерной мембраны

**ЭТАПЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

- 1) интерфаза
- 2) митоз

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В	Г	Д	Е

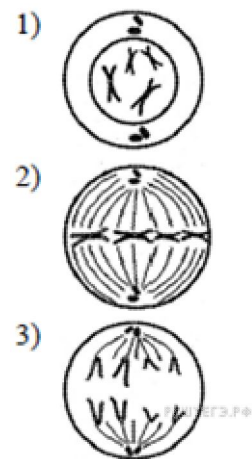
**9. Задание 5 № 22419**

Установите соответствие между процессами и фазами митоза, изображёнными на рисунках: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРОЦЕССЫ**

- А) расхождение центриолей к полюсам клетки
- Б) укорачивание нитей веретена деления
- В) присоединение нитей веретена деления к хромосомам
- Г) выстраивание хромосом в одной плоскости
- Д) спирализация хромосом
- Е) движение хромосом к полюсам клетки

**ФАЗЫ МИТОЗА**



Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

## Мейоз. Решите задания из ЕГЭ

### 1. Задания Д 4 № 1501

Путем мейоза НЕ образуются

- 1) гаметы
- 2) соматические клетки
- 3) яйцеклетки
- 4) сперматозоиды

### 2. Задания Д 4 № 1502

Постоянство числа, формы и размера хромосом при половом размножении организмов обеспечивают процессы

- 1) оплодотворения и мейоза
- 2) опыления и митоза
- 3) дробления зиготы
- 4) развития с превращением

### 3. Задания Д 4 № 1503

Мейоз отличается от митоза наличием

- 1) интерфазы
- 2) веретена деления
- 3) четырёх фаз деления
- 4) двух последовательных делений

### 4. Задания Д 4 № 1504

Для первой фазы мейоза характерен процесс

- 1) конъюгации
- 2) биосинтеза белка
- 3) редупликации
- 4) синтеза АТФ

### 5. Задания Д 4 № 1505

Обмен между участками молекул ДНК происходит в процессе

- 1) митоза
- 2) образования спор у бактерий
- 3) оплодотворения
- 4) мейоза

### 6. Задания Д 4 № 1506

Конъюгация хромосом — это соединение двух гомологичных хромосом в процессе

- 1) митоза
- 2) мейоза
- 3) оплодотворения
- 4) опыления

### 7. Задания Д 4 № 1507

В результате какого процесса в клетках вдвое уменьшается набор хромосом

- 1) мейоза

- 2) митоза
- 3) оплодотворения
- 4) онтогенеза

**8. Задания Д 4 № 1508**

Конъюгация хромосом характерна для процесса

- 1) оплодотворения
- 2) профазы второго деления мейоза
- 3) митоза
- 4) профазы первого деления мейоза

**9. Задания Д 4 № 1509**

В процессе мейоза, в отличие от митоза, образуются

- 1) зиготы
- 2) соматические клетки
- 3) хромосомы
- 4) половые клетки

**10. Задания Д 4 № 1510**

В процессе мейоза у человека образуются

- 1) споры
- 2) хромосомы
- 3) половые клетки
- 4) соматические клетки

**11. Задания Д 4 № 1511**

При мейозе хромосомы (хроматиды) располагаются в плоскости экватора клетки в

- 1) анафазе
- 2) профазе
- 3) метафазе
- 4) телофазе

**12. Задания Д 4 № 1512**

Двуххроматидные хромосомы во время мейоза отходят к полюсам клетки в

- 1) анафазе I деления
- 2) анафазе II деления
- 3) профазе I деления
- 4) профазе II деления

**13. Задания Д 4 № 1513**

Мейоз отличается от митоза

- 1) наличием интерфазы
- 2) числом дочерних клеток и набором хромосом в них
- 3) наличием профазы, метафазы, анафазы и телофазы
- 4) процессами спирализации и деспирализации хромосом

**14. Задания Д 4 № 1514**

Каковы причины образования большого разнообразия гамет в процессе мейоза

- 1) Наличие одной интерфазы и двух делений
- 2) Равномерное распределение хромосом между дочерними клетками

- 3) Независимое расхождение гомологичных хромосом
- 4) Строгая зависимость расхождения негомологичных хромосом

**15. Задания Д 4 № 1515**

В первом делении мейоза образуются

- 1) полиплоидные клетки
- 2) диплоидные клетки
- 3) гаметы
- 4) гаплоидные клетки

**16. Задания Д 4 № 1516**

Благодаря конъюгации и кроссинговеру происходит

- 1) уменьшение числа хромосом вдвое
- 2) увеличение числа хромосом вдвое
- 3) обмен генетической информацией между гомологичными хромосомами
- 4) увеличение числа гамет

**17. Задания Д 4 № 1517**

Какие клетки образуются путем мейоза

- 1) мышечные
- 2) эпителиальные
- 3) половые
- 4) нервные

**18. Задания Д 4 № 1518**

Удвоение ДНК и образование двух хроматид при мейозе происходит в

- 1) профазе первого деления мейоза
- 2) профазе второго деления мейоза
- 3) интерфазе перед первым делением
- 4) интерфазе перед вторым делением

**19. Задания Д 4 № 1519**

Причина образования четырёх гаплоидных клеток в процессе мейоза состоит в

- 1) одном делении клетки и конъюгации хромосом
- 2) наличии процесса кроссинговера
- 3) одном удвоении хромосом и двух делениях клетки
- 4) соединении гомологичных хромосом

**20. Задания Д 4 № 1520**

Чем профазы первого деления мейоза отличаются от профазы митоза?

- 1) к концу профазы исчезает ядерная оболочка
- 2) происходит спирализация хромосом
- 3) происходит конъюгация хромосом
- 4) хромосомы беспорядочно располагаются в цитоплазме

**21. Задания Д 4 № 1521**

Сущность мейоза состоит в

- 1) образовании клеток с диплоидным набором хромосом
- 2) удвоении количества ДНК в клетках тела
- 3) восстановлении полного набора хромосом в клетках

4) образовании гамет с гаплоидным набором хромосом

**22. Задания Д 4 № 1522**

В результате первого деления мейоза из одной материнской клетки образуются

- 1) две дочерние клетки с уменьшенным вдвое набором хромосом
- 2) четыре дочерние клетки с уменьшенным вдвое числом хромосом
- 3) две дочерние клетки с увеличенным вдвое числом хромосом
- 4) четыре дочерние клетки с числом хромосом, равным материнской клетке

**23. Задания Д 4 № 1523**

Расхождение хроматид происходит в

- 1) анафазу-2 мейоза
- 2) анафазу-1 мейоза
- 3) метафазу-2 мейоза
- 4) метафазу-1 мейоза

**24. Задания Д 4 № 1524**

Мейоз у многоклеточных животных приводит к

- 1) двукратному увеличению числа хромосом в клетке
- 2) уменьшению числа хромосом в ядре клетки в два раза
- 3) сохранению материнского набора хромосом
- 4) образованию двух новых клеток

**25. Задания Д 4 № 1525**

Мейоз не происходит при образовании

- 1) спор у мхов
- 2) макроспор покрытосеменных
- 3) яйцеклеток у животных
- 4) дочерних клеток бактерий

**26. Задания Д 4 № 1526**

Из каждой пары двух гомологичных хромосом в гамете НЕ может быть после нормально завершившегося мейоза одного из указанных наборов. Укажите его.

- 1) одной материнской
- 2) одной отцовской
- 3) отцовской с участком материнской
- 4) одной отцовской и одной материнской

**27. Задания Д 4 № 1527**

Кроссинговер гомологичных хромосом происходит в стадии

- 1) профазы I
- 2) метафазы II
- 3) анафазы I
- 4) телофазы II

**28. Задания Д 4 № 1528**

В результате мейоза образуются ядра

- 1) клеток кожи лягушки
- 2) дрожжевых клеток
- 3) нервных клеток



4) гамет у человека

**29. Задания Д 4 № 1529**

Первое деление мейоза отличается от второго деления мейоза

- 1) расхождением дочерних хроматид в образующиеся клетки
- 2) расхождением гомологичных хромосом и образованием двух гаплоидных клеток
- 3) делением на две части первичной перетяжки хромосом
- 4) образованием двух диплоидных клеток

**30. Задания Д 4 № 11480**

Благодаря оплодотворению и мейозу

- 1) поддерживается постоянное число хромосом в поколениях
- 2) снижается вероятность проявления мутаций в потомстве
- 3) изменяется число хромосом из поколения в поколение
- 4) сохраняется фенотип особей в популяциях вида

**31. Задания Д 4 № 11530**

Какие гаметы образует в мейозе особь, имеющая следующий генотип ААВв?

- 1) АА и Вв
- 2) ААВ и ААв
- 3) АВ и Ав
- 4) А, В, в

**32. Задания Д 4 № 11680**

Расхождение хромосом к полюсам клетки происходит в

- 1) профазе митоза
- 2) метафазе I мейоза
- 3) анафазе I мейоза
- 4) телофазе митоза

**33. Задания Д 4 № 11705**

При мейозе образуются

- 1) две генетически идентичные клетки
- 2) две генетически различные клетки
- 3) четыре генетически идентичные клетки
- 4) четыре генетически различные клетки

**34. Задания Д 4 № 11730**

Выстраивание хромосом по экватору клетки происходит в

- 1) профазе митоза
- 2) анафазе I мейоза
- 3) метафазе II мейоза
- 4) профазе I мейоза

**35. Задания Д 4 № 12083**

Кроссинговер обеспечивает

- 1) сходство наследственной информации у потомков
- 2) образование гамет
- 3) разнообразие наследственной информации у потомков
- 4) образование соматических клеток

**36. Задания Д 4 № 12259**

Кроссинговер происходит в

- 1) интерфазе митоза
- 2) профазе мейоза
- 3) метафазе мейоза
- 4) анафазе митоза

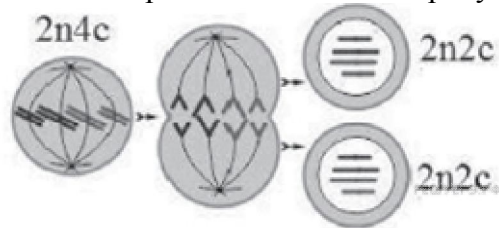
**37. Задания Д 4 № 12309**

Двухроматидные хромосомы перед мейозом имеют формулу

- 1)  $4n4c$
- 2)  $2n2c$
- 3)  $2n4c$
- 4)  $2n8c$

**38. Задания Д 4 № 12374**

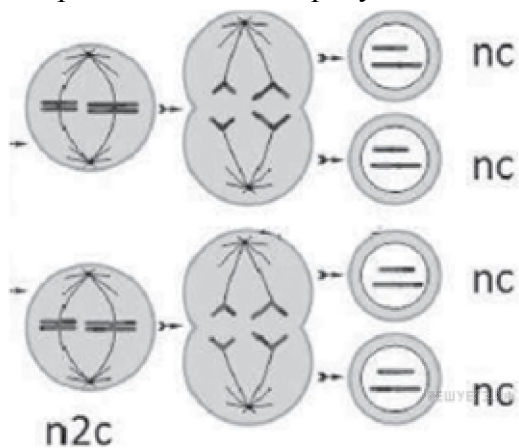
Часть какого процесса показана на рисунке?



- 1) митоз
- 2) мейоз
- 3) гаметогенез
- 4) овогенез

**39. Задания Д 4 № 12424**

Какой процесс показан на рисунке?



- 1) митоз
- 2) мейоз
- 3) полиплоидия
- 4) двойное оплодотворение

**40. Задания Д 4 № 12474**

Кроссинговер приводит к

- 1) образованию гамет
- 2) образованию соматических клеток
- 3) комбинативным изменениям
- 4) хромосомным мутациям

**41. Задания Д 4 № 12524**

В результате мейоза образуются(-ется)

- 1) спермии у фасоли
- 2) эндосперм
- 3) бластула зародыша ржи
- 4) споры мхов

**42. Задания Д 4 № 13924**

В жизненном цикле клетки интерфаза сопровождается

- 1) расхождением хроматид к полюсам клетки
- 2) укорачиванием и утолщением хромосом
- 3) растворением белков ядерной мембраны
- 4) репликацией молекул ДНК

**43. Задания Д 4 № 16013**

Споры у мхов образуются путем

- 1) размножения
- 2) митоза
- 3) мейоза
- 4) репликации

**44. Задания Д 4 № 16362**

В анафазе мейоза I набор хромосом и ДНК у каждого полюса клетки соответствует формуле

- 1)  $2n2c$
- 2)  $n2c$
- 3)  $nc$
- 4)  $2n4c$

**45. Задания Д 4 № 16412**

В результате мейоза образуется

- 1) заросток папоротника
- 2) зигота у мышей
- 3) гастрюла у зародыша человека
- 4) спора кукушкина льна

**46. Задания Д 4 № 17781**

Два следующих друг за другом деления клетки, приводящих к уменьшению числа хромосом, происходят при образовании

- 1) антеридиев кукушкина льна
- 2) эндосперма пшеницы
- 3) сперматозоидов папоротника
- 4) спор мха

**47. Задания Д 4 № 18477**



В результате деления клеточного ядра, начало которого показано на рисунке, образуются

- 1) две диплоидные клетки
- 2) две гаплоидные клетки
- 3) четыре диплоидные клетки
- 4) четыре гаплоидные клетки

**48. Задания Д 4 № 18982**

Во время конъюгации пары гомологичных хромосом образуются

- 1) удвоенные хроматиды
- 2) отдельные хроматиды
- 3) удвоенные хромосомы
- 4) биваленты

**49. Задания Д 4 № 19022**

Какая из указанных клеток образуется в результате мейоза?

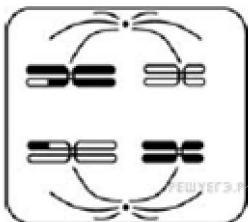
- 1) спермий ириса
- 2) микроспора сосны
- 3) яйцеклетка папоротника
- 4) зигота у ржи

**50. Задания Д 4 № 19806**

Двуххроматидные хромосомы расходятся к полюсам клетки в

- 1) метафазе митоза
- 2) анафазе мейоза I
- 3) интерфазе
- 4) телофазе мейоза II

**51. Задания Д 4 № 20141**



Какая фаза деления клетки изображена на рисунке?

- 1) метафаза мейоза I
- 2) метафаза мейоза II
- 3) анафаза мейоза I
- 4) анафаза мейоза II

## Воспроизведение организмов/Биотехнология

### 1. Задание 8 № 10520

Установите соответствие между двумя основными формами размножения и их признаками.

ПРИЗНАКИ	ФОРМА РАЗМНОЖЕНИЯ
А) происходит без образования гамет	1) бесполое
Б) участвует лишь один организм	2) половое
В) происходит слияние гаплоидных ядер	
Г) образуется потомство идентичное исходной особи	
Д) у потомства проявляется комбинативная изменчивость	
Е) происходит с образованием гамет	

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

### 2. Задание 8 № 12687

Установите соответствие между характеристикой гаметогенеза и его видом.

ХАРАКТЕРИСТИКА	ВИД ГАМЕТОГЕНЕЗА
А) образуется одна крупная половая клетка	1) овогенез
Б) образуются направительные клетки	2) сперматогенез
В) формируется много мелких гамет	
Г) питательные вещества запасаются в одной из четырёх клеток	
Д) образуются подвижные гаметы	

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

### 3. Задание 8 № 18348

Установите соответствие между признаками и видами гаметогенеза, для которых эти признаки характерны.

ПРИЗНАКИ	ВИДЫ ГАМЕТОГЕНЕЗА
А) образуются яйцеклетки	1) овогенез
Б) созревают четыре полноценных гаметы	2) сперматогенез

- В) образуются три направительных тельца
- Г) гаметы содержат небольшое количество цитоплазмы
- Д) гаметы содержат большое количество питательных веществ
- Е) гаметы у млекопитающих могут содержать X или Y хромосомы

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**4. Задание 8 № 19087**

Установите соответствие между процессом, происходящим при сперматогенезе, и зоной, в которой происходит данный процесс.

**ПРОЦЕСС**

**СТАДИЯ  
СПЕРМАТОГЕНЕЗА**

- |  |                     |
|--|---------------------|
| А) митотическое деление первичных половых клеток | 1) зона роста       |
| Б) образование диплоидных сперматогониев         | 2) зона размножения |
| В) образование сперматоцитов 1-го порядка        | 3) зона созревания  |
| Г) мейотическое деление клеток                   |                     |
| Д) образование гаплоидных сперматид              |                     |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

**5. Задание 8 № 19321**

Установите соответствие между методом селекции и его использованием в селекции растений и животных.

**МЕТОД**

**ОБЪЕКТ**

- |                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| А) массовый отбор                   | 1) селекция растений |
| Б) отбор по экстерьеру              | 2) селекция животных |
| В) получение полиплоидов            |                      |
| Г) искусственный мутагенез          |                      |
| Д) испытание родителей по потомству |                      |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**6. Задание 8 № 20846**

Установите соответствие между способом размножения и конкретным примером: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИМЕР****СПОСОБ РАЗМНОЖЕНИЯ**

- |                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| А) спорообразование папоротника    | 1) бесполое |
| Б) образование гамет хламидомонады | 2) половое  |
| В) образование спор у сфагнума     |             |
| Г) почкование дрожжей              |             |
| Д) нерест рыб                      |             |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

**7. Задание 8 № 20902**

Установите соответствие между насекомым и типом его развития: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**НАСЕКОМОЕ****ТИП РАЗВИТИЯ**

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| А) медоносная пчела  | 1) с неполным превращением |
| Б) майский жук       | 2) с полным превращением   |
| В) азиатская саранча |                            |
| Г) капустная белянка |                            |
| Д) зеленый кузнечик  |                            |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

**8. Задание 8 № 21014**

Установите соответствие между способами размножения и примером: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИМЕР****СПОСОБ РАЗМНОЖЕНИЯ**

- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| А) почкование гидры               | 1) бесполое |
| Б) деление клетки бактерии надвое | 2) половое  |
| В) образование спор у грибов      |             |
| Г) партеногенез пчёл              |             |
| Д) образование усов земляники     |             |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

**9. Задание 8 № 21098**

Установите соответствие между способом размножения и примером: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИМЕР****СПОСОБ РАЗМНОЖЕНИЯ**

- А) спорообразование у сфагнума
- Б) семенное размножение у ели
- В) партеногенез у пчёл
- Г) размножение луковицами у тюльпанов
- Д) откладывание яиц птицами
- Е) вымётывание икры у рыб

- 1) половое
- 2) бесполое

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**10. Задание 8 № 21555**

Установите соответствие между примерами и способами размножения: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИМЕР****СПОСОБ РАЗМНОЖЕНИЯ**

- А) размножение фиалки листьями
- Б) живорождение у акулы
- В) деление надвое инфузории-туфельки
- Г) почкование гидры
- Д) вымётывание рыбами икры
- Е) партеногенез пчёл

- 1) бесполое
- 2) половое

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д	Е

**11. Задание 8 № 21745**

Установите соответствие между результатами селекции и методом, которым были достигнуты эти результаты: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ****МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ**

- А) выведение гетерозисной кукурузы
- Б) получение чистых линий гороха
- В) обработка растений колхицином

- 1) радиоактивный мутагенез
- 2) гибридизация



- Г) выведение пшеницы Новосибирская 67 после облучения рентгеновскими лучами семян исходного сорта  
 Д) выведение пшенично-ржаного гибрида Тритикале  
 Е) получение мутантных грибов-дрожжей при воздействии на исходную культуру радием
- 3) химический мутагенез

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

**12. Задание 8 № 21898**

Установите соответствие между методами и областями науки и производства, в которых эти методы используются: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**МЕТОДЫ**

**ОТРАСЛИ**

- |  |                  |
|--|------------------|
| А) получение полиплоидов                                     | 1) селекция      |
| Б) метод культуры клеток и тканей                            | 2) биотехнология |
| В) использование дрожжей для производства белков и витаминов |                  |
| Г) метод рекомбинантных плазмид                              |                  |
| Д) испытание по потомству                                    |                  |
| Е) гетерозис   |                  |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

**13. Задание 8 № 22099**

Установите соответствие между характеристикой гаметогенеза и его видом.

**ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК**

**ВИД ГАМЕТОГЕНЕЗА**

- |   |                  |
|---|------------------|
| А) происходит в яичниках                                  | 1) сперматогенез |
| Б) характерна стадия формирования                         | 2) оогенез       |
| В) образуются направительные тельца                       |                  |
| Г) из исходной клетки образуются четыре одинаковых клетки |                  |
| Д) происходит в семенниках                                |                  |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

#### 14. Задание 8 № 22291

Установите соответствие между приёмами и методами биотехнологии: для этого к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца.

#### ПРИЁМЫ

- А) работа с каллусной тканью
- Б) введение плазмид в бактериальные клетки
- В) гибридизация соматических клеток
- Г) трансплантация ядер клеток
- Д) получение рекомбинантной ДНК и РНК

#### МЕТОДЫ

- 1) клеточная инженерия
- 2) генная инженерия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

### РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

*Генетика* – одна из важнейших наук современной биологии. *Предметом ее изучения* являются два основных свойства живой материи – наследственность и изменчивость организмов. Размножение – одно из свойств живого. При размножении от одного поколения другому передаются общие, характерные для данного вида признаки и свойства. Воспроизведение организмами в ряду последовательных поколений сходных признаков и свойств обеспечивается *наследственностью*. Зачастую признаки и свойства организмов при размножении воспроизводятся очень стойко, но абсолютного сходства никогда не бывает. Это связано с тем, что наследственность всегда сопровождается изменчивостью, иначе была бы невозможна эволюция и селекция.

*Изменчивость* – это возникновение различий между организмами по ряду признаков и свойств. Наследственность и изменчивость проявляются при размножении организмов совместно как противоположные и неразрывно связанные процессы.

Различают *наследственную и ненаследственную* изменчивость. Ненаследственная – называется *модификационной*. Она не передается по наследству, но способствует приспособлению организмов в процессе онтогенеза – индивидуального развития.

Наследственная – подразделяется на *мутационную и комбинативную*. Наследственная изменчивость служит основой естественного и искусственного отбора. Она лежит в основе эволюции и селекции.

*Мутационная изменчивость* возникает при структурных изменениях генов, плазмогенов или хромосом организма под действием физических или химических мутагенных факторов. *Мутагенез* подразделяют на *два типа: спонтанный и индуцированный*. *Спонтанный* – естественный мутагенез, который основан на действии автомутагенов, генов-мутаторов и ряда природных факторов (ионизирующих излучений в виде космических лучей и находящихся в земной коре радиоактивных элементов урана, тория, радиоактивных изотопов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{90}\text{Se}$ ,  $^{14}\text{C}$ , а также различных химических веществ).

Под их действием у животных и растений постоянно происходят мутации. Однако частота спонтанного мутирования очень низкая.

*Индукцированный мутагенез* (индуцировать – вызывать) – это искусственно вызванный мутагенез. Он подразделяется на физический и химический.

Генетика, изучающая важнейшие свойства живого, занимает в биологии центральное место, она тесно связана с молекулярной биологией, эмбриологией, цитологией, биохимией, систематикой, физиологией и другими биологическими науками. Генетика как теоретическая наука решает фундаментальные проблемы организации живой материи. Она является теоретической основой селекции культурных растений, домашних животных, а также полезных микроорганизмов.

Велика роль генетики в медицине. Сейчас известно около 2500 наследственных заболеваний человека. Генетические методы позволяют проводить их раннюю диагностику и предотвращают тем самым гибель больного. Ранняя генетическая диагностика до рождения ребенка позволяет избежать нежелательных последствий в его дальнейшем развитии.

Хозяйственная деятельность человека связана с вмешательством в естественные природные процессы. Прогнозирование и предотвращение нежелательных последствий такого вмешательства невозможны без знаний экологии и генетики. Сохранение генофонда – это важнейшая задача этих двух наук. Генофонд – неоценимое природное богатство генов, которые могут использоваться в селекции. Важно изучать мутагенную активность различных физических и химических агентов, используемых человеком, и только после подтверждения, что они не вызывают мутаций, рекомендовать их для использования в качестве стимуляторов.

Как и любая наука, генетика имеет свои методы исследования. Один из главных методов генетики – гибридологический или генетический анализ, разработанный основоположником генетики Грегором Менделем.

*Гибридологический или генетический анализ.* Основу этого метода составляет скрещивание особей, различающихся между собой по отдельным признакам и изучение полученного гибридного потомства в ряду поколений. Г. Мендель установил правила гибридологического анализа, которыми пользуются и в настоящее время:

- скрещиваемые организмы должны принадлежать к одному виду (при внутривидовой гибридизации);
- родительские формы должны четко различаться по отдельным признакам;
- изучаемые признаки должны быть константны, то есть должны воспроизводиться из поколения в поколение;
- необходимо проводить количественный учет расщепления у гибридов второго (F<sub>2</sub>) и последующих поколений.

*Цитологический метод* основан на изучении с помощью микроскопа клеточных структур, процесса деления клеток и передачи генетической информации. На основе этого метода с использованием новых способов изучения хромосом возникла наука – цитогенетика.

*Онтогенетический метод* используется для изучения действия и проявления генов в процессе индивидуального развития организма – онтогенеза при разных условиях внешней среды.

*Статистический метод.* С его помощью изучают статистические закономерности наследственности и изменчивости.

Кроме этих основных методов исследования существуют еще *генеалогический, популяционный, рекомбинационный, мутационный* и др. методы.

В настоящее время в генетике происходит быстрое накопление знаний. Разделы генетики дифференцируются и выделяются в самостоятельные науки: генетика челове-

ка, генетика растений, генетика поведения, генетика популяций, генетика микроорганизмов, вирусов, молекулярная генетика, генная и клеточная инженерия, биотехнология и др.

Датой рождения генетики считается 1866 год, когда были опубликованы результаты исследований Г. Менделя. В экспериментах с горохом он открыл закон доминирования для гибридов первого поколения и закон расщепления признаков в потомстве последующих поколений. Его работа оказалась непонятой в течение длительного времени (около 35 лет), до тех пор, пока три ученых в 1900 году, независимо друг от друга, на разных объектах – голландец Гуго де Фриз в опытах с энотерой, маком и дурманом; немец Карл Корренс – в исследованиях на кукурузе; австриец Эрих Чермак, работавший с горохом, повторили опыты и подтвердили открытые Грегором Менделем законы.

После «переоткрытия» законов Менделя началось развитие классической генетики.

При изучении вопроса об истории генетики следует обратить внимание на уровень развития науки и социально-экономические условия того периода, когда Г. Мендель проводил свои опыты. Следует объяснить, почему ученые-современники Г. Менделя не сумели понять его открытия, а спустя 34 года оно было признано во всем мире; обратить внимание на причины, которые позволили Г. Менделю, не зная о хромосомах и механизме мейоза, открыть основные генетические законы.

Условно в истории генетики выделяют 5 периодов. Об основных открытиях в генетике можно узнать из предлагаемой основной и дополнительной литературы. Следует обратить внимание на роль русских ученых в становлении, развитии отечественной генетики и их вкладе в науку.

### ***Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации***

Закономерности наследования признаков были открыты основоположником генетики чешским ученым *Грегором Менделем (1822-1884)*. Свои опыты по скрещиванию гороха (*Pisum sativum L.*) Г. Мендель проводил с 1858 по 1865 гг. Результаты исследования были опубликованы им в статье "Опыты над растительными гибридами" в 1866 году.

Следует учесть, что работы по гибридизации проводились многими учеными задолго до Менделя, но они не смогли открыть законы наследования, поскольку анализировали суммарно значительное число признаков. Охватить точными наблюдениями сразу большое число признаков достаточно трудно, да и, как оказалось впоследствии, разные признаки наследуются неодинаково.

Переоткрыты законы были в 1900 г. тремя учеными в разных странах и на разных объектах (голландец – Гуго Де Фриз (мак, дурман, энотера); немец – Карл Корренс (кукуруза); австриец Эрих Чермак (горох)).

Грегор Мендель разработал один из главных методов генетики – *гибридологический (генетический)* анализ. Суть метода состоит в том, что проводится искусственная гибридизация организмов, получают семена гибридов первого поколения (F1), а затем изучают их в ряду последовательных поколений. Этот метод до настоящего времени является одним из главных в генетике.

#### *Причины успеха генетического анализа Г. Менделя.*

1. Объектом исследования была *самоопыляющаяся* культура – горох, поэтому родительские формы при скрещивании находились в гомозиготном состоянии.

2. Для оценки взяты четкие *альтернативные* признаки, хорошо различающиеся у потомков. Было изучено 7 признаков: семена – желтые или зеленые, выполненные или морщинистые, круглые или угловатые; бобы – выпуклые или с перехватом; кожура се-

мян – серая или белая; цветы – пазушные или верхушечные; растения – высокие или карликовые.

3. Исследовал сложное явление наследственности аналитически. Провел проверку родительских форм по потомству и точный количественный учет растений по каждой паре изучаемых признаков в последовательном ряду поколений.

4. Выдвинул гипотезу о дискретной природе наследственности, которая объясняла данные экспериментов (*гипотезу чистоты гамет*).

5. Применил *алгебраическую символику* для записи хода скрещиваний, обозначил подавляющие наследственные факторы прописными буквами А, В, С, а подавляемые – строчными а, b, с и т.д.

*Признаком* в генетике считают любую особенность, проявляющуюся при описании организма: высота, вес, форма (например, носа, ушей), окраска радужной оболочки глаз, наличие или отсутствие остей у злаковых культур, окраска венчиков цветков, плодов у растений, химический состав молекул, группа крови и др. Элементарные признаки называются фенами. Отсюда термин "фенотип" – совокупность признаков организма. *Генотип* же – это совокупность его генов.

Однако следует учитывать, что генотип – это не просто сумма генов, а сложная система взаимодействующих генов индивида, поэтому *фенотип* – это результат взаимодействия генотипа с условиями окружающей среды.

Мендель впервые доказал дискретность наследственных факторов, заложив этим основы генетики. Четкость и продуманность эксперимента позволила Г. Менделю задолго до обнаружения в клетках хромосом и открытия механизма мейоза установить законы наследования. Он показал, что наследуются не сами признаки, а наследственные факторы родителей, которые эти признаки определяют. Впоследствии наследственные факторы были названы генами. Мендель исходил из того положения, что наследственные факторы у каждого организма представлены парами (позднее названы *аллелями*). У потомков два наследственных фактора: один получен с гаметой (половой клеткой) от матери, второй – от отца. Половые клетки содержат лишь по одному наследственному фактору – *гену* из двух аллельных.

Мендель обозначил пару родительских наследственных факторов одноименными буквами. *Доминантный* наследственный фактор, проявляющийся у гибридов первого поколения F<sub>1</sub>, – заглавной буквой, а *рецессивный* – подавляемый, у гибридов F<sub>1</sub> – строчной.

Следует различать такие понятия, как *гомозиготность* и *гетерозиготность*. Гомозиготный организм формирует один тип гамет. Например:

AA – доминантная гомозигота – формирует один тип гамет (A);

aa – рецессивная гомозигота – формирует один тип гамет (a).

Гетерозиготный организм формирует больше одного типа гамет, например:

Aa – гетерозигота, формирует гаметы (A) и (a);

AaBb – дигетерозигота – двойная гетерозигота – формирует 4 типа гамет: (AB), (Ab), (aB), (ab).

Следует обратить внимание, что закон доминирования Г. Менделя – *первый закон* был впоследствии назван законом единообразия гибридов первого поколения, так как полное доминирование у гибридов F<sub>1</sub> проявляется далеко не всегда, и существуют различные его видоизменения.

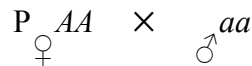
Формулировка *первого закона*: при скрещивании чистых линий в потомстве F<sub>1</sub> проявляются признаки только одной родительской формы (доминантной).

Проявление первого закона можно проанализировать на примере моногибридного скрещивания. *Моногибридным* называется скрещивание родительских форм, различающихся по одной паре признаков.

Примером моногибридного скрещивания является скрещивание родительских форм, различающихся по признаку окраски семян (семена могут быть желтые и зеленые).

Условное обозначение генов: *A* – желтая окраска семян;  
*a* – зеленая окраска семян.

Запись схемы скрещивания для получения гибридов F<sub>1</sub>:



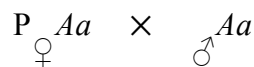
*AA* – доминантная гомозигота – формирует один тип гамет  $\textcircled{A}$ ;

*aa* – рецессивная гомозигота – формирует один тип гамет  $\textcircled{a}$ .

В F<sub>1</sub> формируются семена только желтой окраски – генотип гибридов – *Aa*. Таким образом, выполняется первый закон Г. Менделя.

Чтобы проверить, как будет вести себя признак окраски семян во втором гибридном поколении (F<sub>2</sub>), был произведен посев семян F<sub>1</sub>. Поскольку горох – самоопыляющаяся культура, то искусственную гибридизацию не проводили, семена завязались от самоопыления.

Запись схемы скрещивания для получения гибридов F<sub>2</sub>:



Гетерозиготный организм формирует больше одного типа гамет, например:

*Aa* – гетерозигота, формирует гаметы  $\textcircled{A}$  и  $\textcircled{a}$ ;

♀	Гаметы ♂	$\textcircled{A}$	$\textcircled{a}$	} F <sub>2</sub>
$\textcircled{A}$		<i>AA</i> (желтые)	<i>Aa</i> (желтые)	
$\textcircled{a}$		<i>Aa</i> (желтые)	<i>aa</i> (зеленые)	

В F<sub>2</sub> происходит расщепление:

– по фенотипу на два класса в соотношении 3:1 (3/4 – семена желтые; 1/4 – семена зеленые);

– по генотипу – на три класса, в соотношении 1:2:1 (1/4  $AA$ ; 2/4 (50 %)  $Aa$ ; 1/4  $aa$ ). Таким образом, в  $F_2$  происходит расщепление по фенотипу и генотипу. Поэтому второй закон Г. Менделя называется законом расщепления. Он формулируется следующим образом: *при самоопылении гибридов первого поколения во втором поколении происходит расщепление на два класса фенотипов в соотношении 3:1 и на три класса генотипов в соотношении 1:2:1 (при полном доминировании).*

В экспериментах Г. Менделя в  $F_2$  было проанализировано 7324 штук семян; из них желтых оказалось – 5474 (или 74,74%); зеленых – 1850 (или 25,26%). Фактически полученное соотношение составляет не 3:1, а 2,99:1,01.

Причины различий теоретически ожидаемого и фактически полученного расщепления могут заключаться в следующем:

1. Гибель гамет и зигот (в результате неблагоприятных факторов).
2. Недостаточный объем выборки.

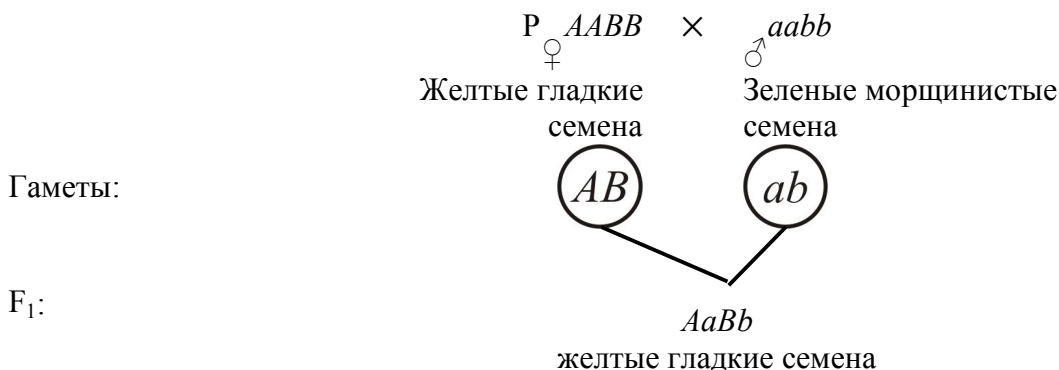
*Расщепление по фенотипу при дигибридном скрещивании.* Дигибридным называют скрещивание родительских форм, различающихся по двум парам признаков (на примере гороха: по окраске и форме семян).

Условные обозначения генов:

$A$  – желтая окраска семян;  $B$  – гладкая форма семян;

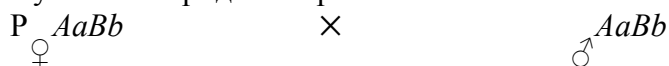
$a$  – зеленая окраска семян;  $b$  – морщинистая форма семян.

Схема скрещивания для получения гибридов  $F_1$ :



В  $F_1$   $AaBb$  – все семена желтые, гладкие. Выполняется первый закон Г. Менделя.

Схема скрещивания для получения гибридов второго поколения:



В потомстве от самоопыления 15 гибридных растений  $F_1$  Г. Мендель получил в  $F_2$  556 семян, из них было: 315 – желтых гладких; 101 желтых морщинистых; 108 зеленых гладких; 32 зеленых морщинистых.

При моногибридном скрещивании при полном доминировании в  $F_2$  наблюдается расщепление по фенотипу на два класса в соотношении 3 : 1, а по генотипу – в соотношении 1 : 2 : 1.

Если представить, что каждая аллельная пара  $Aa$  и  $Bb$  ведет себя так же, как и при моногибридном скрещивании, то есть независимо, тогда эти аллели в равном коли-

честве могут формировать 4 типа гамет:  $(AB)$ ,  $(Ab)$ ,  $(aB)$ ,  $(ab)$ . При оплодотворении происходит случайное объединение всех категорий гамет по следующей формуле  $(1AB+1Ab+1aB+1ab)$   $(1AB+1Ab+1aB+1ab)$ .

В таблице приведено расщепление по фенотипу и генотипу в  $F_2$ :

Расщепление по фенотипу		Расщепление по генотипу		
фенотип	соотношение	генотип	соотношение	
Желтые гладкие ( $A-B-$ )	<b>9</b>		1	
		$AaBB$	2	
		$AABb$	2	
		$AaBb$	4	
Итого:		<b>9</b>		
Желтые морщинистые ( $A-bb$ )	<b>3</b>	$AAbb$	1	
		$Aabb$	2	
Итого:		<b>3</b>		
Зеленые гладкие ( $aaB-$ )	<b>3</b>	$aaBB$	1	
		$aaBb$	2	
Итого:		<b>3</b>		
Зеленые	<b>1</b>	$aabb$	1	<b>1</b>
ВСЕГО	4 класса		9 классов	

Соотношение фенотипов в  $F_2$ : 9:3:3:1 ( $\Sigma 16$ )

Соотношение генотипов в  $F_2$ : 4:2:2:2:1:1:1:1 ( $\Sigma 16$ )

*Третий закон Г. Менделя – закон независимого наследования. Формулировка:* при дигибридном и более сложных типах скрещивания расщепление по каждой паре признаков происходит независимо друг от друга в соотношении, близком 3:1, как при моногибридном скрещивании.

Чтобы убедиться, что выполняется третий закон Г. Менделя, необходимо проанализировать наследование каждой пары признаков в  $F_2$  отдельно от друг от друга.

При этом оказывается, что расщепление по окраске семян в  $F_2$  происходит в следующем соотношении: 12/16 желтые (среди них: 9/16 желтые гладкие + 3/16 желтые морщинистые) и 4/16 – зеленые (3/16 зеленые гладкие + 1/16 зеленые морщинистые). Такое расщепление можно упростить и представить как 3:1.

Расщепление в  $F_2$  по форме семян происходит в следующем соотношении: 12/16 гладкие (среди них: 9/16 желтые гладкие + 3/16 зеленые гладкие) и 4/16 – морщинистые (3/16 желтые морщинистые + 1/16 зеленые морщинистые). Такое расщепление в конечном итоге также составляет 3:1.

Таким образом, расщепление по форме и окраске семян гороха происходит независимо друг от друга в соотношении 3:1, как при моногибридном скрещивании.

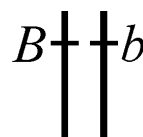
При изучении третьего закона Г. Менделя, закона независимого наследования, следует помнить, что он касается независимого наследования хромосом, а не генов. Очень важно уяснить, что независимо (согласно законам Г. Менделя) наследуются те признаки, которые контролируются аллельными генами. Эти гены находятся в разных (негомологичных) хромосомах. Например, в случае дигибридного скрещивания, аллели



одной пары генов расположены в одной паре гомологичных хромосом, а аллели другой пары генов – в другой паре гомологичных хромосом:



Аллель  $Aa$ , определяющая один признак (окраску семян)



Аллель  $Bb$ , определяющая другой признак (форму семян)

*Контроль за расщеплением.* Генетический анализ включает: описание гибридов, количественный учет расщепления второго или третьего поколений, анализ ожидаемых и фактически полученных чисел в расщеплении. Для последнего необходимо сделать специальные расчеты.

Например, Г. Мендель при дигибридном скрещивании растений гороха получил некоторое фактическое расщепление признаков во втором поколении. Следует оценить, насколько это фактическое расщепление соответствует теоретически ожидаемому расщеплению  $9 : 3 : 3 : 1$  при дигибридном скрещивании.

В опыте Менделя во втором поколении было получено 556 семян гороха, в том числе: 315 – желтые гладкие, 101 – зеленые гладкие, 108 – желтые морщинистые и 32 – зеленые морщинистые.

*Выдвигается гипотеза:* наследование признаков окраски и формы семян у гороха происходит в соответствии со вторым законом Г. Менделя – законом расщепления. Тогда расщепление во втором поколении при таком скрещивании должно быть  $9:3:3:1$ .

Для подтверждения или опровержения этой гипотезы требуется найти фактическое расщепление признаков в  $F_2$  и сравнить его с теоретически ожидаемым расщеплением  $9:3:3:1$  с помощью критерия хи-квадрат ( $\chi^2$ ).

В следующей таблице показано фактически полученное расщепление:

	Фенотип			
	желтые гладкие	желтые морщинистые	зеленые гладкие	зеленые морщинистые
Семена, шт.	315	108	101	32
Теоретическое расщепление	9	3	3	1
Фактическое расщепление	9,84	3,38	3,16	1

Имея теоретическое расщепление  $9:3:3:1$ , определим фактическое соотношение семян:

1. Пусть 32 зеленых морщинистых семени составляют одну часть и соответствуют теоретическому ожиданию.

2. Тогда зеленых гладких семян должно быть:  $101 : 32 = 3,16$  части.

3. Желтых морщинистых семян должно быть:  $108 : 32 = 3,38$  части.

4. Желтых гладких семян должно быть:  $315 : 32 = 9,84$  части.

Таким образом, фактически полученное расщепление в  $F_2$  в точности не совпадает с теоретическим расщеплением  $9:3:3:1$  и несколько отличается от него. Различия между двумя расщеплениями можно оценить с помощью критерия  $\chi^2$  и рассматривать два вывода:

1. Расщепления соответствуют друг другу, а различия между ними носят случайный характер, и ими можно пренебречь.

В этом случае мы подтверждаем рабочую гипотезу и утверждаем: окраска и форма семян у гороха наследуются по второму закону Г. Менделя, так как в  $F_2$  наблюдается расщепление фенотипов в соотношении 9:3:3:1.

2. Расщепления достоверно отличаются друг от друга, отклонение неслучайно, и тогда рабочая гипотеза не подтверждается, и требуется выдвинуть другую гипотезу о характере наследования.

Для оценки соответствия расщеплений следует рассчитать фактический критерий хи-квадрат ( $\chi^2_{ф}$ ) и сравнить его с теоретическим (табличным) значением ( $\chi^2_{т}$ ).

Порядок расчета  $\chi^2_{ф}$  приводится в следующей таблице:

Показатели	Число семян с фенотипом, шт.			
	желтые гладкие	желтые морщинистые	зеленые гладкие	зеленые морщинистые
Фактическое расщепление ( $p$ ) 9,84:3,38:3,16:1	315	108	101	32
Теоретическое расщепление ( $q$ ) 9:3:3:1	$32 \times 9 = 288$	$32 \times 3 = 96$	$32 \times 3 = 96$	32
Отклонение ( $d$ ) = $p - q$	27	12	5	0
Квадрат отклонения ( $d^2$ )	729	144	25	0
$d^2 / q$	2,53	1,5	0,26	0
$\chi^2_{ф} = \sum (d^2 / q)$	$= 2,53 + 1,5 + 0,26 + 0 = 4,29$			

Обратите внимание, что исходные значения в расчетах – это фактически полученное и теоретически ожидаемое количество семян.

Теоретическое количество семян (теоретическое расщепление ( $q$ )) – это такое их количество, сколько бы их получили, если бы имели точное расщепление 9:3:3:1.

Для расчета теоретического количества семян мы принимаем количество зеленых морщинистых семян за единицу (так как их в теории одна часть) и записываем – 32 штуки.

Тогда желтых морщинистых и зеленых гладких будет (их по три части):  $32 \times 3 = 96$  штук, а желтых гладких (9 частей):  $32 \times 9 = 288$  штук.

Далее расчеты ведутся по столбцам по каждому фенотипу, а критерий  $\chi^2_{ф}$  рассчитывается в последней строчке таблицы как сумма.

Полученное значение  $\chi^2_{ф}$  сравнивают с  $\chi^2_{т}$ , которое определяют по следующей таблице:

Число степеней свободы $df$	Доверительная вероятность ( $P$ )								
	0,01	0,05	0,20	0,50	0,70	0,80	0,90	0,95	0,99
1	0	0,004	0,016	0,064	1,148	0,455	1,642	3,841	6,635
2	0,020	0,103	0,211	1,446	0,713	1,386	3,219	5,991	9,210
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	4,642	7,815	11,34
4	0,297	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	5,989	9,488	13,28
5	0,554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	7,289	11,07	15,08
$n$									

В основе статистических расчетов, принятых в сельскохозяйственных исследованиях, лежит следующее положение: ошибка считается случайной, если она возникает реже, чем 1 раз на 20 случаев, то есть с вероятностью не более 5%. Тогда рабочая гипотеза принимается с доверительной вероятностью 95% (0,95). Это значит, что в 95 случаях из 100 рабочая гипотеза подтвердится.

Число степеней свободы (*df*) определяют по формуле  $n-1$ , где  $n$  – число фенотипических классов, полученных при расщеплении.

В нашем случае расщепление признаков происходило на 4 класса (9:3:3:1), следовательно, число степеней свободы равно 3, а  $\chi^2_T$  равно 7,815.

Далее делается одно из двух заключений:

1. Если  $\chi^2_{ф} \leq \chi^2_T$ , то фактическое расщепление соответствует теоретически ожидаемому. Различия между ними носят случайный характер. Окраска и форма семян у гороха наследуются по законам Г. Менделя, так как во втором гибридном поколении наблюдается расщепление 9:3:3:1.

2. Если  $\chi^2_{ф} > \chi^2_T$ , то фактическое и теоретическое расщепления различаются достоверно. Различия между ними неслучайны и обусловлены более сложным характером наследования изучаемых признаков, требуется дополнительный поиск законов наследования.

В наших расчетах  $\chi^2_{ф} = 4,29 < \chi^2_T = 7,82$ , следовательно фактическое расщепление 9,84 : 3,38 : 3,16 : 1 соответствует теоретическому 9:3:3:1. Различия между ними носят случайный характер, и рабочая гипотеза подтверждается: окраска и форма семян у гороха наследуются по законам Г. Менделя.

*Метод  $\chi^2$  неприменим в тех случаях, когда объем выборки недостаточен, в один из теоретически рассчитанных классов попадает менее 5 особей; а также к значениям, выраженным в процентах и относительных числах.*

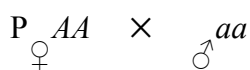
Таким образом, для расчета критерия соответствия необходим достаточный объем выборки. Чем больше объем выборки, тем точнее оценка.

Следует помнить, что наследование признаков по законам Г. Менделя происходит достаточно редко, так как при этом требуется соблюдение следующих условий:

1. Признаки должны контролироваться аллельными генами.
2. Гены должны располагаться в разных, то есть негомологичных хромосомах (условие отсутствия сцепления генов).
3. Проводить скрещивания необходимо на диплоидном уровне.
4. Должна осуществляться равная вероятность образования гамет всех типов (условие отсутствия нарушений процесса мейоза).
5. Необходимое условие – одновременное созревание и равная выживаемость мужских и женских гамет.
6. Должна отсутствовать избирательность (селективность) при оплодотворении гаметами всех типов.

*Взаимные* – это скрещивания двух родительских форм, когда в одном случае первая форма является материнской, вторая – отцовской, а во втором случае – наоборот, вторая родительская форма – материнская, а первая – отцовская.

*Приведем схему таких скрещиваний:*



Подавляющее большинство возделываемых человеком растений – обоеполые, поэтому проведение таких скрещиваний для получения гибридного потомства не вызывает трудностей. В одном случае кастрации подвергаются цветки одной родительской формы ( $AA$ ), а в другом случае – другой ( $aa$ ).

*Беккроссы* (от англ.: *back* – назад и *cross* – пересекать, скрещивать) – скрещивания между гибридом и одной из родительских форм. Проводят в том случае, когда хотят усилить в потомстве признаки одной из родительской формы. Например, при создании устойчивых сортов, стерильных аналогов фертильных линий и других случаях. Схема скрещивания следующая:

$$\begin{array}{l} \text{P } \underset{\text{♀}}{AA} \times \underset{\text{♂}}{aa} \\ \text{F1 } Aa \\ \text{P } \underset{\text{♀}}{Aa} \times \underset{\text{♂}}{AA} \\ \text{F2 } AAa \\ \text{P } \underset{\text{♀}}{AAa} \times \underset{\text{♂}}{AA} \\ \text{F3 } AAAa \end{array}$$

и так далее, пока не будет получен желаемый эффект.

*Анализирующее* скрещивание проводят, когда хотят узнать (*проанализировать*) генотип неизвестной материнской формы гибрида. Анализирующим называют скрещивание гибрида с рецессивной гомозиготной формой ( $aa$ ). По результатам такого скрещивания судят о генотипе матери.

*Пример.* Желтозерная форма гороха может быть представлена двумя генотипами ( $AA$  и  $Aa$ ). Как узнать, каков генотип этих семян? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо провести анализирующее скрещивание.

Для получения ответа на вопрос семена высеваются, во время цветения проводится кастрация цветков и на рыльца пестиков наносится пыльца зеленозерной формы ( $aa$ ).

*Генотип и фенотип семян гороха:*

$AA$  – семена желтые

$Aa$  – семена желтые

*Схемы анализирующего скрещивания*

$$\text{P } \underset{\text{♀}}{AA} \times \underset{\text{♂}}{aa}$$

$$\text{P } \underset{\text{♀}}{Aa} \times \underset{\text{♂}}{aa}$$

*Результаты скрещивания:*

$F_1 Aa$

$F_1 Aa: aa$

100% семян желтые  
(1-й вариант)

50% – желтые, 50% – зеленые  
(2-й вариант)

По результатам анализирующего скрещивания можно судить о генотипе материнской формы, которая в примере была нам неизвестна. Если в результате анализирующего скрещивания все потомство имеет один фенотип – все семена желтые (1-й вариант), то это значит, что в скрещиваниях участвовала гомозиготная форма, и генотип матери –  $AA$ .

Если в  $F_1$  происходит расщепление (2-й вариант), то это свидетельствует о том, что материнская форма была гибридной и ее генотип –  $Aa$ .

Скрещивание форм, различающихся по трем и более признакам, называют *полигибридным*.

*Пример.* Скрестили два сорта гороха, различающихся по трем парам признаков:  
*A* – желтые, *a* – зеленые;  
*B* – гладкие, *b* – морщинистые;  
*C* – серая кожа, *c* – белая кожа.

Схема скрещивания следующая:

P  $\begin{matrix} \text{♀} \\ AABBCc \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{♂} \\ aabbcc \end{matrix}$   
F1  $AaBbCc$

Семена желтые, гладкие, кожа серая.

Тригетерозигота – единообразия

Провели самоопыление растений первого поколения для получения гибридных семян второго поколения. Схема скрещивания:

P  $\begin{matrix} \text{♀} \\ AaBbCc \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{♂} \\ AaBbCc \end{matrix}$

Тригетерозигота формирует 8 типов гамет, которые при объединении могут сформировать 64 зиготы, приведенные в решетке Пеннета:

Гаметы ♂	<i>ABC</i>	<i>ABc</i>	<i>AвC</i>	<i>Aвc</i>	<i>aBC</i>	<i>aBc</i>	<i>авC</i>	<i>авc</i>
♀ <i>ABC</i>								
<i>ABc</i>								
<i>AвC</i>								
<i>Aвc</i>								
<i>aBC</i>								
<i>aBc</i>								
<i>авC</i>								
<i>авc</i>								

При тригибридном скрещивании расщепление в  $F_2$  по фенотипу происходит на 8 классов в соотношении:  $27:9:9:9:3:3:3:1 = 64$ , по генотипу расщепление более сложное.

Для определения числа фенотипических и генотипических классов в потомстве используют общие формулы расщепления. В случае полного доминирования признаков эти формулы можно вывести из расщеплений при моно- и дигибридном скрещиваниях.

Число фенотипических классов при расщеплении в моногибридном скрещивании равно двум (3:1), число генотипических классов – трем (1:2:1). При дигибридном скрещивании эти числа увеличиваются соответственно: по числу фенотипов – до четырех (9:3:3:1) и до восьми по числу генотипов (4:2:2:2:1:1:1:1). В общем, расщепление по фенотипу равно  $2^n$ , а расщепление по генотипу –  $3^n$  – это и есть общая формула расщепления.

Зная общие формулы, можно подсчитать число классов фенотипов и генотипов для любого числа пар признаков.

*Пример* приведен в следующей таблице

Тип расщепления	Число пар аллелей	Фенотип		Генотип	
		число фенотипов	соотношение	число генотипов	соотношение
Моногибридное	1	2	3 : 1	3	2:1:1=4
Дигибридное	2	$2^2=4$	$(3:1)^2 = 16$ 9:3:3:1	$3^2=9$	$(2:1:1)^2=16$ 4:2:2:2:1:1:1:1
Тригибридное	3	$2^3=8$	$(3:1)^3 = 64$ 27:9:9:9:3:3:3:1	$3^3=27$	$(2:1:1)^3 = 64$
Полигибридное	$\underline{n}$	$2^n$	$(3:1)^n$	$3^n$	$(2:1:1)^n$

Зная общую формулу расщепления, можно подсчитать, например, что число фенотипических классов при тетрагибридном скрещивании будет  $2^4 = 16$ , а генотипических –  $3^4 = 81$ ; при гексагибридном скрещивании соответственно  $2^6 = 64$  и  $3^6 = 729$ .

### ***Хромосомная теория наследственности***

В 1906 г. У. Бэтсон и Р. Пеннет (Англия) в опытах по скрещиванию душистого горошка обнаружили явление "*притяжения*", когда признаки наследовались вместе (сцепленно) и не подчинялись закону независимого наследования Г. Менделя. В опыте предполагалось дигибридное скрещивание *Lathyrus odoratus*. В F<sub>2</sub> при этом ожидалось получить менделевское расщепление на 4 класса фенотипов в соотношении: 9:3:3:1.

Однако свободной рекомбинации признаков получено не было – подавляющее число особей F<sub>2</sub> имели исходное сочетание признаков, свойственное родителям: (*A-B-*) и (*aabb*). Полученные результаты на тот момент времени ученые объяснить не смогли. Понимание этих результатов стало возможно в 20-е годы XX века, благодаря работам Томаса Моргана и его школы.

Согласно закономерностям наследования, установленным Менделем, независимое комбинирование генов происходит только при условии, что гены находятся в разных не-гомологичных хромосомах. Исходя из этого положения, число генов у организма *должно ограничиваться числом хромосом*. На самом деле это не так. Число хромосом у любого организма относительно мало и постоянно, определяется его *кариотипом*. Число генов, контролирующих большое число признаков и свойств, очень велико, и всегда значительно превышает число хромосом организма. Следовательно, в одной хромосоме находится не один ген, а множество.

Например, у *Drosophyla melanogaster*  $2n=8$ , а число генов более 7 тыс.; у *Homo sapiens*  $2n = 46$ , а число генов более 50 тыс.

Зная это, следует признать, что 3-й закон Г. Менделя – закон независимого наследования признаков, имеет ограничение, он характеризует *независимое наследование хромосом, а не генов*.

Достижения цитологии в конце XIX и первом десятилетии XX века создали условия для понимания законов Г. Менделя. Открытие распределения хромосом при редукционном делении и оплодотворении показали, что независимое менделевское наследование связано с хромосомами – основными носителями генов. Однако прямых данных, доказывающих, что гены локализованы в хромосомах, к тому времени еще не было.

Основоположником хромосомной теории наследственности считают американского ученого Т. Моргана. В 1910-1911 гг. Т. Морган и его сотрудники обнаружили сцепленное наследование признаков у плодовой мушки-дрозофилы (*Drosophila*

*melanogaster*). Они впервые показали, что гены локализованы в хромосомах, занимают в них определенное место – локус. Они показали взаимосвязь между конкретными генами и хромосомами, установили, что гены в хромосомах располагаются линейно и образуют группы сцепления соответственно гаплоидному числу хромосом организма. Было показано, что гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются вместе, то есть сцепленно, и при мейозе попадают в одну гамету.

Однако сцепление редко бывает полным, гораздо чаще встречается неполное сцепление генов, причиной которого является *кроссинговер* – обмен генами между гомологичными хромосомами в профазе мейоза I. Кроссинговер изменяет положение генов в гомологичных хромосомах, ведет к их рекомбинации и расширяет возможности комбинативной изменчивости, что весьма важно для отбора, эволюции и селекции.

В случае сцепленного наследования генотип дигетерозиготы  $AaBb$  принято записывать  $\frac{AB}{ab}$ . При такой форме записи легко определить гаметы с кроссинговером и без кроссинговера.

Дигетерозигота в случае полного сцепления, то есть если кроссинговер не происходит, образует два типа гамет:



В случае неполного сцепления, то есть когда кроссинговер происходит, дигетерозигота образует четыре типа гамет – два типа *некроссоверных* и два типа *кроссоверных*:



Доля кроссоверных гамет всегда меньше 50%.

При свободном же комбинировании хромосом, то есть при независимом наследовании генов, зигота  $AaBb$  формирует 4 типа гамет в равном соотношении:



Величина перекреста хромосом зависит от расстояния между генами: чем больше расстояние между генами в хромосоме, тем больше вероятность того, что они в результате кроссинговера будут разъединены и попадут в разные гаметы, и наоборот.

На этом основании Т. Морган предположил, что по частоте кроссинговера можно определить относительное расстояние между генами. Величину перекреста хромосом вычисляют в процентах кроссоверных особей – это есть процент *рекомбинантных* особей от общего числа всех особей, полученных в потомстве данного скрещивания. За

единицу перекреста принята величина, равная 1%, ее называют также *сантиморганидой*.

*Пример.* Известно, что при анализирующем скрещивании в F<sub>2</sub> получено 1000 зерен кукурузы. Из них 36 шт. рекомбинантных гибридов. Следовательно, относительное расстояние между генами, контролирующими признаки окраски и формы семян у кукурузы, составляет 3,6% или 3,6 сантиморганиды.

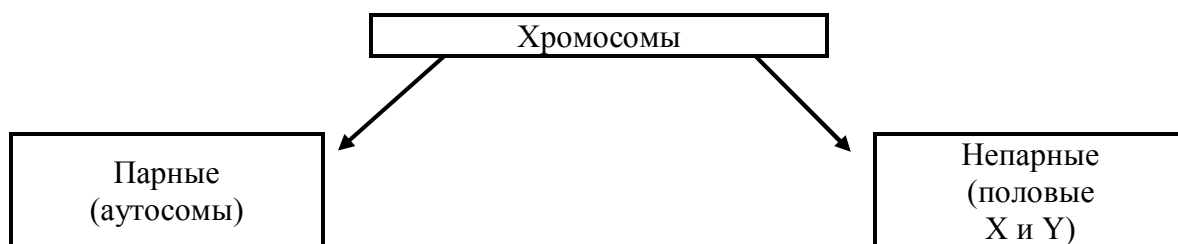
Блок генов, расположенных в одной хромосоме, называется *группой сцепления*. Число групп сцепления у любого организма равно гаплоидному числу хромосом, так как кроссинговер происходит между гомологичными хромосомами.

На основании перекреста хромосом можно определять относительное расстояние между генами и составлять генетические карты хромосом.

*Генетическая карта хромосом* – это порядок расположения в ней генов с учетом относительного расстояния между ними, представленный в виде схемы. Кроме местоположения генов, на карте обычно обозначают место *центромеры* – первичной перетяжки, приводят сокращенное название генов, а также расстояние в сантиморганидах от одного из концов хромосомы, принятого за ноль. Группы сцепления нумеруют римскими цифрами.

### **Определение и развитие пола**

В генотипе любого раздельнополого организма находятся парные хромосомы – *аутосомы*, и непарные (*X* и *Y*). Позже установили, что *непарные хромосомы* связаны с определением *пола*. Их стали называть *половые хромосомы*.



Х. Генкинг в 1891 г. при изучении мейоза в клетках насекомых обнаружил неизвестную, непарную интенсивно окрашивающуюся структуру, которая была им обозначена как *X* – неизвестное. В 1902 г. К. Мак-Кленг предположил, что генетическая роль этой неизвестной структуры клетки связана с определением пола. В 1905 г. Э. Вильсон предложил называть это образование *X*-хромосомой. В дальнейшем другую непарную хромосому, определяющую у ряда организмов мужской пол, стали называть *Y*-хромосомой.

Согласно хромосомной теории наследования пол у *большинства организмов* определяется в момент оплодотворения. Поскольку подавляющее большинство организмов имеет две половые хромосомы (либо *XX*, либо *XY*), отношение полов в поколениях (1:1) обеспечивается за счет того, что один пол является гомо-, а второй – гетерогаметным. Гомогаметный пол формирует один тип гамет по половым хромосомам.

Например, зигота *XX* формирует один тип гамет по половым хромосомам  $\textcircled{X}$ . Гетерогаметный пол формирует два типа гамет, например, зигота *XY* формирует гаметы с  $\textcircled{X}$  и гаметы с  $\textcircled{Y}$  хромосомами.



Существуют следующие типы определения пола, приведенные в таблице:

Тип определения пола	Объект	Гетерогаметный пол	Соматические клетки (по половым хромосомам)	
			женские	мужские
XУ	Человек, млекопитающие животные, дрозофила и большинство других видов	мужской	XX	XУ
XУ	Птицы, бабочки	женский	XУ	XX
XO	Кузнечики, клоп <i>Protenor</i>	мужской	XX	XO
XO	Моль <i>Fumea</i>	женский	XO	XX

Гены, которые расположены в половых хромосомах при мейозе, попадают в одну гамету и наследуются сцеплено с полом.

Следует отметить, что *Y*-хромосома не полностью гомологична *X*-хромосоме. *X*-хромосома имеет участки с генами, которые не имеют аллелей в *Y*-хромосоме, такое явление называется гемизиготой. Признаки, контролируемые такими непарными генами, наследуются только с половой *X*-хромосомой.

Большинство высших растений – обоеполые организмы (гермафродитные), их гаметы идентичны, поскольку у них отсутствуют непарные хромосомы. При этом мужские гаметы – спермии и женские гаметы – яйцеклетки имеют точные копии хромосом (*n* – гаплоидное число). У таких растений проявляются морфологические и физиологические различия женского и мужского пола только в процессах дифференцировки элементов цветка.

Однако около 5% цветковых растений – *двудомные*. Тычиночные и пестичные цветки у них располагаются на различных особях – мужских и женских. К таким растениям относят виноград, облепиху, коноплю, хмель и др. У них отмечено наличие половых хромосом и наблюдается *половой диморфизм*, когда мужские и женские особи различаются между собой.

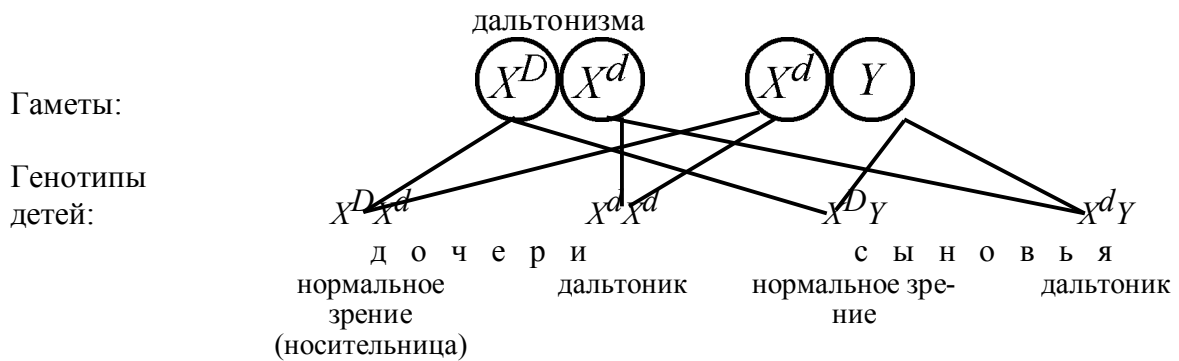
Сцепленное с полом наследование было обнаружено у растений позже, чем у животных, в 20-е гг. XX в. – у дрёмы белой (*Melandrium album*), а затем у щавеля, хмеля, винограда, конопли, спаржи, дынного дерева, облепихи и др.

Половые *X* хромосомы наследуются *крис-кросс*, то есть крест-накрест. Это значит, что одна из *X*-хромосом матери всегда передается сыну, а единственная *X*-хромосома отца – дочери.

У человека *гомогаметным* является женский пол, поэтому действие рецессивного гена, контролирующего развитие какой-либо болезни, может подавляться действием доминантного аллельного гена другой *X*-хромосомы. Таким образом, гетерозиготная женщина является носителем какой-либо наследственной болезни, но при этом сама она является здоровой. Например, генотип матери, носительницы гена гемофилии будет –  $XX^h$ .

Дальтонизм – цветовая слепота, наследуется у человека как рецессивный признак, сцепленный с *X*-хромосомой. У женщин этот признак проявится только в том случае, если они будут гомозиготны по этому гену – генотип  $X^dX^d$ . Такой случай возможен, если ген, определяющий дальтонизм, был в генотипе и матери, и отца. Например:  $X^d$  – дальтонизм;  $X^D$  – нормальное зрение.

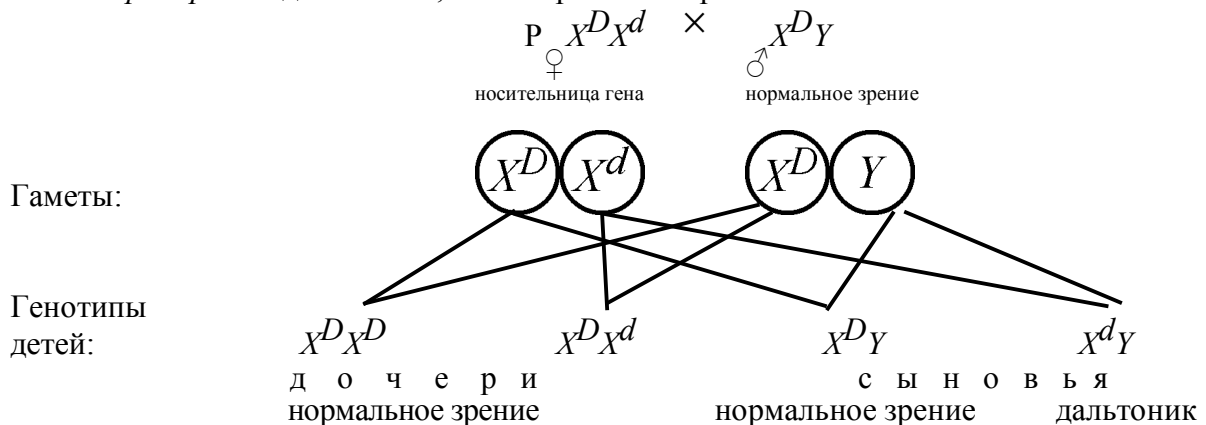
$$\begin{array}{ccc}
 \text{Р} & X^D X^d & \times & X^d Y \\
 & \text{♀} & & \text{♂} \\
 \text{Носительница гена} & & & \text{Дальтоник}
 \end{array}$$



Случай, когда оба супруга имеют в своем генотипе ген, определяющий развитие дальтонизма, достаточно редок, поэтому рождение девочек-дальтоников – достаточно редкое событие.

Если мать гетерозиготна по гену дальтонизма, а отец имеет нормальное зрение, то в потомстве у дочерей зрение будет нормальным, а вероятность рождения сыновей-дальтоников будет составлять 50%. Причина такого наследования – *крис-кросс* распределение *X*-хромосом при оплодотворении.

Пример:  $X^d$  – дальтонизм;  $X^D$  – нормальное зрение.



На основании проведенных Т. Морганом экспериментов были разработаны основные положения *хромосомной теории наследственности*:

1. Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются сцепленно с этой хромосомой и в мейозе попадают в одну гамету.
2. Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом организма.
3. Гены в хромосоме располагаются линейно и занимают в ней определенное место – локус.
4. Сцепление генов редко бывает полным, так как между генами гомологичных хромосом в профазе I мейоза происходит кроссинговер.
5. Кроссинговер происходит чаще между генами, которые дальше друг от друга расположены в хромосоме.
6. Относительное расстояние между генами определяют по проценту кроссоверных особей в потомстве.
7. Частота кроссинговера между генами прямо пропорциональна расстоянию между ними.
8. В половых хромосомах кроссинговер возможен только у гомогаметного пола, так как у гетерогаметного – половые хромосомы не полностью гомологичны.

## ***Основы селекции***

Селекция – это наука о путях и методах создания новых и улучшения существующих пород домашних животных, сортов культурных растений и штаммов полезных микроорганизмов.

*Задачи селекции:*

1. Выведение новых и совершенствование существующих сортов растений и пород животных.
2. Изучение исходного материала для селекции.
3. Изучение наследственности и роли среды в развитии интересующих человека признаков.
4. Изучение особенностей гибридизации (в том числе и отдаленной).
5. Изучение специфики наследования само- и перекрестноопылителей.

*Основные направления селекции:*

1. На высокую продуктивность сортов и пород.
2. На качество продукции.
3. На физиологические свойства (скороспелость, зимостойкость, иммунитет).
4. На интенсивный тип (у растений - отзывчивость на агротехнические мероприятия; у животных - на лучшее содержание и кормление).

Для решения своих задач селекция использует следующие методы:

- гибридизация и отбор;
- гетерозис;
- мутагенез;
- полиплоидия;
- биотехнологические методы (клеточная и генная инженерия).

Любая селекция начинается не на пустом месте, а с подбора исходного материала. Исходный материал - это такие формы, которые обладают наследственной изменчивостью. Исходным материалов, например, являются местные сорта, коллекция культурных растений, созданная Н.И.Вавиловым и его сотрудниками, дикие сородичи культурных растений.

Н.И.Вавилов создал учение о центрах происхождения культурных растений. В многочисленных экспедициях собрал богатейшую коллекцию растительных форм. Он открыл существование семи важнейших центров происхождения культурных растений.

Учение о Центрах происхождения культурных растений очень важно для селекции, т.к. позволяет более целенаправленно подбирать исходный материал для селекции. Именно в центрах происхождения в процессе эволюции сформировались устойчивые формы, которые может использовать селекционер.

Правильный выбор исходного материала и метода селекции позволяет вести работу целенаправленно и быстрее достигать желаемого результата.

Правильный выбор основывается на глубоких знаниях биологии культуры и генетики, которая является теоретической основой селекции.

Хотя фундаментальные принципы генетики и селекции едины для всех организмов, однако наблюдается ряд специфических особенностей в селекции растений, животных и микроорганизмов.

## ***Селекция растений***

Основные методы – гибридизация и отбор.

Для отбора нужно разнообразие, его получают при гибридизации. Различают следующие виды гибридизации: - внутривидовую и отдаленную.

Внутривидовая – скрещивание особей одного вида (пример - скрещивание разных сортов мягкой пшеницы).

Отдаленная гибридизация - скрещивание разных видов или родов (пример, скрещивание пшеницы с рожью. Гибрид пшеницы и ржи называется тритикале).

У отдаленной гибридизации есть преимущества и недостатки.

Преимущество отдаленных гибридов в том, что возникают формы с новыми признаками, не существовавшие ранее в природе, сочетающие в себе положительные черты разных видов или родов. Недостатком отдаленных гибридов является плохая скрещиваемость и бесплодие отдаленных гибридов. В настоящее время разработаны приемы улучшения скрещиваемости и преодоления бесплодия отдаленных гибридов. Одним из приемов преодоления бесплодия является увеличение числа хромосом у гибрида.

Различают 2 основные формы искусственного отбора:

- массовый,
- индивидуальный.

При массовом отборе выделяют группу лучших растений и размножают их на общем участке. Чаще его используют при работе с перекрестноопыляющимися культурами (рожь, сахарная свекла, подсолнечник). В случае массового отбора сорт характеризуется гетерозиготностью по многим генам.

Преимущества массового отбора: быстрота и меньшие затраты, недостаток - то, что отбираемые растения не проверяются по потомству, поэтому сорта - популяции часто неустойчивы и селекционер вынужден вести массовый отбор многократно.

Индивидуальный отбор ведется с оценкой по потомству. Отбираемые растения высеваются отдельно, проходят жесткую браковку в течение нескольких поколений. Такой отбор применяется чаще у самоопыляющихся культур (пшеница, ячмень, горох и др.).

При индивидуальном отборе сорт характеризуется гомозиготностью.

Недостатком индивидуального отбора является возрастание затрат труда на выведение сорта.

Естественный отбор играет важную роль в селекции, т.к. селекционный материал подвергается действию условий внешней среды. Зачастую селекционер привлекает естественный отбор для того, чтобы отобрать формы, наиболее приспособленные к условиям произрастания - влажности, температуре, естественным болезням и вредителям.

Различают 2 типа скрещиваний:

- близкородственные (инбридинг),
- неродственные (аутбридинг).

Примером инбридинга у растений являются принудительное самоопыление перекрестноопыляющихся растений. При инбридинге популяция распадается на ряд чистых линий. При скрещивании некоторых из них наблюдается гетерозис.

*Гетерозис* - это увеличение продуктивности, плодовитости, жизнеспособности у гибридов первого поколения в сравнении с исходными родительскими формами.

Уже во втором поколении гетерозис угасает, поэтому при возделывании гетерозисных гибридов усложняется и дорожает их семеноводство, но затраты окупаются прибавкой урожая на 15-40% в сравнении с районированными сортами. В настоящее время сорта в производстве таких культур, как кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник и др., практически вытеснены гетерозисными гибридами.

Полиплоидия широко используется в селекции зерновых, кормовых и технических культур. У полиплоидов в соматических клетках кратно увеличивается число

хромосом (4x – тетраплоиды, 6x – гексаплоиды, 3x – триплоиды). Их возделывают в связи с тем, что они более урожайны в сравнении с диплоидами.

Полиплоиды получают при воздействии на ткани колхицина – вещества, разрушающего веретено деления, поэтому удвоившиеся хромосомы остаются в одной клетке. Сбалансированные по числу хромосом полиплоиды (4x, 6x) плодovиты: несбалансированные (3x) – бесплодны, поэтому нужно каждый год проводить специальные скрещивания, чтобы получать семена триплоидов.

Триплоиды получают в скрещиваниях тетра-и диплоидов. У полиплоидных сортов есть недостатки: пониженная семенная продуктивность и позднеспелость.

### *Достижения селекции растений*

Для разных районов страны селекционерами созданы сорта разных с.-х. культур.

Большой вклад в создание сортов пшеницы внесли П.П. Лукьяненко, создавший сорта Безостая 1, Аврора, Кавказ, В.Н. Ремесло вывел сорт мягкой пшеницы Мионовская 808, характери

зующейся высокой продуктивностью, хорошим качеством зерна, зимостойкостью. Академик Ф.Г. Кириченко вывел пластичный, высокозимостойкий, засухоустойчивый, устойчивый к ржавчине сорт Прибой. Он также создал сорта озимой твердой пшеницы - новой зерновой культуры, ранее никогда не встречавшейся в природе.

Большой вклад в создание новой зерновой культуры - тритикале внес А.Ф. Шулыдин.

Лучшие сорта ржи: Харьковская 60, Таловская 12, Таловская 15, Саратовская 4, тетраплоидные сорта – Белта, Савала.

В селекции яровой пшеницы особое место занимают селекционеры А.П. Шехурдин и В.Н. Мамонтова, авторы саратовских сортов.

Наиболее ценные сорта ячменя: Донецкий, Дворан, Одесский 100, Одесский 110, Гонар, Визит.

Сорта гороха: Битюг, Таловец 50, Орловчанин, Флагман 5.

Лучшие гибриды кукурузы: Днепровский 247 МВ, Воронежский 3 МВ, Коллективный 181 СВ, РОСС, 211 МВ, ТОСС 246 МВ.

В селекции подсолнечника известны работы В.С. Пустовойта, автора сортов, масличность которых составляет более 50% (Смена, Передовик и др.). Лучшие гибриды подсолнечника: Донской 187, Санбред 254.

Большой вклад в селекцию сахарной свеклы внес академик А.Л. Мазлумов. Районированные сорта сахарной свеклы: Рамонская односемянная 9, Рамонская односемянная 47; гибриды: Рамонский МС 46, Рамонский МС 60, Львовский МС 29.

Лучшие сорта картофеля: Гатчинский, Детскосельский, Огонек, Темп, Невский, Лорх, Новоусманский, Таловский 110, Эффект.

### *Селекция животных*

У селекции животных есть ряд особенностей:

1. У животных существует только половое размножение.
2. Смена поколений происходит редко (через несколько лет).
3. Количество особей невелико.
4. Сильно выражено влияние факторов внешней среды и затруднен анализ генотипа.

Основные направления в селекции животных:

1. Сочетание высокой продуктивности с хорошей приспособленностью к условиям среды конкретных природных зон.

2. Повышение роли качественных показателей (качество меха у пушных зверей, жирномолочность, качество туши и соотношение мяса и жира).

3. Повышение скороспелости и мясной продуктивности.

4. Выведение пород интенсивного типа.

5. Повышение "оплаты" корма.

6. Повышение устойчивости к заболеваниям.

Основные методы скрещивания животных: аутбридинг и инбридинг. В подборе пар учитывают родословные каждого производителя. Для этого существуют племенные книги. По признакам предков подбирают нужных производителей.

Аутбридинг - неродственные скрещивания делятся на межпородные и внутрипородные. Аутбридинг сопровождается строгим отбором.

Инбридинг у животных заключается в получении сибсов (гибридов между братьями и сестрами), используют также скрещивания родителей с детьми. В потомстве инбредных скрещиваний также как и при аутбридинге, необходим строгий отбор.

При инбридинге часто ослабляется жизнеспособность, наблюдается депрессия, потому что неблагоприятные рецессивные гены переходят в гомозиготное состояние и проявляются в фенотипе. У гибридов жизнеспособность возрастает, наблюдается гетерозис.

Специфику селекционной работы с животными можно проследить на примере создания породы свиней белая украинская М.Ф. Ивановым, который использовал межпородные скрещивания.

Исходными формами в скрещиваниях послужили: мать - устойчивая к местным условиям украинская, отец - высокопродуктивная белая английская порода.

F<sub>1</sub> унаследовали признаки матери. Затем было проведено насыщающее скрещивание гибридов F<sub>1</sub> с отцовской породой. Было получено несколько линий. Скрещивая их между собой и проводя тщательный отбор, он вывел и устойчивую к местным условиям, характеризующуюся большой массой, быстрым ростом, высоким качеством мяса, белую степную украинскую породу свиней.

В звероводстве ведется селекция с целью создания новых форм норок, песцов, черно-бурых лисиц и других животных с ценным мехом, пригодных для клеточного содержания.

Для получения особо выносливых форм в селекции животных используют дикие и полудикие виды.

### ***Отдаленная гибридизация животных***

Чаще всего используют межвидовую гибридизацию. В природе обычно виды не скрещиваются, а если и получают такой гибрид, то он бесплоден, т.к. нарушается конъюгация хромосом в мейозе, они негомологичны и не образуют биваленты. Плодовитость у животных нельзя восстановить за счет полиплоидии (как у растений), потому что полиплоидных животных нельзя получить, т.к. у животных происходит нарушение баланса аутосом и половых хромосом и нарушаются процессы развития.

Примеры отдаленных гибридов у животных:

1. Одногорбый и двугорбый верблюды дают очень выносливое потомство.

2. В скрещиваниях кобылы с ослом получают выносливых мулов; ослицы с коном - лошаков.

3.В Казахстане скрещиванием местных тонкорунных овец, породы меринос с диким бараном - архаром, получена порода архаромеринов - тонкорунных овец, способных использовать высокогорные пастбища недоступные для мериносов.

У отдаленных гибридов - высокая продуктивность, жизнеспособность, выносливость, недостатком их является бесплодие.

#### ***Селекция микроорганизмов***

Самая молодая отрасль селекции. Основной ее метод, - это мутагенез воздействие на микроорганизмы лучей Рентгена, ультрафиолетовых, а также воздействие химическими мутагенами. Чередование метода мутагенеза и отбора позволило создать штамм пеницилла, активность которого в 50 раз превышает исходные формы. В результате этого стоимость пенициллина снизилась в 150 раз.

Получены штаммы продуцентов аминокислот, витаминов, которые широко используются в медицине и пищевой промышленности. Эти вещества стали широко использоваться в различных отраслях животноводства в качестве витаминов и аминокислотных добавок в корма с целью повышения продуктивности животных.

#### ***Основные направления биотехнологии***

Биотехнология – это наука о практическом использовании достижений биологии в производстве необходимых человеку веществ.

В биотехнологии используются бактерии, грибы, клетки разных тканей растений.

Сегодня биотехнология стремительно развивается и становится на передний край научно-технического прогресса. Этому способствуют 2 обстоятельства: быстрое развитие молекулярной биологии и генетики, а также практическая потребность в новых технологиях, которые позволяют ликвидировать нехватку продовольствия, энергии, минеральных ресурсов, улучшать здравоохранение и охрану окружающей среды.

Сейчас развиваются 3 основных направления биотехнологии:

- микробиологическая (сбраживание с помощью микроорганизмов),
- культура клеток и тканей,
- генная инженерия (техника рекомбинантных ДНК).

Области применения биотехнологии:

- 1.Здравоохранение.
- 2.Сельское хозяйство.
- 3.Производство продуктов питания.
- 4.Химическая промышленность.
- 5.Энергетика.
- 6.Материаловедение (извлечение полезных ископаемых).
- 7.Контроль за состоянием окружающей среды.

Сейчас с помощью биотехнологии получают ферменты клеток, которые добавляют в стиральные порошки, используют в качестве размягчителей мяса и для дубления кож. В молочной промышленности протеазы используют для расщепления сложных белков молока (казеин). В сельском хозяйстве ферменты добавляют к корму, чтобы сделать его более усвояемым.

Для получения ферментов используются микроорганизмы, чаще всего штаммы *Bacillus* (сенная палочка), которые выращиваются в белковых или крахмальных смесях (в жидкой питательной среде) в специальных сосудах - ферментерах.

В пищевой промышленности используют фермент глюкоизомеразу, которая преобразует глюкозу во фруктозу. Фруктоза не дает развиваться кариесу, может использоваться диабетиками, к тому же на 80% слаще глюкозы.

Для питания животных производят с помощью микроорганизмов незаменимые аминокислоты и витамины.

Микробов используют при очистке сточных вод для изготовления биосенсоров, которые в течение нескольких минут могут показать степень загрязнения воды.

Метанобактерии используются для получения биогаза.

Бактерии рода *Thiobacillus* помогают извлечь металл из вскрышных горных пород.

Биотехнология помогает решать следующие задачи растениеводства:

1. Увеличение биологической продуктивности растений.
2. Создание растений, устойчивых к неблагоприятным факторам (засухе, засолению, вредителям, гербицидам, солям тяжелых металлов).
3. Получение новых азотфиксирующих растений.
4. Создание трансгенных растений методами генной инженерии.
5. Оздоровление растений (создание безвирусного семенного материала) методом апикальной (верхушечной) меристемы.
6. Получение нового исходного селекционного материала:
  - микрклональное размножение ценных генотипов;
  - слияние протопластов для получения соматических гибридов;
  - получение гаплоидов;
  - улучшение существующих видов и сортов методом культуры клеток.

В биотехнологии растений есть метод, который называется культивирование (выращивание) *in vitro*, т.е. выращивание растений, тканей или даже отдельных растительных клеток вне организма, на искусственной питательной среде (в стекле).

Выращивание клеток и регенерация (получение) из них целых растений основано на свойстве растительных клеток - тотипотентности - способности клетки реализовать генетическую информацию и дать начало новому организму. Доказательством тотипотентности клеток является:

- заживление ран на растениях (при этом образуется каллус – масса недифференцированных (неспециализированных) клеток;
- вегетативное размножение растений;
- регенерация растений из каллуса *in vitro*.

Чтобы выращивать растения в пробирках, нужно выполнять несколько требований:

- асептические (стерильные) условия;
- использовать соответствующие с.-х. культуре искусственные питательные среды;
- соблюдать точную методику культивирования.

Метод клеточной селекции также основан на выращивании *in vitro*. Селекция на уровне клеток значительно сокращает и удешевляет селекционный процесс. Суть метода заключается в выращивании растительных клеток на селективных средах (с добавлением гербицидов, токсинов патогенных грибов, солей и т.д.). Из тех клеток, которые оказываются устойчивыми к факторам, добавленным в питательную среду, можно регенерировать - получить устойчивые растения.

Получение безвирусного семенного материала основано на том, что вирусы в растениях, в основном, перемещаются по проводящей системе. Если взять апикальную меристему (из конуса нарастания), в которой проводящая система еще не сформирова-



лась, можно регенерировать из этой меристемы безвирусные растения. Этот метод применяется у вегетативно размножаемых растений (клубники, картофеля).

Если получен ценный генотип растения, которое в природе плохо размножается вегетативно, его можно размножить в пробирках до необходимого количества. Этот метод называется микроклональное размножение (микрочеренкование).

Из гаплоидных клеток (например, пыльцевых зерен, неоплодотворенных семян-почек) можно получить гаплоидные растения, в клетках которых содержится  $n$  число хромосом. Такие растения являются ценным материалом для получения гомозиготных выровненных линий. Удвоив у них число хромосом, за короткое время можно получить чистую линию (1-2 года), тогда как обычным селекционным методом - самоопылением на это требуется от 6 до 8 лет.

Биотехнологические методы позволяют культивировать протопласты (клетки, лишенные клеточной стенки). Протопласты способны сливаться между собой. Слиянием протопластов разных видов растений можно получить соматический гибрид (неполовой гибрид). Слияние протопластов используют, в основном, для получения отдаленных гибридов. Так как соматические клетки диплоидные, то гибрид будет тетраплоидным ( $2n+2n=4n$ ), отпадает необходимость удвоения у него числа хромосом. Получены соматические гибриды в семействе пасленовых между картофелем и томатом, в семействе розоцветных - между яблоней и вишней.

Генная инженерия - это новое направление в современной биологии. Под генной инженерией понимают изменение наследственности с помощью ее преобразования на уровне отдельных генов.

Так как генетический код одинаков у всех живых организмов, то гены, например, человека могут "работать" в клетках бактерий и синтезировать в них белки человека. Так, в кишечную палочку был внедрен ген, кодирующий синтез человеческого инсулина. Она стала продуцентом ценного лекарственного препарата, необходимого больным диабетом. С помощью генной инженерии получают гормон роста человека - соматотропин и интерферон, способствующий защите организма от инфекции.

Ведутся интенсивные работы по встраиванию генов фиксации атмосферного азота, имеющих у клубеньковых бактерий, в злаковые растения.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. В чем суть метода генетического анализа, разработанного Г. Менделем?
2. Перечислите причины успеха экспериментов Г. Менделя.
3. Назовите законы Г. Менделя. Приведите примеры их действия в животном и растительном мире.
4. Почему закон доминирования был назван законом единообразия гибридов F<sub>1</sub>?
5. Видоизменения доминирования.
6. Что такое фенотип, генотип? Всегда ли по фенотипу организма можно судить о его генотипе? Приведите примеры.
7. Какое скрещивание называют анализирующим? С какой целью его проводят? Приведите примеры.
8. Что такое рецiproкные скрещивания и беккроссы? В каких случаях и с какой целью их проводят? Приведите примеры.
9. Объясните правило чистоты гамет.
10. Каковы цитологические основы и вероятностный характер расщепления.
11. Объясните независимое наследование признаков с точки зрения поведения хромосом в мейозе. Все ли признаки наследуются согласно законам Менделя?

12. Что такое аллельные и неаллельные гены? Приведите примеры их расположения в хромосомах.
13. Почему третий закон Г. Менделя имеет относительный характер?
14. Основные законы наследственности, вытекающие из работ Г. Менделя. Как вы понимаете принцип дискретности наследственности?
15. Особенности наследования признаков при неаллельном взаимодействии генов.
16. Примеры наследования комплементарных генов.
17. Примеры наследования эпистатических генов.
18. Примеры наследования полимерных генов.
19. Наследование количественных признаков. Объясните явление трансгрессии.
20. Особенности сцепленного и независимого наследования. Формирование гамет при независимом и сцепленном наследовании генов.
21. Полное и неполное сцепленное наследование признаков. Причина неполного сцепления генов.
22. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.
23. Наследование признаков, сцепленных с полом. Особенности. Примеры.
24. Наследование при нерасхождении половых хромосом.
25. Как и в каких единицах можно измерить расстояние между генами? Что представляют собой генетические карты хромосом?
26. Что такое селекция?
27. Назовите задачи селекции.
28. Какие методы используются в современной селекции?
29. Что понимают в селекции под исходным материалом?
30. Какова роль Н.И. Вавилова в селекции?
31. Назовите центры происхождения культурных растений и характерные для них растения.
32. Особенности селекции растений.
33. Какие виды гибридизации вы знаете?
34. Приведите примеры внутривидовых и отдаленных гибридов.
35. Преимущества и недостатки отдаленных гибридов.
36. Какие формы искусственного отбора вы знаете?
37. Преимущества и недостатки массового отбора. Почему он не может быть однократным и используется в основном у перекрестноопыляющихся культур?
38. Преимущества и недостатки индивидуального отбора.
39. Какую роль играет естественный отбор в селекции?
40. Типы скрещиваний, используемые в селекции.
41. Что такое гетерозис? У каких культур он используется?
42. Преимущества и недостатки полиплоидов.
43. Достижения селекции растений.
44. Особенности селекции животных.
45. Основные направления селекции животных.
46. Основные методы скрещивания животных.
47. Достижения селекции животных.
48. Особенности и методы селекции микроорганизмов.
49. Что такое биотехнология?
50. Основные направления развития биотехнологии.
51. Области применения биотехнологии.
52. Как используются ферменты, получаемые биотехнологическими методами?
53. Какие задачи помогает решить биотехнология в растениеводстве?

54. Что такое культивирование *in vitro*?
55. Что такое клеточная селекция? Ее преимущества.
56. Что представляет собой метод апикальной меристемы и для чего он используется?
57. Как можно получить гаплоиды биотехнологическими методами?
58. Почему бесплодны гаплоиды?
59. Как добиться плодовитости гаплоидов?
60. Что такое протопласты и как они используются в биотехнологии?
61. В чем преимущества соматических гибридов?
62. Что такое генная инженерия?
63. Почему гены человека могут "работать" в клетках бактерий?
64. Какие белки человека получают благодаря генной инженерии?
65. Перспективы и опасности генной инженерии.

### Решить задания из ЭГЭ. Моногибридное скрещивание

#### 1. Задание 6 № 2301

Какой процент особей чалой масти можно получить при скрещивании крупного рогатого скота красной (AA) и белой (aa) масти при неполном доминировании?

#### 2. Задание 6 № 2302

Какой процент растений ночной красавицы с розовыми цветками можно ожидать от скрещивания растений с красными (A) и белыми (a) цветками (неполное доминирование)?

#### 3. Задание 6 № 2303

Определите соотношение генотипов в потомстве при скрещивании гетерозиготных растений ночной красавицы.

#### 4. Задание 6 № 2316

Гомозиготные доминантные серые овцы при переходе на грубые корма гибнут, а гетерозиготные выживают. Определите, какой % серых жизнеспособных особей родится при скрещивании серой овцы и черного барана.

#### 5. Задание 6 № 2319

При самоопылении гетерозиготного высокорослого растения гороха (высокий стебель — A) доля карликовых форм равна (%)

#### 6. Задание 6 № 2324

Какова вероятность (%) рождения высоких детей у гетерозиготных родителей с низким ростом (низкорослость доминирует над высоким ростом)?

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

#### 7. Задание 6 № 2332

При скрещивании гетерозиготного по одной паре признаков растения с гомозиготным доля гомозигот в потомстве составит % (знак % в ответе не указывать)

#### 8. Задание 6 № 2333

Какое число фенотипов образуется в потомстве при скрещивании Aa x Aa в случае полного доминирования? В ответ запишите цифру.

#### 9. Задание 6 № 2334

Какова вероятность (в %) рождения у темноволосых родителей (Aa) детей со светлыми волосами (темный цвет доминирует над светлым)?

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**10. Задание 6 № 11291**

Какова вероятность того, что зрячая собака несет ген слепоты, если от скрещивания с такой же собакой, родился один слепой щенок? (нормальное зрение — доминантный признак).

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**11. Задание 6 № 11294**

От брака кареглазой женщины и голубоглазого мужчины родилась голубоглазая девочка. Ген карих глаз доминирует. Какова вероятность рождения кареглазых детей?

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**12. Задание 6 № 11298**

Отсутствие малых коренных зубов у человека наследуется как доминантный ауто-сомный признак. Один из супругов имеет малые коренные зубы, а у другого они отсутствуют и он гетерозиготен по этому признаку. Какова вероятность рождения у этой супружеской пары детей без малых коренных зубов?

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**13. Задание 6 № 11299**

У овса устойчивость к ржавчине доминирует над восприимчивостью (b) к этой болезни. Скрестили восприимчивое к ржавчине растение с гомозиготным устойчивым растением. Каким будет соотношение фенотипов в F<sub>2</sub>?

**14. Задание 6 № 11302**

Произвели скрещивание двух растений ночной красавицы с белыми и красными цветками (неполное доминирование красного цвета). Определите каков процент растений с розовыми цветками будет среди гибридов первого поколения.

**15. Задание 6 № 20468**

Определите соотношение фенотипов у потомков при моногибридном скрещивании двух гетерозиготных организмов при полном доминировании. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

**16. Задание 6 № 20781**

Сколько аллелей одного гена содержит яйцеклетка цветкового растения? В ответе запишите только соответствующее число.

**17. Задание 6 № 20956**

Сколько разных фенотипов получается при самоопылении растений с розовыми лепестками венчика (гетерозигота) в случае неполного доминирования?

**18. Задание 6 № 21264**

Какова вероятность рождения здоровых мальчиков в семье, где мать здорова, а отец болен гипертрихозом — болезнью, обусловленной наличием гена, сцепленного с Y-хромосомой?

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**19. Задание 6 № 21284**

Какую группу крови по системе АВО имеет человек с генотипом I<sup>B</sup>I<sup>0</sup>? В ответ запишите цифру.

**20. Задание 6 № 21525**

С какой вероятностью у потомков может проявиться патологический ген, если скрещивается организм, гетерозиготный по одному признаку (гены не сцеплены), с ор-

ганизмом, имеющим рецессивный генотип по данному признаку? Ответ запишите в виде числа (в процентах), показывающего искомую вероятность.

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**21. Задание 6 № 21553**

Сколько разных фенотипов образуется у потомков при скрещивании двух гетерозиготных растений душистого горошка с розовыми цветками (красный цвет неполно доминирует над белым)? В ответе запишите только количество фенотипов.

**22. Задание 6 № 21868**

Каким будет соотношение генотипов и фенотипов потомства, полученного от скрещивания родителей с генотипами Aa и Aa, при неполном доминировании признака? Ответ запишите в виде правильной последовательности цифр, без дополнительных символов, показывающих соотношение получившихся генотипов и фенотипов.

**23. Задание 6 № 22289**

Какое количество фенотипических классов получится при самоопылении растения ночная красавица с розовыми цветками, если одно из предковых растений имело красные цветки? Ответ запишите в виде числа.

**24. Задание 6 № 22392**

Определите вероятность проявления (в %) рецессивного фенотипа у потомка анализирующего скрещивания гетерозиготного организма при полном доминировании. Ответ запишите в виде числа.

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**25. Задание 6 № 22420**

Определите вероятность проявления (в %) доминантного фенотипа у потомка анализирующего скрещивания гетерозиготного организма при неполном доминировании.

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**26. Задание 6 № 22750**

Определите соотношение генотипов у потомков при моногибридном скрещивании двух гетерозиготных организмов. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся генотипов, в порядке их убывания.

**27. Задание 6 № 22825**

Определите вероятность (%) получения потомков с доминантным проявлением признака в моногибридном скрещивании гетерозиготных гибридов между собой при полном доминировании этого признака. Ответ запишите в виде числа.

**28. Задание 6 № 22926**

Определите соотношение генотипов у потомков при скрещивании двух гетерозиготных организмов при полном доминировании. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение генотипов, в порядке их убывания.

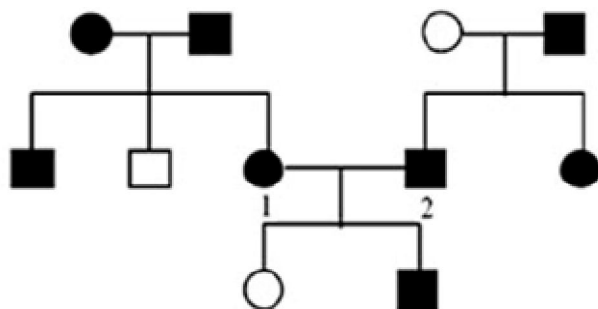
**29. Задание 6 № 23035**

Определите вероятность в процентах проявления промежуточного фенотипа в потомстве от скрещивания гетерозиготных организмов при неполном доминировании. Ответ запишите в виде числа.

**30. Задание 6 № 23285**

По изображённой на рисунке родословной определите вероятность (в процентах) рождения у родителей 1 и 2 ребёнка с признаком, обозначенным чёрным цветом, при полном доминировании этого признака. Ответ запишите в виде чис-

ла.



Условные обозначения:

○ – женщина

□ – мужчина

○ — □ – брак

□ – дети одного брака

■ ● – проявление признака

### Решить задания из ЕГЭ. Дигибридное скрещивание

#### 1. Задание 6 № [2308](#)

Сколько типов гамет образуется у особи с генотипом  $aabb$ ?

#### 2. Задание 6 № [2311](#)

Сколько видов гамет образуется у дигетерозиготных растений гороха при дигибридном скрещивании (гены не образуют группу сцепления)? В ответ запишите цифру.

#### 3. Задание 6 № [2402](#)

При скрещивании жёлтого ( $A$ ) гладкого ( $B$ ) (дигомозигота) и зелёного ( $a$ ) морщинистого ( $b$ ) гороха в  $F_1$  получились все жёлтые гладкие. Определите, сколько разных генотипов семян гороха в  $F_1$ .

#### 4. Задание 6 № [2404](#)

Скрестили гомозиготные растения томата с круглыми красными плодами и с грушевидными жёлтыми плодами (красный цвет —  $A$ , жёлтый —  $a$ , круглая форма —  $B$ , грушевидная —  $b$ ). Определите, сколько разных генотипов томата в  $F_1$ .

#### 5. Задание 6 № [2406](#)

При скрещивании особей с генотипами  $AaBb$  с  $AaBb$  (гены не сцеплены) доля (%) гетерозигот по обоим аллелям (дигетерозигот) в потомстве составит

#### 6. Задание 6 № [2408](#)

Правило единообразия первого поколения проявится, если генотип одного из родителей —  $aabb$ , а другого —

#### 7. Задание 6 № [2414](#)

При скрещивании гомозиготных растений томатов с красными ( $A$ ) круглыми ( $B$ ) плодами и растений с жёлтыми ( $a$ ) грушевидными ( $b$ ) плодами в  $F_2$  происходит расщепление по фенотипу в соотношении (гены окраски и формы плодов расположены в разных парах хромосом). Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

#### 8. Задание 6 № [2416](#)

При скрещивании гетерозиготных растений томата с красными и круглыми плодами с рецессивными по обоим признакам особями (красные  $A$  и круглые  $B$  — доминантные признаки) появится потомство с генотипами  $AaBb$ ,  $aaBb$ ,  $Aabb$ ,  $aabb$  в соотношении. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

#### 9. Задание 6 № [2419](#)

Сколько типов гамет образуют особи с генотипом  $aaBB$ ?

**10. Задание 6 № 2420**

Генотип одного из родителей будет AaBb, если при анализирующем дигибридном скрещивании и независимом наследовании признаков наблюдается расщепление по фенотипу в потомстве в соотношении. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

**11. Задание 6 № 2423**

При дигибридном скрещивании и независимом наследовании признаков у родителей с генотипами AABb и aabb в потомстве наблюдается расщепление в соотношении. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

**12. Задание 6 № 2426**

Скрестили растения томата с генотипами AAвв и aaBB? Сколько генотипов образуется в потомстве F<sub>1</sub>?

**13. Задание 6 № 2427**

При дигибридном скрещивании (несцепленное наследование) особей с доминантными AABb и рецессивными aabb признаками в F<sub>2</sub> происходит расщепление по фенотипу в соотношении. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания

**14. Задание 6 № 2428**

Каким будет соотношение расщепления признаков по фенотипу у потомства, полученного от скрещивания дигетерозиготного черного, мохнатого кролика AaBb с белой, гладкошерстной крольчихой aabb?

**15. Задание 6 № 11559**

Каково соотношение генотипов у потомства, полученного от скрещивания особей с генотипами AaBb x AABb?

**16. Задание 6 № 12575**

В семье, где родители хорошо слышали, и один из них имел светлые глаза, а другой карие, родился один ребенок глухой с карими глазами, а второй — хорошо слышал и имел светлые глаза. Какова вероятность дальнейшего появления глухих детей с карими глазами в семье, если известно, что ген карих глаз доминирует над светлыми, глухота — признак рецессивный, и обе пары генов находятся в разных хромосомах?

*Ответ запишите в виде числа, показывающего искомую вероятность в процентах. Знак % не используйте.*

**17. Задание 6 № 12703**

У морских свинок чёрная шерсть доминирует над белой, а длинная — над короткой. Определите сколько гамет образует дигетерозиготная особь, если гены не сцеплены. В ответе запишите только число.

**18. Задание 6 № 21012**

Сколько типов гамет образует дигетерозиготная особь при полном сцеплении исследуемых генов?

**19. Задание 6 № 21126**

У крупного рогатого скота чёрный цвет (A) доминирует над красным (a), комолость (B) — над рогатостью (b). Определите процент рождения чёрных комолых телят при скрещивании дигетерозиготных чёрных комолых коров с красным рогатым быком. В ответе укажите только число.

**20. Задание 6 № 21127**

Круглая форма плодов томата доминирует над грушевидной, красная окраска плодов — над жёлтой. Определите генотип томата с грушевидными жёлтыми плодами.

**21. Задание 6 № 21273**

При скрещивании  $AaBb \times Aabb$  какой процент в потомстве будет иметь генотип рецессивная дигомозигота?

**22. Задание 6 № 21275**

Скрестили два дигетерозиготных растения тыквы с жёлтыми круглыми плодами. Определите соотношение фенотипов гибридов первого поколения при полном доминировании.

**23. Задание 6 № 21278**

При проведении анализирующего скрещивания самца с дигетерозиготной самкой соотношение по генотипу  $F_1$  составляет (в ответ запишите только цифры, без дополнительных знаков и символов).

**24. Задание 6 № 21282**

Сколько типов гамет образует зигота  $CcBb$ , если гены  $C$  ( $c$ ) и  $B$  ( $b$ ) сцеплены и наследуются вместе? В ответ запишите только число.

**25. Задание 6 № 21285**

Сколько фенотипических групп образуется при скрещивании двух дигетерозигот?

**26. Задание 6 № 21496**

Сколько типов гамет будет давать потомок, полученный от скрещивания гомозиготного по двум доминантным признакам отца с рецессивной по этим признакам матерью? Ответ запишите в виде числа, обозначающей количество видов гамет.

**27. Задание 6 № 21614**

Определите соотношение фенотипов при скрещивании двух дигетерозигот, если гены не сцеплены. Ответ запишите в виде правильной последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов в порядке их убывания.

**28. Задание 6 № 21642**

Определите соотношение генотипов и фенотипов у потомков при моногибридном скрещивании двух гетерозиготных организмов при неполном доминировании. Ответ запишите в виде правильной последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся генотипов и фенотипов.

**29. Задание 6 № 21684**

Сколько процентов особей будет иметь рецессивный по обоим признакам фенотип при скрещивании растения с желтыми ( $Aa$ ), морщинистыми ( $bb$ ) семенами с растением, имеющим зеленые морщинистые ( $aabb$ ) семена? Ответ запишите в виде числа.

**30. Задание 6 № 21743**

Сколько процентов потомства обладало доминантным по обоим признакам фенотипом при скрещивании дигетерозиготного по этим признакам растений гороха с рецессивным по обоим признакам растением? Ответ запишите в виде числа.

**31. Задание 6 № 21771**

Сколько типов гамет образует зигота с генотипом  $FfBbGgSs$ ? Ответ запишите в виде цифры.

**32. Задание 6 № 21799**

Сколько типов гамет образует зигота с генотипом  $AaDdCc$ ? Ответ запишите в виде цифры.

**33. Задание 6 № 21896**

Каким будет соотношение генотипов в потомстве, полученном от родителей с генотипами  $AaBb$  и  $aabb$ ? Ответ запишите в виде правильной последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся генотипов.

**34. Задание 6 № 21940**

У канареек зеленая окраска оперения доминирует над коричневой и определяется геном, локализованным в  $X$ -хромосоме, а короткий клюв доминирует над длинным и определяется геном, локализованным в аутосоме. При скрещивании зеленого самца с



коротким клювом и коричневой короткоклювой самки было получено 8 птенцов с различным сочетанием обоих фенотипических признаков. Определите, сколько среди них коричневых самцов с длинным клювом, учитывая, что мужской пол является гомогаметным и расщепление соответствовало теоретически ожидаемому.

*Ответ запишите цифрами в виде целого числа, единицы измерения не указывайте. Например: 12.*

**35. Задание 6 № 22261**

Каким будет соотношение генотипов и фенотипов при анализирующем скрещивании дигетерозиготного организма при независимом наследовании исследуемых признаков? Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов без дополнительных знаков.

**36. Задание 6 № 22722**

Определите соотношение фенотипов у потомков при анализирующем скрещивании дигетерозиготного организма. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.

#### РАЗДЕЛ 4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

##### ***Краткие сведения о додарвиновском периоде биологии***

Ученых разных времен и народов всегда интересовали проблемы происхождения человека, возникновения жизни, многообразия живых существ, их приспособленность к окружающей среде.

Несмотря на то, что в древности существовали материалистические взгляды на природу, большинство ученых придерживалось метафизического воззрения на нее, говорили о божественном происхождении человека и живых организмов, неизменности природы, изначальной ее целесообразности. Биология, в основном, носила описательный характер.

Наиболее значительными трудами по биологии в додарвиновский период были труды шведского натуралиста К. Линнея и французского Ж.Б. Ламарка.

К. Линней разработал основы систематики. Его вклад в биологию:

1. Описал около 7 тыс. растений и 4 тыс. животных.
2. Сформировал понятие "вид" и выделил 2 критерия вида: физиологический и морфологический.
3. Разработал метод классификации растительного и животного мира и ввел следующие таксономические единицы: Разновидность (*varietas*), Вид (*species*), Род (*genus*), Отряд (*ordo*), Класс (*classis*).
4. Использовал бинарную номенклатуру - двойное название организма (первое - родовое, второе - видовое). Например, *Viola tricolor* L. - фиалка трехцветная. После обозначения предложил ставить первую букву фамилии ученого, впервые описавшего этот вид.
5. Предложил обозначать названия видов латинскими терминами.
6. Создал естественную классификацию животных. При описании животных он использовал не один, а совокупность признаков (в частности, строение кровеносной и дыхательной систем). Выделил 6 классов животных: Млекопитающие, Птицы, Амфибии, Рыбы, Насекомые, Черви.

Недостатком линнеевской классификации растений было то, что она была искусственной. При описании растений за основу классификации Линней взял один признак – число тычинок в цветке. Поэтому у него иногда далекие в систематическом отношении растения оказывались в одном классе, а родственные – в разных.

Линней не признавал изменчивости видов, хотя допускал естественное возникновение разновидностей. Считал, "что видов столько, сколько в самом начале было создано богом" ("Nullaspeciesnova", в переводе с латинского – ни один вид не нов). Но Линней не был догматом, он был настоящим ученым, который придерживался фактов. К концу жизни он уже отказался от своего утверждения о неизменности природы. Он сам себя опроверг и утверждал, что виды могут изменяться благодаря скрещиванию либо под влиянием условий жизни.

Основные труды К. Линнея: "Система природы" (1735г.), "Философия ботаники" (1751г.)

Первое цельное учение о естественном развитии органического мира было создано французским натуралистом Жаном Батистом Ламарком.

Заслуги Ламарка:

1. Ввел термин "биология" (в 1802г.). Термин "беспозвоночные" также принадлежит Ламарку.

2. Сформулировал идею естественного развития, начиная от происхождения жизни и кончая происхождением человека.

3. Признавал изменчивость видов (в том числе под влиянием окружающей среды).

4. Выдвинул идею общности происхождения всех систематических групп организмов.

5. Говорил о наследовании признаков.

6. Признавал ход эволюции от низших к высшим.

Недостаток его учения состоял в том, что он не сумел раскрыть механизм эволюции, ошибался в причинах, вызывающих изменение и усовершенствование организмов. Он полагал, что причины эволюции следующие:

1. Врожденное, независимое от внешних факторов, стремление к повышению уровня организации ("принцип градаций").

2. Прямое приспособление к условиям среды (путем упражнения органов и наследования приобретенных свойств).

Ламарк в своих взглядах на природу был деистом, не мог полностью опровергнуть идею божества. Деисты считают, что творец создал природу один раз, а потом она развивалась сама по себе, творец уже не вмешивается в ход природных процессов.

Основные труды Ж.Б. Ламарка:

1. "Естественная история растений" в 3 томах.

2. "Философия зоологии" (1809г.).

### ***Основные положения эволюционного учения Ч. Дарвина***

Эволюционная теория в биологии прочно связана с именем англичанина

Ч. Дарвина. В биологии даже существует термин "дарвинизм", который означает - материалистическая теория эволюции органического мира.

Научные предпосылки возникновения дарвинизма:

1. Развитие сравнительной анатомии и морфологии - высказывались идеи об общности плана строения животных (рука, крыло, лапка, ласт, мышцы, сосуды, нервы), у разных групп животных: был разработан принцип корреляции - ни одна из частей тела не может измениться, чтобы не изменилась другая.

2. Создание клеточной теории Шлейдена и Шванна (утверждалось, что:  
- все живое состоит из клеток;  
- клетки возникают путем деления;  
- все многоклеточные организмы формируются в онтогенезе из одной клетки - зиготы).

3. Возникновение эмбриологии, основные принципы которой были разработаны нашим соотечественником К.М. Бэр:

- признаки типа формируются в онтогенезе у организма раньше, чем признаки вида;  
- эмбрион более высокого по организации животного сходен не со взрослой формой менее совершенного, а с его эмбрионом.

Эти положения Ч. Дарвин рассматривал как важнейшие доказательства эволюции.

4. Возникновение палеонтологии. В палеонтологии были разработаны принципы:

- униформизм (причины геологических процессов в прошлом и настоящем одни и те же);  
- непрерывное и медленное действие геологических законов;  
- актуализм (познание прошлого исходя из знаний настоящего);  
- развитие - это результат накопления мелких изменений.

*Социально-экономические предпосылки дарвинизма:*

1. Развитие промышленности, поиск новых рынков сбыта, селекция животных и растений.

2. Быстрый рост городов, подъем сельского хозяйства.

Созданию теории способствовало путешествие молодого Ч.Дарвина на корабле "Бигль", где он находился в качестве исследователя.

Основные труды Ч.Дарвина: "Происхождение видов путем естественного отбора" (1859г.), "Происхождение человека и половой отбор", "Изменение домашних животных и культурных растений".

Основные выводы Ч.Дарвина, сформулированные в его трудах:

1. Окружающий мир не статичен, а постоянно развивается, одни виды возникают, другие вымирают.

2. Постепенность и непрерывность эволюционного процесса.

3. Общность происхождения живых существ.

4. Механизм, обеспечивающий эволюционный процесс - естественный отбор.

Эволюция, по мнению Дарвина, - это результат отбора, который происходит в 2 этапа:

- первый этап - создание изменчивости (правда, Дарвин не смог определить причину изменчивости - мутационный и комбинативный процессы),

- второй - отбор, происходящий в результате выживания одних и гибели других особей (борьба за существование).

Движущими силами эволюции согласно Дарвину являются наследственность, изменчивость и естественный отбор, который происходит в форме борьбы за существование.

На основе дарвинизма произошла перестройка всех отраслей биологии, теория Ч. Дарвина сыграла исключительно важную роль в развитии прикладных биологических наук, сельского хозяйства.

### ***Критерии вида***

Вид – это совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни, занимающих в природе определенный ареал.

В природе виды различаются совокупностью признаков, называемых критериями вида, их шесть:

- морфологический;
- генетический;
- физиологический;
- биохимический;
- экологический;
- географический.

Ни один из критериев не является абсолютным, поэтому при определении вида надо учитывать все критерии в совокупности.

1. Морфологический критерий определяет сходство внешнего и внутреннего строения особей одного вида, не абсолютен, т.к. существуют виды - двойники, внешне неразличимые.

2. Генетический критерий показывает, что виды различаются по числу и структуре хромосом. Особи одного вида могут свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство. Не абсолютен, т.к. число хромосом может меняться у особей одного вида в результате мутаций.

3. Физиологический критерий заключается в сходстве жизненных процессов и возможности размножения (особи разных видов не скрещиваются). Не абсолютен, т.к. существуют виды, не скрещивающиеся в естественных условиях, но могущие дать плодовитое потомство (несколько видов тополеЙ).

4. Биохимический – способность образовывать специфические белки и другие органические вещества. Не абсолютен, т.к. в результате мутаций возможно биохимическое различие в пределах вида.

5. Географический - распространение в природе в определенном ареале. Не абсолютен, т.к. есть виды, обитающие повсеместно.

6. Экологический – приспособленность к определенным условиям среды. Не абсолютен, т.к. в одной экологической нише могут существовать разные виды.

### ***Популяция – единица вида и эволюции***

Вид существует в природе в форме популяций. Популяция - естественная совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида, занимающих определенную обособленную часть ареала. Характеристика популяции:

- состоит из особей разного возраста и пола;
- особи одной популяции имеют больше сходства, чем особи разных популяций одного вида;
- численность особей в популяции резко колеблется в связи с численностью других видов (максимум зайцев в популяции бывает в годы с минимальной численностью хищников);
- территория, занимаемая популяцией, может составлять от 0,1 до 10 га и более;
- границы популяций часто совпадают с границами биоценозов (озеро, лес, болото);
- смешиванию популяций препятствуют естественные преграды (горы, реки, пустыни) и биологическая изоляция (различие в строении полового аппарата, сроков и повадок спаривания, цветения у растений).

Популяции группируются в подвиды. На подвиды распадаются виды с широким ареалом. Так, белка представлена на территории с 22 подвидами, различающимися окраской меха.

Сорта растений и породы животных - это искусственно созданные человеком популяции для увеличения продуктивности и улучшения качества продукции.

Сорт – это группа растений одного вида, отобранных и размноженных для увеличения продуктивности и улучшения качества продукции. Сорт сохраняет свои свойства только в определенных условиях. При несоблюдении условий – сорт вырождается.

Порода – это созданная с помощью искусственного отбора группа животных одного вида, отличающихся генетически устойчивыми, морфологическими, физиологическими и хозяйственными признаками.

### *Движущие силы эволюции*

Согласно теории Дарвина движущими силами эволюции являются наследственность, изменчивость и естественный отбор, проходящий в форме борьбы за существование.

Наследственность - это способность живых организмов сохранять и передавать потомству особенности строения, функций и развития. Без наследственности вид не мог бы существовать в природе. При размножении осуществляется связь между поколениями. Эту связь обеспечивают хромосомы, попадающие от родителей в гаметы, объединяющиеся при оплодотворении и дающие начало новому организму.

Изменчивость неразрывно связана с наследственностью. Изменчивость - это способность организмов изменяться. Благодаря изменчивости популяция оказывается разнородной. Изменчивость предоставляет материал для отбора.

Изменчивость бывает:

- наследственная (мутационная, комбинативная),
- ненаследственная (модификационная).

Мутационная изменчивость связана с изменением генотипа особи, поэтому возникшие изменения наследуются. Мутации появляются у единичных особей популяции под влиянием внешних и внутренних факторов. Мутации бывают незначительными и существенными, они затрагивают разные признаки и свойства организма. Они могут быть полезными, вредными и нейтральными. В эволюции закрепляются полезные, те, которые способствуют выживанию вида.

Комбинативная изменчивость возникает при гибридизации, объединении геномов разных организмов, она также наследуется.

Модификационная изменчивость способствует выживанию отдельной особи в течение жизни, она не затрагивает генотип и по наследству не передается, возникает под влиянием конкретных условий среды у всех особей популяции.

Естественный отбор происходит в природе в форме борьбы за существование.

Борьбой за существование называются сложные связи между разными организмами и условиями среды в биоценозе. Различают 3 формы борьбы за существование:

1. Внутривидовая - идет между особями одного вида (внутри популяции). Она имеет сложный, наиболее острый характер, т.к. идет в одной экологической нише (примеры: птицы убивают птенцов при их большом количестве; высокие деревья подавляют рост низких, между самцами идет соперничество за самку и др.).

2. Межвидовая - состязание за выживание между особями разных видов. Она имеет сложный характер и протекает более остро, если виды обитают в одной экологической нише и конкурируют, например, за условия существования (в посевах культурных растений сорняки поглощают влагу, минеральные и органические вещества почвы); особи одного вида (хищники) могут уничтожать особей другого вида (жертву);

один вид может способствовать процветанию другого (распространение животными семян и плодов растений) или взаимно поддерживать друг друга (насекомые - опылители и опыляемые ими растения, злаки и бобовые растения способствуют произрастанию друг друга в травосмесях).

3. Борьба с неблагоприятными факторами среды. Проявляется особенно наглядно в районах с неблагоприятными климатическими условиями (избыточная влажность, жара, холод и др.). У живых организмов в процессе эволюции вырабатывались приспособления, позволяющие им выживать и оставлять после себя потомство (верблюжья колючка, алоэ). Человек должен создавать возделываемым растениям оптимальные условия для их лучшего роста (площадь питания, густота стояния, чередование культур в севообороте, удобрения, борьба с болезнями и вредителями и др.).

### ***Естественный отбор***

Это процесс выживания наиболее приспособленных в данных условиях особей, оставляющих после себя потомство.

Материалом для естественного отбора служат индивидуальные наследственные изменения (мутации и комбинации, которые возникают в результате скрещивания). Они могут быть полезными, вредными и нейтральными для вида. Полезные те, которые повышают возможность выживания, именно они подхватываются естественным отбором.

Творческая роль естественного отбора состоит в том, что он сохраняет и накапливает те мутации, которые соответствуют условиям среды и способствуют выживанию вида.

Естественный отбор – это главная движущая сила эволюции, т.к. именно он придает эволюции направленность.

#### ***Формы естественного отбора***

1. Движущий отбор был открыт Ч. Дарвином. Суть этой формы отбора в том, что в изменившихся условиях среды большую возможность выжить и оставить потомство имеют те особи, в генотипе которых возникли новые признаки, которые больше отвечают этим условиям. Такой отбор ведет к образованию новых популяций, а затем и видов.

Именно движущий отбор составляет суть дарвиновского понимания отбора (примеры: редукция некоторых органов в условиях функциональной непригодности - утрата крыльев у птиц, насекомых; пальцев – у копытных; конечностей – у змей; индустриальный меланизм; выживание крабов с узкими жаберными щелями в условиях увеличения ила в воде).

2. Стабилизирующий отбор – это отбор, сокращающий изменчивость и повышающий устойчивость популяции в определенных условиях. Открыт – нашим соотечественником И. И. Шмальгаузенем. Стабилизирующий отбор оберегает популяцию от изменений, он действует до тех пор, пока условия жизни популяции существенно не изменятся, он устраняет мутантных особей, уклоняющихся от нормы.

Примеры: средняя длина крыльев у воробьев, размер и форма цветков у энтомофильных растений, биохимическое единство жизни на Земле и др..

3. Дизруптивный отбор – это отбор разбивающий популяцию на разные части и действующий против средних промежуточных форм. Популяция разделяется на несколько групп по какому-либо признаку

Примеры: бабочка африканский парусник имеет множество рас и мимикрирующих форм. Каждая раса схожа с каким-либо несъедобным видом бабочек, обитающих в данной местности. Это значительно повышает их выживаемость.

Естественный отбор - важный и единственный направляющий фактор эволюции, который объясняет возникновение приспособлений, новых видов и других таксономических единиц.

### ***Искусственный отбор***

Это отбор, проводимый человеком.

*Сходство искусственного и естественного отбора:*

1. Основой для обеих форм отбора являются наследственные изменения.
2. При искусственном отборе на особи действуют те же факторы, что при искусственном.
3. Оба они создают новые формы.

*Различия:*

1. При искусственном отборе образуются сорта, при естественном - виды.
2. Искусственный отбор часто создает такие формы, которые не приносят пользы их обладателям.
3. Естественный отбор действует не целенаправленно, при искусственном - человек ставит цель.

Преимущество естественного отбора - практически неограниченное время действия, искусственного - его скорость.

Дарвин различал 2 формы искусственного отбора:

Бессознательный отбор применялся на первых этапах одомашнивания растений и животных. Человек на протяжении тысячелетий вел его стихийно, отбирая, сохраняя и накапливая из поколения в поколение у живых организмов интересовавшие его признаки, при этом он часто не ставил перед собой конечных целей (примеры: на посев всегда выбирались лучшие семена, на племя оставляли лучших животных).

Методический отбор человек начал вести с конца XVIII века. При таком отборе человек создавал сорта растений и породы животных по заранее намеченному плану. Сознательно отбирались исходные пары для скрещивания, проводился тщательный отбор в потомстве.

Учение Дарвина об искусственном отборе стало основой селекции.

На новый уровень поднялся искусственный отбор с развитием генетики, ставшей основой селекции, разработкой новых методов селекции. В настоящее время в селекции применяется массовый и индивидуальный отбор. Массовый – дает более быстрые результаты и применяется, в основном, для перекрестников. Индивидуальный – более трудоемок, но более эффективен, т.к. проводится оценка по потомству, применяется в основном у самоопылителей.

Создание новых высокопродуктивных пород животных и сортов растений основывается на следующих принципах:

- отбор особей с нужными признаками;
- контролируемое человеком скрещивание.

Породы зачастую отличаются друг от друга больше, чем виды (один вид голубей – скалистый голубь и большое число пород этих птиц), один вид кур – банкивские и различные породы домашних кур, тур – предок крупного рогатого скота и породы домашнего скота).

Творческая роль искусственного отбора состоит в том, что он – главная движущая сила образования пород и сортов.

## ***Возникновение приспособлений***

*Относительный характер приспособлений.* Жизнь на Земле поражает своим разнообразием и приспособленностью. В настоящее время на Земле обитает более 2 млн. видов. Причем считается, что 99,9% когда-либо существовавших видов вымерли. Откуда такое разнообразие? Эту проблему разрешил Дарвин, объяснив причину разнообразия естественным отбором.

Приспособление организмов к среде идет с помощью системы адаптаций, вырабатываемых в ходе эволюции.

*Адаптация* - это комплекс морфофизиологических, поведенческих и информационно-биоценологических особенностей особи, популяции, вида или сообщества, обеспечивающий им успех в конкуренции с другими особями, популяциями, видами и сообществами и устойчивость к абиотическим факторам среды.

Основные типы адаптаций:

1. Морфологические адаптации - изменения формы тела, окраски, размеров.
2. Анатомо-физиологические - изменения строения органов и их физиологических особенностей.
3. Репродуктивные - изменения, связанные с системой размножения.
4. Биохимические - изменения биохимических процессов в организме.
5. Поведенческие (этологические) - различные изменения поведения.

В животном мире приспособления могут:

- менять строение тела (маскировки),
- приобретать сходство с каким-нибудь предметом (сучок, лист, камень и др),
- менять окраску.

*Различают:*

- покровительственную, помогающую скрыться в окружающей среде;
- предостерегающую, указывающую на опасность данного вида для хищников;
- мимикрию (подражательную окраску).

Покровительственная окраска особенно важна на ранних этапах онтогенеза (яйца, личинки, птенцы), а также в сезонно меняющихся условиях среды, для некоторых животных характерна быстрая смена окраски (камбала, ящерица агама, хамелеон).

Предостерегающая окраска характерна для хорошо защищенных, ядовитых форм (пчелы, осы, змеи).

Пример мимикрии - осовидные мухи подражают осам.

Для организмов, подвергающихся значительному уничтожению (тли, паразитические черви, мелкие рыбы, сорные растения и др.), выработалась большая плодовитость.

Приспособления имеют относительный характер, это значит, что они способствуют выживанию организмов в конкретных условиях, в тех, в которых они возникли. Все приспособления в живой природе произошли в эволюции путем отбора и исторически развиваются. Организмы, не имеющие этих приспособлений, устраняются отбором. Эволюция носит адаптивный характер.

## ***Микроэволюция Видообразование***

*Пути видообразования:*

*Первый* - филетическое видообразование (когда в ходе эволюции вид А превращается в вид В, при этом число видов не меняется).

*Второй* - гибридогенное видообразование (когда 2 вида, объединяясь, дают третий вид, например, объединение видов А и В приводит к возникновению вида С: пример культурной сливы, возникшей в результате гибридизации алычи и терна).



*Третий* – истинное видообразование, основан на дивергенции, расхождении признаков, которое ведет к возникновению новых видов, т.е. к увеличению их числа.

*Микроэволюция* – эволюционные преобразования внутри вида на уровне популяции.

Она ведет к дивергенции (расхождению признаков) внутри вида и в дальнейшем к возникновению новых видов, доступна непосредственному наблюдению, может происходить в исторически короткое время (от сотен до тысячи лет).

*Макроэволюция* – это эволюционное преобразование, происходящее на надвидовом уровне (возникновение родов, семейств, типов, царств). Происходит в течение миллионов лет. Осуществляется через процессы микроэволюции, т.к. не имеет своих механизмов.

Механизмы, обеспечивающие процессы микроэволюции, основные элементарные эволюционные факторы, это:

- мутации (это и материал, и фактор, изменяющий генофонд),
- изоляция популяций (преграда к свободному скрещиванию),
- естественный отбор,
- "волны жизни" – популяционные волны – колебания численности популяции,
- дрейф генов.

Из всех вышеназванных эволюционных факторов лишь один - естественный отбор имеет направленный характер, все остальные случайны.

Образование видов – важный этап в эволюции. Он начинается в популяциях, насыщенных мутациями. При скрещивании особей в популяции возникают новые генотипы, изменение условий существования ведет к расхождению признаков - дивергенции. Те особи, которые приспособлены к новым условиям, увеличивают свою численность. В этом случае действует движущий отбор, промежуточные формы не оставляют после себя потомства.

В зависимости от типа изоляции (пространственная или экологическая) видообразование будет протекать на разных территориях или на одной. Если на разных территориях – это географическое (*аллопатрическое*) видообразование (лат. *allos* – разный, *patria* – родина); если на одной территории – симпатрическое (*sum* – одинаковый, *patria* – родина). *Симпатрическое* видообразование отмечается в том случае, когда существует эффективная экологическая изоляция, поддерживаемая дизруптивным отбором.

Таким образом, выделяют два способа видообразования:

1. Географическое (аллопатрическое) – это процесс формирования и обособления географических рас, когда популяции разделены механическими преградами для скрещивания. Этот процесс идет очень медленно. Пример: наличие 3-х подвигов большой синицы – евроазиатского, южно- и восточноазиатского. Эти подвиды занимают хорошо различимые ареалы.

2. Экологическое (симпатрическое) – наблюдается в пределах ареала материнского вида. Пример: специализация насекомоопыляемых растений на основе специализации насекомых-опылителей. Специализация ведет к половой изоляции. Плодовые отдаленные гибриды также пример симпатрического видообразования.

### Доказательства эволюции органического мира

Эволюция органического мира на Земле подтверждается множеством факторов. Главными из доказательств являются:

- палеонтологические;
- биогеографические;
- морфологические;

- эмбриологические;
- систематические;
- гинетические и селекционные;
- молекулярной биологии и биохимии.

### *Палеонтологические доказательства*

Палеонтология – это наука об ископаемых организмах. На протяжении сотен миллионов лет образовались осадочные породы. Можно подсчитать возраст осадочных пород по количеству свинца в них, т.к. известно, что радиоактивные элементы - торий и уран очень медленно, с постоянной скоростью распадаются, превращаясь в свинец. Исследуя осадочные породы, в них находят окаменевшие остатки животных и растений, остатки скелета, раковины, отпечатки, иногда ткани тела, по которым ученые восстанавливают филогенетические ряды и переходные формы.

Ископаемые переходные формы - это организмы, сочетающие признаки более древних и молодых групп.

Ихтиостега – переходная форма от рыб к наземным позвоночным животным.

Археоптерикс - переходная форма от рептилий к птицам. Археоптерикса относят к юрскому периоду мезозойской эры (около 150 млн. лет назад):

- имели длинный, как у рептилий, хвост с несросшимися позвонками,
- брюшные ребра,
- зубы, но в то же время археоптерикс имел черты птиц:
- перьевой покров,
- крылья.

Звероподобная рептилия из группы терапсид является переходной формой от рептилий к зверям: у нее была развита большая зубная кость, наблюдалась дифференциация зубов на клыки, резцы и зарезцовые зубы, это делает ее похожей на хищных млекопитающих.

Псилофиты – переходная форма между водорослями и наземными растениями. Они произошли от зеленых водорослей, а от них - высшие споровые сосудистые растения - плауны, хвощи, папоротники. Псилофиты - это были древовидные или травянистые растения, имели разветвленный стебель с чешуйками, подземный стебель напоминал корневища с ризоидами, стебель был дифференцирован на проводящие, покровные и механические ткани, кожица имела устьица.

Палеонтологические ряды также доказывают факт эволюции. Палеонтологические ряды - это ископаемые формы, связанные друг с другом в процессе эволюции и отражающие ход филогенеза - исторического развития живой материи организмов. В.О. Ковалевский восстановил эволюцию лошади:

В эоцене кайнозойской эры (67 млн. лет до н.э.) существовали листоядные формы лошади-эогиппус. В миоцене (27 млн. лет до н.э.) произошел переход от листоядных к травоядным предкам лошадей - парагиппус, в плейстоцене (3 млн. лет до н.э.) находят предков современной лошади - эпус.

*Данные биогеографии.* Географическое распределение животных и растений на Земле можно объяснить с эволюционных позиций.

Чем дальше в процессе эволюции были изолированы отдельные участки суши, тем глубже различия в растительном и животном мире. Предполагают например, что о. Мадагаскар отделился от материка давно, десятки миллионов лет назад, поэтому его флора и фауна богата эндемичными видами. Эндемики - это местные виды, обитающие только на данной территории. На Мадагаскаре из 36 обитающих видов млекопитающих 32 эндемика. Из 127 видов птиц эндемична почти половина - 60 видов.

Британские острова молодые, имеют небольшое число эндемиков (один вид куropаток, 2 вида полевок, несколько видов рыб, ряд улиток, несколько видов насекомых).

*Данные морфологии.* Морфология - это наука о форме и строении живых организмов. Она дает много фактов для доказательства эволюции. У животных имеются гомологичные органы, имеющие сходство в строении и происхождении, независимое от их функций. Примеры гомологичных органов: скелет конечностей у разных классов позвоночных; усики гороха, колючки кактуса и иглы барбариса гомологичны листьям; корневище, клубень, луковица гомологичны стеблю.

У всех наземных позвоночных животных 2 пары конечностей. В скелет верхней конечности входят следующие кости: плечевая, 2 кости предплечья и кисть. Так построена рука человека, лапка ящерицы, крыло летучей мыши. Можно сделать вывод, что они связаны единством происхождения. У них сохранился тот план строения, который был у общего предка.

Аналогичные органы – те, которые выполняют однородные функции, но не имеют сходного плана строения и происхождения. Примеры: колючки барбариса (листового происхождения), колючки боярышника (побегового происхождения); у розы и малины колючки – это выросты кожицы. Аналогию не следует связывать с общим происхождением.

Рудименты – недоразвитые органы, имеющиеся у предков вида в развитой форме, но утратившие свое значение в процессе филогенеза. Примеры: зачатки тазовых костей у китов и дельфинов, рудиментарные зачатки конечностей у питона; зачатки крыльев у нелетающего новозеландского киви; ушные раковины, мелкая мускулатура у человека.

Атавизмы также свидетельствуют в пользу эволюции. Это возврат к предкам. Примеры: мощный волосяной покров, наличие нескольких пар сосков у человека.

Атавизмы встречаются лишь у некоторых особей, а рудименты - почти у всех особей вида.

*Данные эмбриологии.* В первой половине XIX века русский эмбриолог Карл Бэр сформулировал закон зародышевого сходства. Суть закона - чем более ранние стадии индивидуального развития исследуются, тем больше сходства обнаруживается между различными организмами. Пример: зародыш хордовых последовательно напоминает типы:

- простейших;
- круглых червей;
- кишечнополостных;
- подтип бесчерепных.

Этот закон свидетельствует об общности происхождения и единстве начальных этапов эволюции сравниваемых форм.

Биогенетический закон Геккеля-Мюллера - каждая особь в онтогенезе кратко и сжато повторяет историю развития своего вида (филогенез).

К этому закону есть поправки, оказывается, онтогенез не полностью отражает филогенез за счет появления мутаций, изменяющих ход развития зародыша. Примеры: личинка тритона длинная, т.к. имеет много позвонков, у личинки лягушки число позвонков уменьшилось за счет мутации.

*Данные систематики.* Живущие в настоящее время живые организмы представляют собой концевые побеги филогенетического древа. Самой мелкой систематической единицей является вид, виды объединяются в роды, сходные роды - в семейства и т.д. Такое положение можно объяснить существованием эволюционных взаимосвязей между отдельными видами, происхождением одних видов от других.

Между крупными таксономическими единицами существуют разрывы, вызванные вымиранием промежуточных форм. Но все же иногда удается обнаружить переходные формы:

- переходной формой между позвоночными и беспозвоночными являются ныне живущие асцидии. Личинка и взрослые формы этих животных различны. Взрослое животное напоминает губок, личинка имеет черты сходства с хордовыми животными;
- эвглена зеленая - переходная форма между растениями и животными;
- ныне живущий мечехвост, представитель членистоногих, очень похож на ископаемых трилобитов, вымерших 250 млн. лет назад. Особенно схожа с трилобитами личинка мечехвоста.

Существование промежуточных форм свидетельствует о единстве организации живых организмов и единстве их происхождения.

*Данные генетики и селекции.* Данные генетики и селекции также доказывают протекание эволюции естественным путем.

Человек научился экспериментально преодолевать нескрещиваемость между разными видами растений и создавать плодовые отдаленные гибриды (пшенично-пырейный гибрид, тритикале – гибрид между пшеницей и рожью).

Ресинтез – воссоздание видов существующих в природе на основе знаний генетики.

*Ресинтезированы:*

- культурная слива, оказалось, что это спонтанный гибрид терна и алычи, плодovitость которого можно объяснить отсутствием редукции хромосом в мейозе;
- мягкая пшеница – гексаплоид ( $2n = 6x = 42$ ). В геноме мягкой пшеницы содержится 3 генома (AA BB DD). Геном А происходит от дикой пшеницы однозерянки, В - от эгилопса, геном D - от другого вида эгилопса. Скрестив эти три формы, удалось получить гибрид, очень похожий на мягкую пшеницу.

Эксперименты по ресинтезу свидетельствуют, что новые виды могли спонтанно возникать в природе (без вмешательства творца).

*Данные молекулярной биологии, биохимии.* Химический состав живых организмов на Земле един. Все живые организмы, кроме вирусов, имеют клеточное строение. Химически близки, например, белок растений – хлорофилл, белок позвоночных – гемоглобин, белок беспозвоночных – гемоцианин. Сходны у всех организмов основные биохимические процессы: окисление, распад жирных кислот, перенос белков через мембраны, сходны ферменты – вещества белковой природы, ускоряющие реакции в живых организмах. Все это доказывает единство происхождения жизни.

О единстве происхождения свидетельствует универсальность генетического кода. ДНК имеет двойную структуру – это 2 закрученных вокруг друг друга спирали, они легко раскручиваются, если ДНК нагреть, то такая одноцепочная ДНК одного организма легко "гибридизируется" с молекулами ДНК других видов. Если молекулы ДНК не сильно различаются, то они гибридизируются на большем участке, если сильно, то на меньшем. ДНК человека и макаки гомологичны на 66%, человека и быка – на 28%, человека и крысы – на 17%, человека и лосося – на 8%, человека и кишечной палочки – на 2%.

Таким образом, можно сделать вывод, что эволюция – это не гипотеза, а неопровержимый факт, подтверждаемый данными из разных областей естественных наук.

### *Главные направления эволюции*

А.Н. Северцов и И.И. Шмальгаузен установили два главных направления эволюции:

- биологический прогресс;

- биологический регресс.

*Прогресс ведет:*

1. К увеличению численности вида.
2. Расширению его ареала.
3. Образованию новых популяций.

Примеры: ареал зайца-русака увеличивается, за последние 100 лет образовалось 20 новых подвидов; круглые черви распространены почти повсеместно (в почве, в морской и пресной воде, являются паразитами растений, животных и человека).

*Биологический регресс ведет:*

1. К снижению числа особей вида.
2. К уменьшению ареала вида.
3. К вымиранию видов.

Примеры: плеченогие моллюски (расцвет был в карбоне и девоне), хвощи и плауны (расцвет был в карбоне).

Северцов предложил пути движения к биологическому прогрессу:

- ароморфоз;
- идиоадаптация;
- дегенерация;
- А - ароморфозы;
- И - идиоадаптация;
- Д - дегенерация

*Ароморфоз* ведет к изменениям, дающим общий подъем организации, он повышает интенсивность жизнедеятельности.

Ароморфоз всегда ведет к биологическому прогрессу, дает возможность перехода к новым условиям существования, повышает выживаемость в популяциях, расширяет ареал.

Главные ароморфозы архейской эры:

- половой процесс;
- фотосинтез;
- многоклеточность.

В результате ароморфозов появились крупные таксономические единицы: классы, типы.

Идиоадаптации – изменения, способствующие приспособлению к определенным условиям среды.

Они не поднимают уровень обмена веществ и не изменяют уровень морфологической организации.

В результате идиоадаптаций возникают виды, роды, семейства, отряды.

Примеры: окраска тела, приспособления придонных рыб (камбала, скаты) к среде обитания.

Дегенерация – морфологический регресс, ведущий к упрощению организации.

Она сопровождается исчезновением ряда органов, потерявших биологическое значение. Пример: переход к сидячему образу жизни у асцидий, к паразитизму у плоских червей. Дегенерация может привести к биологическому прогрессу (кишечные паразиты – ленточные черви, паразиты растений – повилика).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какова роль К. Линнея в систематике?
2. Недостатки систематики и ошибки К. Линнея.
3. Основные заслуги К. Линнея.
4. За счет чего идет эволюция по Ж.Б. Ламарку?

5. Положительные стороны эволюционных взглядов Ж.Б. Ламарка.
6. Недостатки его эволюционной теории.
7. Докажите с точки зрения генетики, почему не наследуется "благоприобретенные" признаки.
8. Основные положения учения Ч. Дарвина.
9. Движущие силы эволюции по Ч. Дарвину.
10. Что такое естественный отбор и как он происходит в природе?
11. Предпосылки возникновения дарвинизма.
12. Основные выводы Ч. Дарвина, сформулированные в его трудах.
13. Дайте определение вида, популяции.
14. Критерии вида.
15. Почему критерии не абсолютны? Приведите примеры.
16. Назовите причины нескрещиваемости разных видов.
17. Дайте определение сорта и породы.
18. Какой из факторов эволюции имеет направленный характер и почему?
19. Виды изменчивости и их роль в эволюции.
20. Может ли признак появиться у детей, если его не было у родителей? Объясните с точки зрения генетики.
21. Чем обусловлена комбинативная изменчивость?
22. Формы естественного отбора. Примеры.
23. Искусственный отбор.
24. Сходство естественного и искусственного отбора.
25. Различия естественного и искусственного отбора.
26. Преимущества естественного и искусственного отбора.
27. Формы искусственного отбора.
28. Как доказать, что различные породы кур относятся к одному виду?
29. Что такое борьба за существование, в чем она проявляется?
30. Формы борьбы за существование.
31. В чем заключается приспособленность организмов и почему она относительна?
32. Что такое покровительственная окраска, ее особенности? Приведите примеры.
33. Что такое предостерегающая окраска, ее особенности? Приведите примеры.
34. Что такое мимикрия?
35. Какие приспособления растений препятствуют самоопылению?
36. Какие виды рыб откладывают больше икринок: заботящиеся или не заботящиеся о потомстве?
37. Что такое микро - и макроэволюция?
38. Объясните дивергенцию признаков и какова ее роль в микроэволюции?
39. Перечислите элементарные эволюционные факторы.
40. Какой эволюционный фактор имеет направленный характер?
41. Какие способы видообразования вы знаете?
42. Почему флора и фауна Байкала уникальны?
43. Чем можно объяснить многообразие видов на Земле?
44. Назовите способы преодоления нескрещиваемости видов.
45. Что такое популяционные волны? Объясните на примере.
46. Палеонтологические доказательства эволюции.
47. Данные биогеографии, подтверждающие факт эволюции.
48. Данные морфологии, подтверждающие эволюцию.
49. Эмбриологические доказательства эволюции.
50. Биогенетический закон Геккеля-Мюллера и его современная трактовка.

51. Данные систематики, подтверждающие факт эволюции.
52. Данные генетики и селекции в пользу эволюции.
53. Данные молекулярной биологии и биохимии в пользу эволюции.
54. Какие ученые установили главные направления эволюции?
55. Что такое биологический прогресс? Примеры.
56. Что такое биологический регресс? Примеры.
57. Что такое ароморфоз? Примеры ароморфозов в эволюции органического мира.
58. Идиоадаптации. Примеры идиоадаптаций кайнозойской эры (у насекомых, птиц).
59. Что такое дегенерация? Примеры.
60. К чему приводит дегенерация - к биологическому прогрессу или регрессу?

Примеры.

61. Приведите схему А.Н. Северцова, показывающую разные направления и пути эволюции.
62. Как можно определить возраст осадочных пород?

### Решить вопросы из ЕГЭ

#### Задание 15 № 10327

Укажите особенности модификационной изменчивости.

- 1) возникает внезапно
- 2) проявляется у отдельных особей вида
- 3) изменения обусловлены нормой реакции
- 4) проявляется сходно у всех особей вида
- 5) носит адаптивный характер
- 6) передаётся потомству

#### Задание 15 № 10328

Примерами ароморфозов являются:

- 1) внутреннее оплодотворение
- 2) четырехкамерное сердце
- 3) трехслойный зародыш
- 4) сильное опушение листьев
- 5) форма клюва вьюрков
- 6) короткий срок вегетации растений

#### Задание 15 № 10329

Выберите три идиоадаптации.

- 1) легкие, состоящие из альвеол, у млекопитающих
- 2) отсутствие густого шерстного покрова у слона
- 3) развитие пищеварительной системы у плоских червей
- 4) развитие кровеносной системы у кольчатых червей
- 5) наличие длинных тычиночных нитей у злаков
- 6) развитие колюще-сосущего ротового аппарата у комаров

#### Задание 15 № 10330

Результатом эволюции является

- 1) появление новых засухоустойчивых сортов растений

- 2) возникновение новых видов в изменившихся условиях среды
- 3) выведение высокопродуктивных пород крупного рогатого скота
- 4) формирование новых приспособлений к жизни в изменившихся условиях
- 5) сохранение старых видов в стабильных условиях обитания
- 6) получение высокопродуктивных бройлерных кур

**Задание 15 № 10331**

Выберите три ароморфоза.

- 1) возникновение теплокровности у позвоночных
- 2) развитие трехкамерного сердца у земноводных
- 3) формирование торпедообразного тела у акул
- 4) развитие организма внутри матки
- 5) появление рогов у копытных
- 6) формирование крыльев у летучих мышей

**Задание 15 № 10332**

Рудиментами у человека являются:

- 1) наличие хвоста
- 2) аппендикс
- 3) копчиковая кость
- 4) густой волосяной покров на теле
- 5) многососковость
- 6) складка мигательной перепонки

**Задание 15 № 10333**

К палеонтологическим доказательствам эволюции относят

- 1) остаток третьего века у человека
- 2) отпечатки растений на пластах каменного угля
- 3) окаменевшие остатки папоротников
- 4) рождение людей с густым волосяным покровом на теле
- 5) копчик в скелете человека
- 6) филогенетический ряд лошади

**Задание 15 № 10334**

Какие из перечисленных примеров можно отнести к ароморфозам?

- 1) развитие семян у голосеменных растений
- 2) развитие большого числа боковых корней у капусты после окучивания
- 3) образование сочной мякоти в плодах бешеного огурца
- 4) выделение душистым табаком пахучих веществ
- 5) двойное оплодотворение у цветковых растений
- 6) появление у растений механических тканей

**Задание 15 № 10335**

Проявлением атавизма считают развитие у человека:

- 1) зубов мудрости



- 2) хвостового отдела
- 3) многососковости
- 4) мимической мускулатуры
- 5) густого волосяного покрова на теле
- 6) кисти руки

**Задание 15 № 10336**

Искусственный отбор в отличие от естественного:

- 1) проводится человеком целенаправленно
- 2) осуществляется природными экологическими факторами
- 3) проводится среди особей сорта, породы
- 4) происходит среди особей природных популяций
- 5) завершается получением новых культурных форм
- 6) завершается возникновением новых видов

**Задание 15 № 10337**

Выберите несколько ответов из шести. Какие из перечисленных примеров относят к ароморфозам?

- 1) развитие придаточных корней после окучивания у картофеля
- 2) превращение части листочков листа гороха в усики
- 3) появление многоклеточности у водорослей
- 4) появление цветков у покрытосеменных
- 5) развитие механической ткани у подорожника
- 6) образование хлорофилла

**Задание 15 № 11588**

Выберите положения, относящиеся к синтетической теории эволюции. Ответ запишите цифрами без пробелов.

- 1) элементарной единицей эволюции является популяция
- 2) влияние внешней среды направлено на развитие полезных признаков
- 3) естественный отбор — главная причина видообразования и развития адаптаций
- 4) материалом для эволюции служит модификационная изменчивость
- 5) элементарной единицей эволюции является вид
- 6) материалом для эволюции служит мутационная и комбинационная изменчивость

**Задание 15 № 12115**

Укажите процессы, относящиеся к микроэволюции.

- 1) возникновение мутаций и рекомбинаций
- 2) ароморфоз
- 3) обмен генами между популяциями
- 4) биологический регресс
- 5) идиоадаптация
- 6) колебания численности популяций

**Задание 15 № 12269**

Выберите положения синтетической теории эволюции.

- 1) единица эволюции — популяция
- 2) единица эволюции — вид
- 3) факторы эволюции — мутационная изменчивость, дрейф генов, популяционные волны
- 4) факторы эволюции — наследственность, изменчивость, борьба за существование
- 5) формы естественного отбора — движущий и половой
- 6) формы естественного отбора — движущий, стабилизирующий, дизруптивный

**Задание 15 № 12319**

Выберите примеры идиоадаптаций.

- 1) покровительственная окраска животных
- 2) видоизменения вегетативных органов растений
- 3) исчезновение пищеварительной системы у червей
- 4) возникновение эукариотической клетки
- 5) появление теплокровности у птиц
- 6) соответствие размеров тела насекомых — опылителей строению цветков

**Задание 15 № 12384**

Укажите примеры ароморфозов.

- 1) возникновение постоянной температуры тела
- 2) появление цветка и семян
- 3) приспособленность некоторых растений к определённым опылителям
- 4) утрата зрения у кротов в связи с образом жизни
- 5) возникновение длинных корней у верблюжьей колючки
- 6) появление второго круга кровообращения

**Задание 15 № 12434**

Укажите социальные факторы антропогенеза.

- 1) способность к выработке условных рефлексов
- 2) творчество
- 3) изготовление орудий труда для производства орудий труда
- 4) добывание и сохранение огня
- 5) усложнение нервной системы
- 6) прямохождение

**Задание 15 № 12534**

Выберите примеры идиоадаптаций.

- 1) сходство мухи-журчалки с пчелой
- 2) второй круг кровообращения у жабы
- 3) теплокровность у голубя
- 4) длинный корень верблюжьей колючки
- 5) диафрагма у волка
- 6) обтекаемая форма тела пингвина

**Задание 15 № 12584**

Какие из перечисленных примеров относят к ароморфозам?

- 1) листья-иголки у хвойных
- 2) млечные железы у млекопитающих
- 3) корнеплоды у свёклы
- 4) половое размножение
- 5) ткани у растений
- 6) стебель соломина у злаков

**Задание 15 № 12734**

У паразитических плоских червей, в отличие от свободноживущих, в процессе эволюции сформировались

- 1) защитные оболочки, на которые не действует пищеварительный сок
- 2) покровы с ресничками
- 3) органы прикрепления
- 4) органы осязания и зрения
- 5) нервная, пищеварительная, выделительная системы
- 6) большая плодовитость и сложный цикл развития

**Задание 15 № 13784**

К чему привели идиоадаптации в классе Птицы?

- 1) общему подъёму организации
- 2) увеличению числа популяций и видов
- 3) широкому распространению
- 4) упрощению организации
- 5) возникновению частных приспособлений к условиям среды
- 6) понижению плодовитости

**Задание 15 № 13884**

Какие утверждения относят к теории Ч. Дарвина?

- 1) Внутри вида расхождение признаков приводит к видообразованию.
- 2) Вид неоднороден и представлен множеством популяций.
- 3) Естественный отбор — направляющий фактор эволюции.
- 4) При создании сортов и пород направляющим фактором служит искусственный отбор.
- 5) Внутреннее стремление к совершенству — фактор эволюции.
- 6) Популяция — это единица эволюции.

**Задание 15 № 14134**

Стабилизирующая форма естественного отбора проявляется в

- 1) постоянных условиях среды
- 2) изменении средней нормы реакции
- 3) сохранении приспособленных особей в исходной среде обитания
- 4) выбраковывании особей с отклонением от нормы
- 5) сохранении особей с мутациями
- 6) сохранении особи с новыми фенотипами

**Задание 15 № 14234**

Какие факторы являются движущими силами эволюции?

- 1) модификационная изменчивость
- 2) мутационный процесс
- 3) естественный отбор
- 4) приспособленность организмов к среде обитания
- 5) популяционные волны
- 6) абиотические факторы среды

**Задание 15 № 16266**

Какие из нижеперечисленных примеров характеризуют движущую форму естественного отбора?

- 1) возрастание численности тёмных бабочек в промышленных районах по сравнению со светлыми
- 2) появление устойчивости у животных к ядохимикатам
- 3) постоянство размеров и формы цветка у насекомоопыляемых растений
- 4) уменьшение размеров крабов, обитающих в мутной воде
- 5) уплощённое в спинно-брюшном направлении тело камбалы
- 6) сохранение до настоящего времени кистепёрой рыбы латимерии

**Задание 15 № 16422**

Выберите примеры действия движущей формы естественного отбора.

- 1) Бабочки с тёмной окраской вытесняют бабочек со светлой окраской.
- 2) В озере появляются мутантные формы рыб, которые сразу съедаются хищниками.
- 3) Отбор направлен на сохранение птиц со средней плодовитостью.
- 4) У лошадей постепенно пятипалая конечность заменяется однопалой.
- 5) Детёныши животных, родившиеся преждевременно, погибают от недостатка еды.
- 6) Среди колонии бактерий появляются клетки, устойчивые к антибиотикам.

**Задание 15 № 16472**

Выберите примеры стабилизирующей формы естественного отбора.

- 1) Бабочки с тёмной окраской вытесняют бабочек со светлой окраской.
- 2) В озере появляются мутантные формы рыб, которые сразу съедаются хищниками.
- 3) Отбор направлен на сохранение птиц со средней плодовитостью.
- 4) У лошадей постепенно пятипалая конечность заменяется однопалой.
- 5) Потомки животных, родившиеся преждевременно, погибают от недостатка еды.
- 6) Среди колонии бактерий появляются клетки, устойчивые к антибиотикам.

**Задание 15 № 16572**

Выберите примеры действия движущей формы естественного отбора.

- 1) Бабочки с тёмной окраской вытесняют бабочек со светлой окраской.

- 2) В озере появляются мутантные формы рыб, которые сразу съедаются хищниками.
- 3) Отбор направлен на сохранение птиц со средней плодовитостью.
- 4) У лошадей постепенно пятипалая конечность заменяется однопалой.
- 5) Детёныши животных, родившиеся преждевременно, погибают от недостатка еды.
- 6) Среди колонии бактерий появляются клетки, устойчивые к антибиотикам.

**Задание 15 № 16823**

Укажите признаки, характеризующие движущую форму естественного отбора.

- 1) обеспечивает появление нового вида
- 2) проявляется в меняющихся условиях среды
- 3) совершенствуется приспособленность особей к исходной среде
- 4) выбраковываются особи с отклонением от нормы
- 5) возрастает численность особей со средним значением признака
- 6) сохраняются особи с новыми признаками

**Задание 15 № 16925**

Выберите представителей фауны палеозоя.

- 1) бесчелюстные рыбы
- 2) человекообразные обезьяны
- 3) птицы
- 4) стегоцефалы
- 5) тираннозавры
- 6) первые пресмыкающиеся

**Задание 15 № 17479**

Что из перечисленного относится к приспособлениям рептилий к жизни на суше?

- 1) лёгочное дыхание
- 2) сухая, не испаряющая влагу кожа
- 3) наличие гемоглобина в крови
- 4) расположенные по бокам головы глаза
- 5) приспособленные к ходьбе конечности
- 6) наличие длинного хвоста

**Задание 15 № 17519**

Что из перечисленного относится к приспособлениям птиц для полёта?

- 1) размножение с помощью яиц
- 2) тонкие кости
- 3) отсутствие зубов
- 4) расположенные по бокам головы глаза
- 5) видоизменённые передние конечности
- 6) наличие гемоглобина в крови

**Задание 15 № 17765**

В результате идиоадаптаций появилась(-лись)

- 1) способность к смене окраски хамелеона при опасности

- 2) хлоропласты и фотосинтез
- 3) ткани растений
- 4) ядовитые железы змей
- 5) ласты кита
- 6) первичная и вторичная полости тела у червей

**Задание 15 № 17805**

Выберите примеры, относящиеся к ароморфозам.

- 1) смена окраски хамелеона при опасности
- 2) возникновение полового процесса
- 3) возникновение двух кругов кровообращения
- 4) ядовитые железы змей
- 5) ласты кита
- 6) появление полости тела у червей

**Задание 15 № 17845**

Что из перечисленного относят к факторам эволюции?

- 1) конъюгацию
- 2) изоляцию
- 3) видообразование
- 4) мутационный процесс
- 5) естественный отбор
- 6) общую дегенерацию

**Задание 15 № 17885**

Что из перечисленного является примером идиоадаптации организмов в природе?

- 1) двусторонняя симметрия тела у плоских червей
- 2) четырёхкамерное сердце у млекопитающих
- 3) плоская форма тела у донных рыб
- 4) кожное дыхание у земноводных
- 5) семена с парашютиками у цветковых растений
- 6) наличие щетинок у кольчатых червей

**Задание 15 № 18253**

Близкородственные, но не скрещивающиеся между собой виды птиц будут отличаться, скорее всего, по

- 1) песням самцов и брачным ритуалам
- 2) размерам и массе тела
- 3) видам корма и местам гнездования
- 4) окраске самок
- 5) количеству и форме хромосом
- 6) плодовитости

**Задание 15 № 18293**

Выберите три фактора эволюционного процесса, действие которых ведёт к видообразованию.

- 1) изоляция
- 2) биологический регресс
- 3) модификационная изменчивость
- 4) наследственная изменчивость
- 5) высокая плодовитость особи
- 6) естественный отбор

**Задание 15 № 18443**

Укажите примеры идиоадаптаций

- 1) роющие лапы крота
- 2) длинный язык муравьеда
- 3) утрата пищеварительной системы цепнями
- 4) появление цветка у покрытосеменных
- 5) возникновение речи у человека
- 6) меняющаяся окраска хамелеона

**Задание 15 № 18487**

Укажите примеры общей дегенерации

- 1) отсутствие пищеварительной системы у бычьего цепня
- 2) сидячий образ жизни асцидий
- 3) многососковость у человека
- 4) примитивная нервная система у кишечнополостных
- 5) плохо развитые глаза у крота
- 6) двухслойное строение тела медуз

**Задание 15 № 18700**

Укажите признаки, характеризующие движущую форму естественного отбора.

- 1) Она способствует появлению нового вида.
- 2) Она проявляется в меняющихся условиях среды.
- 3) Совершенствуется приспособленность особей к исходной среде.
- 4) Выбраковываются особи с отклонением от нормы.
- 5) Возрастает численность особей со средним значением признака.
- 6) Сохраняются особи с новыми признаками.

**Задание 15 № 18966**

В соответствии с СТЭ (синтетической теорией эволюции) к движущим силам эволюции относят (запишите в ответ цифры в порядке возрастания)

- 1) изоляцию
- 2) приспособленность организмов к среде
- 3) многообразие видов
- 4) мутационную изменчивость
- 5) естественный отбор
- 6) биологический прогресс

**Задание 15 № 19006**

Укажите примеры ароморфозов у растений и животных. Запишите в ответ цифры в порядке возрастания.

- 1) развитие семян у голосеменных растений
- 2) появление яйца с кожистой оболочкой у пресмыкающихся
- 3) появление самораскрывающихся плодов у некоторых растений
- 4) появление рогов у оленей и лосей
- 5) двойное оплодотворение у цветковых растений
- 6) появление копыта у непарнокопытных животных

**Задание 15 № 19046**

Какие изменения в процессе эволюции значительно повысили уровень организации растений? Запишите в ответ цифры в порядке возрастания.

- 1) появление проводящих тканей
- 2) видоизменения листьев
- 3) возникновение мочковатой корневой системы
- 4) появление семенного размножения
- 5) возникновение цветка
- 6) возникновение очередного листорасположения

**Задание 15 № 19086**

Укажите характерные признаки биологического прогресса. Запишите в ответ цифры в порядке возрастания.

- 1) увеличение численности вида
- 2) расширение ареала вида
- 3) появление надвидовых систематических групп
- 4) большое количество мутаций в популяции
- 5) множество модификационных изменений у особей популяции
- 6) снижение плотности популяции

**Задание 15 № 19317**

Выберите утверждения, относящиеся к синтетической теории эволюции.

- 1) Микроэволюция — процесс, происходящий в популяциях.
- 2) Между организмами происходит борьба за существование.
- 3) Движущими силами эволюции являются неопределённая изменчивость, естественный отбор, борьба за существование.
- 4) Основными эволюционными направлениями являются: ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация.
- 5) Определённая изменчивость не является наследственной.
- 6) Вид состоит из популяций.

**Задание 15 № 19357**

Какие факторы влияют на видообразование?

- 1) модификационные изменения
- 2) естественный отбор
- 3) изоляция



- 4) мутации
- 5) конвергенция
- 6) возрастной состав популяции

**Задание 15 № 19830**

Выберите положения, подтверждающие, что популяция является «единицей эволюции».

- 1) мутационный процесс начинается в популяции
- 2) свободное скрещивание возможно только в неизолированных популяциях
- 3) разные популяции обладают разными генофондами
- 4) вид не может быть единицей эволюции, так как его ареал, как правило, разорван на составные части
- 5) различия между видами такие же, как различия между изолированными популяциями одного вида
- 6) изолированная от других популяция не подвержена действию естественного отбора

**Задание 15 № 19873**

Выберите признаки, характеризующие естественный отбор как движущую силу эволюции.

- 1) источник эволюционного материала
- 2) обеспечивает резерв наследственной изменчивости
- 3) объектом является фенотип особи
- 4) обеспечивает селекцию генотипов
- 5) фактор направленного действия
- 6) фактор случайного действия

**Задание 15 № 20165**

Какие из перечисленных примеров относят к ароморфозам?

- 1) наличие зацепок у плодов репейника
- 2) образование плодов у покрытосеменных растений
- 3) образование клубней у картофеля
- 4) образование корнеплодов у моркови
- 5) развитие проводящей ткани у растений
- 6) возникновение фотосинтеза

**Задание 15 № 20554**

Что из перечисленного считается палеонтологическими доказательствами эволюции? Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) скелет археоптерикса
- 2) окаменевшие остатки древних моллюсков
- 3) схожесть эмбрионов позвоночных животных на ранних стадиях, развития
- 4) отпечатки папоротников в пластах угля
- 5) схожесть строения клеток эукариотических организмов
- 6) общий план строения всех позвоночных животных

**Задание 15 № 20909**

Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какие из перечисленных примеров относят к ароморфозам?

- 1) наличие млечных желез у млекопитающих
- 2) образование корнеплода у моркови
- 3) возникновение полового процесса у организмов
- 4) возникновение процесса фотосинтеза
- 5) отсутствие пищеварительной системы у бычьего цепня
- 6) наличие плавательных перепонок конечностей у водоплавающих птиц.

**Задание 15 № 21021**

Выберите три верных ответа из шести и запишите в ответ цифры, под которыми они указаны. Примером общей дегенерации служит

- 1) редукция органов чувств у ленточных червей
- 2) редукция задних конечностей у кита
- 3) отсутствие хлорофиллоа у растений-паразитов
- 4) отсутствие конечностей у змеи
- 5) отсутствие пищеварительной системы у бычьего цепня
- 6) потеря страусом способности к полёту

**Задание 15 № 21049**

Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицы цифры, под которыми они указаны. К процессам, приводящим к образованию новых видов в природе, относят:

- 1) митотическое деление клеток
- 2) скачкообразный мутационный процесс
- 3) модификационную изменчивость
- 4) географическую изоляцию
- 5) бесполое размножение особей.
- 6) естественный отбор

**Задание 15 № 21077**

Прочитайте текст. Выберите три верных утверждения. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1) Неандерталец — древний человек, ископаемые останки которого были обнаружены в долине Неандерталь в Германии. (2) Жили неандертальцы в пещерах, охота велась коллективно с использованием костяных орудий. (3) Череп неандертальцев имел мощный надглазничный валик, лоб был низким, лицо скуластым. (4) Неандертальцы — самые близкие предки человекообразных обезьян. (5) Немногочисленные ветви неандертальцев сохранились до сегодняшнего дня в Африке.

**Задание 15 № 21105**

Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какие примеры иллюстрируют достижение биологического прогресса у растений путём ароморфозов?

- 1) наличие двойного оплодотворения
- 2) образование корней у папоротниковидных
- 3) снижение испарения путём образования воскового налёта на листьях
- 4) усиление опушённости листьев у покрытосеменных растений
- 5) образование плодов с семенами у покрытосеменных растений
- 6) сокращение срока вегетации у растений, произрастающих в суровом климате

**Задание 15 № 22270**

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания общей дегенерации. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны

(1) Упрощение организации и образа жизни организмов, сопровождающееся утратой ряда органов или систем органов, – один из путей достижения биологического прогресса. (2) Гельминты перешли к паразитическому образу жизни, сильно упростив свою организацию. (3) Они отличаются высокой плодовитостью, сложными циклами развития и разнообразными приспособлениями к среде обитания. (4) У паразитического растения повилики в процессе эволюции утратилась способность к фотосинтезу в связи с отсутствием нормальных листьев и корней. (5) У змей произошла редукция конечностей, а у крота – редукция органов зрения. (6) Редукция органов связана с мутациями, которые закрепляются в поколениях и распространяются в популяции.

**Задание 15 № 22401**

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания морфологического критерия вида Виноград культурный. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1) Виноград культурный растёт в умеренных и субтропических регионах, широко культивируется во многих странах всех континентов. (2) Выращивают виноград обычно на шпалере. (3) Учёными установлено, что его сорта произошли от дикорастущего евроазиатского вида — Винограда лесного, который произрастает по всему северному побережью Средиземного моря и далее на восток до южного побережья Каспия.

(4) Цветки винограда мелкие, собраны в соцветия сложная кисть или метёлка. (5) Плоды — шаровидные или яйцевидные ягоды, собранные в более или менее рыхлые, редко плотные, грозди. (6) Окраска ягод сильно варьирует в зависимости от сорта.

**Задание 15 № 22429**

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания физиологического критерия вида пресноводная гидра. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1) Гидры – род пресноводных сидячих кишечнополостных из класса гидроидных. (2) Представители обитают в стоячих водоёмах и реках с медленным течением, прикрепляясь к водным растениям или грунту. (3) Длина тела гидры составляет 1–20 мм, иногда несколько более, это одиночный малоподвижный полип. (4) Пищеварительно-мускульные клетки энтодермы могут захватывать частицы пищи и формировать пищеварительные вакуоли.

(5) Железистые клетки энтодермы выделяют в полость кишки пищеварительные ферменты, расщепляющие пищу. (6) Стрекательные клетки эктодермы имеют капсулу, заполненную ядовитым веществом.

## РАЗДЕЛ 5 . ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Историю Земли и жизни на ней принято делить на следующие эры:

- архейскую;
- протерозойскую;
- палеозойскую;
- мезозойскую;
- кайнозойскую.

Эры подразделяются на периоды, названия которых происходят или от названия мест, где были найдены характерные породы, или от признаков самих пород.

*Архейская эра* - самая древняя. Началась 3,5 млрд лет назад, продолжалась 900 млн. лет. Жизнь была представлена бактериями и цианеями.

Крупные ароморфозы:

- из прокариот возникли эукариоты;
- появилось половое размножение;
- появился фотосинтез;
- возникли многоклеточные организмы;
- автотрофное питание разделило органический мир на животных и растения.

*Протерозойская эра* - эра древнейшей жизни. Ее возраст 2,6 млрд лет. Господство цианей сменяется господством зеленых водорослей.

Крупнейшие ароморфозы:

- двусторонняя симметрия у животных;
- возникновение хорды.

*Палеозойская эра* - эра древней жизни. Возраст - 570 млн. лет.

1. Кембрийский период - господствовали трилобиты. Обитатели морей были позвоночными. Встречались формы, похожие на современных медуз, губок, иглокожих и плеченогих моллюсков.

2. Ордовикский (ордовик) - процветают водоросли - единственные растения на земле и морские животные (иглокожие, головоногие и брюхоногие моллюски, кораллы, губки).

Главный ароморфоз - появление позвоночника у животных (панцирных рыб).

3. Силур - все больше освобождается суша. Растения завоевывают сушу. Произошли псилофиты - переходная форма от низших бессосудистых споровых растений к высшим сосудистым (плауно-хвоще- и папоротникообразным).

Ароморфозы: возникновение покровных, механических, проводящих тканей и вегетативных органов у растений.

4. Девон - характерно разнообра-

зие рыб. Появились наземные растения, насекомые, амфибии.

Крупный ароморфоз - появление челюстноротых панцирных рыб с лучшим развитием нервной системы. Их потомки - современные хрящевые рыбы (акулы, скаты). Первые позвоночные, вышедшие на сушу, - кистеперые рыбы, у которых кроме жаберного появляется и легочное дыхание. Это крупный ароморфоз.

5. Каменноугольный период - получил название из-за огромных масс угля - окаменевших остатков древних наземных растений. Появились папоротники и голосеменные, рыбы, покрытые чешуей, появились древнейшие рептилии. У голосеменных появились семена. Это крупный ароморфоз.

6. Пермь - происходит смена климата на более засушливый. Преимущества получают рептилии.

Крупные ароморфозы:

- внутреннее оплодотворение;

- появление наружных покровов;
- совершенствование дыхательной и кровеносной систем (развитие легких, трех-камерное сердце).

*Мезозойская эра* - эра промежуточной жизни. Возраст - 230 млн. лет. Господствуют голосеменные и гигантские пресмыкающиеся. Выделяют 3 периода: триасовый, юрский, меловой.

1.Триас - лучше всего к засушливому климату приспособились рептилии. В конце триаса появляются первые млекопитающие.

Крупнейшие ароморфозы:

- живорождение,
- кормление детенышей молоком,
- постоянная температура тела,
- дифференциация зубов,
- четырехкамерное сердце.

2.Юра - распространены гинкго-голосеменные широколиственные растения. Находят остатки археоптерикса.

3.Мел - появляются покрытосемен

ные. Крупный ароморфоз - появление цветка. К концу мела уже существовали одно- и двудольные растения.

*Кайнозойская эра* – эра новой жизни. Возраст 65 млн. лет. Это время расцвета птиц и млекопитающих. Выделяют периоды: олигоцен, миоцен, плиоцен, плейстоцен, голоцен.

1.Олигоцен – происходили интенсивные горообразовательные процессы. Появляются многочисленные непарнокопытные. К этому периоду относят предков лошадей, кошек, собак, медведей. Найдены первые самые древние остатки человекообразных обезьян.

2.Миоцен – климат похолодал. Появляются растения с опадающими листьями. Большинство семейств млекопитающих, живущих в настоящее время, появились именно в этот период.

3.Плиоцен – ледниковый период. Находят австралопитеков.

4.Плейстоцен – начался 1 млн. лет назад, закончился около 10 тыс. лет назад. Иногда плейстоцен объединяют со следующим за ним голоценом под названием четвертичный. Из-за оледенения вымерли многие виды животных и растений.

Самая характерная особенность плейстоцена - появление человека.

#### ***Происхождение человека***

Вопрос о происхождении человека до сих пор остается одной из самых сложных проблем в эволюционной теории. Первая гипотеза о естественном происхождении человека была высказана Ж.Б. Ламарком. Хотя она была умозрительной, но оказала некоторое влияние на натуралистов.

Ч. Дарвин обобщил большой фактический материал, имевшийся в биологии к 70-м годам XIX в., и доказал, что человек принципиально не отличается от других видов организмов и его эволюция идет по тем же законам. Свои взгляды на происхождение человека Ч. Дарвин изложил в работах "Происхождение человека и половой отбор", "О выражении эмоций у человека и животных". Он привел 3 группы доказательств происхождения человека от животных:

- сходство в строении,
- сходство зародышей,
- наличие рудиментов и атавизмов.

Однако он не смог правильно ответить на все вопросы о происхождении человека и некоторые из них трактовал с точки зрения ламаркизма (например, говорил о прямом воздействии среды на органы предков человека, определившей их развитие, о влиянии упражнений на развитие органов). Основным фактором антропогенеза он считал естественный отбор.

Доказательства происхождения человека от животных:

1. Общее в строении.

2. Сходство скелета.

3. Человек относится к классу млекопитающих по следующим признакам:

- внутриутробное развитие;
- наличие диафрагмы;
- влажная кожа;
- молочные железы;
- дифференциация зубов;
- 3 слуховые косточки в среднем ухе, ушные раковины;
- сходство внутренних органов по строению и функциям.

4. Рудименты человека:

- подкожные мышцы;
- мышцы, управляющие ухом;
- волоски на коже,
- аппендикс,
- копчик - рудимент хвоста,
- зубы мудрости,
- рудимент 3-го века в углу глаза (всего у человека 90 рудиментов).

5. Атавизмы человека:

- хвост;
- волосяной покров тела,
- дополнительные соски.

6. Сходство зародышей:

- зигота напоминает простейших;
- бластула напоминает колониальные формы животных (вольвокс);
- гастрюла напоминает кишечнополостных;
- у зародыша закладываются жаберные щели, как у рыб;
- сердце в виде пульсирующей трубки;
- в возрасте 1,5 - 3 месяцев у зародыша развит хвост и большой палец ноги расположен под углом, как у обезьян;
- мозг состоит из 5 отделов.

Сходство с человекообразными обезьянами (шимпанзе, гориллы, орангутаны, гиббоны:

- одинаковое выражение эмоций;
- сходная забота о потомстве;
- хорошая память и развитие ЦНС;
- развиты сложные условные и безусловные рефлексы;
- нет хвоста;
- на пальцах - ногти;
- могут вертикально ходить, но опираются на руки;
- имеют 12-13 пар ребер;
- имеют 4 группы крови;
- существуют общие болезни и паразиты;
- сходство хромосомного аппарата (разница в генотипе меньше 1%).

Отличие человека от человекообразных обезьян:

- обезьяны не могут создавать орудия труда и образовывать понятия;
- прямохождение у человека привело к образованию изгибов в позвоночнике;
- плоская грудная клетка;
- широкий таз;
- мощные кости нижней конечности;
- лицевой отдел черепа меньше мозгового;
- объем мозга у человека в 2,5 раза больше;
- поверхность мозга у человека в 3,5 раза больше;
- человек живет по социальным и по биологическим законам;
- человек имеет членораздельную речь, мыслит отвлеченно, с помощью понятий.

Как биологический вид человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, надклассу амниот, классу млекопитающих, отряду приматов, роду Номо, виду *Homo sapiens* – человек разумный.

Движущие силы антропогенеза:

1. Биологические.

2. Социальные,

1. На первом этапе антропогенеза развитие человекообразных обезьян и человека осуществлялось под влиянием тех же биологических факторов:

- мутационного процесса;
- популяционных волн;
- дрейфа генов;
- изоляции;
- естественного отбора.

Но для антропогенеза недостаточно одних биологических факторов. Происхождение человека - это уникальное явление, и весьма важную роль в нем играли социальные факторы.

2. Социальные факторы - это:

- трудовая деятельность;
- общественный образ жизни;
- речь и мышление.

На первых этапах эволюции решающее значение имел отбор на лучшую приспособленность к меняющимся условиям окружающей среды. Однако в дальнейшем развитие трудовой деятельности привело к необходимости передачи опыта. Преимущество получили племена, которые не только поддерживали физически сильных особей, но и сохраняли особей с высокими умственными способностями, детей - будущее поколение, стариков - хранителей информации о способе выжить, т.к. известно, что социальная информация передается с помощью слова, при обучении. Каждое взрослое поколение передает последующим опыт, знания, духовные ценности в процессе воспитания и образования.

Основу жизни человека составляет труд в коллективе. Он развивает науки и искусство, у него возникла вторая сигнальная система. Эти качества развились под воздействием социальных факторов. Значение социальных факторов раскрыл Ф. Энгельс в своей работе "Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека".

### *Этапы эволюции человека*

Согласно палеонтологическим данным древнейшие приматы – парапитеки появились на Земле около 30 млн. лет назад. Парапитеки дали начало дошедшим до нас гиббонам и орангутанам, а также вымершей группе древесных обезьян – дриопитекам.

В эволюции дриопитеков наметилось три линии, одна привела к горилле, другая – к шимпанзе, третья - к австралопитеку, а от него – к человеку.

Причем согласно последней концепции на основе результатов исследований митохондриальной ДНК допускается, что ветви шимпанзе и гориллы появились позднее ветви австралопитеков.

Родство гоминид с шимпанзе и гориллами подтверждается анализом гемоглобинов человека и человекообразных обезьян.

Таким образом, хотя человек и современные обезьяны имеют общих предков, но они - разные ветви родословного дерева. Обезьяноподобные предки человека вымерли около 10 млн. лет назад.

Австралопитеки (южные обезьяны) – предки человека – имели много общего с древнейшими людьми:

- ровный зубной ряд, клыки не выдавались;
- объем черепа (примерно как у современных горилл) – 435-600 см<sup>3</sup>;
- ходили на 2 ногах;
- вес – 20-40 кг.;
- рост не превышал 150 см.

Они не достигли уровня человека, не умели делать орудия труда, у них не было речи, поэтому, нет основания относить их к древнейшим людям.

В процессе становления человека различают 3 фазы: древнейшие люди (архантропы), древние люди (палеантропы) и современные люди (неантропы).

Австралопитеки дали начало более прогрессивной форме - человек умелый - *Homo habilis*. Возраст ископаемых остатков *Homo habilis* – 2 млн. лет. Эти люди могли делать орудия труда из камня.

Человек выпрямленный – *Homo erectus* появился 1-2 млн лет назад и имел подвиды:

- питекантроп (ходит на 2 ногах, объем мозга – 900-1110 см<sup>3</sup>, лоб – низкий с надбровным валиком, челюсти без подбородочного выступа, отсутствовала членораздельная речь, использовали огонь, жилища не было;
- синантроп (мозг имел больший объем – 1220 см<sup>3</sup>, были левшами, одевались в шкуры, жили в пещерах);
- гельдербейгский человек (имел человеческие зубы).

Около 250 тыс. лет назад появился человек разумный – *Homo sapiens*, разделяющийся на следующие подвиды:

- неандертальцы (рост 160 см, позвоночник без изгибов, объем мозга 1400 см<sup>3</sup>, жили группами по 50-100 человек, пользовались огнем и каменными орудиями труда, каннибалы);
- новые люди, кроманьонцы (рост 180 см, жили 50 тыс. лет назад, череп как у современного человека, объем мозга – 1600 см<sup>3</sup>, развита речь, строили жилища, имели наскальную живопись, приручали животных, занимались земледелием).

На этом этапе эволюция вышла из - под контроля биологических факторов и в развитии человека решающую роль приобрели социальные факторы.

### ***Человеческие расы. Их происхождение и единство***

*Расы* - это исторически сложившиеся группы людей, характеризующиеся общностью наследственных физических особенностей. Человеческие расы близки к подвидам животных.

Человечество представлено 3 расами:

- евразийской (европеоидной);



- экваториальной (австрало-негроидной);
- азиатско - американской (монголоидной).

Внутри каждой из рас различают малые расы, или подрасы.

Расы появились в результате расселения вида *Homo sapiens* в разных природно-климатических условиях. Биологическая эволюция человека резко снизилась из-за того, что человек попал в стабильные (человеческие) условия существования, поэтому ни одна из рас не достигла видового обособления.

Вид *Homo sapiens* един и все расы равноценны в биологическом и психическом отношении. Об этом свидетельствуют следующие факты:

- представители любой расы способны к достижению высот в развитии культуры и цивилизации;
- неограниченные возможности скрещивания людей любой расы с образованием плодovитого потомства.

Каждая раса имеет свои морфологические особенности (приведите их), которые в прошлом носили приспособительный характер.

По мере развития общества большинство расовых признаков утратили свое адаптивное значение. Для современного человека важны не физические особенности, а возможность развивать свои интеллектуальные способности.

Утверждение о неравенстве рас не имеет под собой почвы. Дети негров, воспитанные вместе с европейцами, не уступают им по уму и одаренности. Следовательно, уровень культуры зависит не от биологических особенностей, а от общественно - экономических условий, в которых живут народы.

Утверждение о превосходстве одних рас над другими необоснованно, беспочвенно, они созданы для оправдания захватнических войн, грабежа, расовой дискриминации.

Эволюция человеческого общества зависит от создания равных возможностей и обеспечения максимального раскрытия возможностей каждой человеческой личности.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите геологические эры в развитии Земли.
2. Ароморфозы архейской эры.
3. Назовите 6 периодов палеозойской эры.
4. Назовите главный ароморфоз ордовикского периода.
5. К какому периоду относят происхождение псилофитов?
6. Каково происхождение названия каменноугольного периода?
7. Крупные ароморфозы пермского периода.
8. Главные ароморфозы мезозойской эры.
9. К какому периоду мезозойской эры относят остатки археоптерикса?
10. Крупнейший ароморфоз мелового периода.
11. Основные направления эволюции в кайнозойскую эру.
12. Три группы доказательств по Дарвину, свидетельствующие в пользу естественного происхождения человека.
13. Приведите доказательства происхождения человека от животных.
14. Назовите известные вам рудименты и атавизмы человека.
15. Сходства зародыша человека с животными.
16. Перечислите сходства человека с человекообразными обезьянами.
17. Назовите отличия от человекообразных обезьян.
18. Движущие силы антропогенеза.
19. Что привело к замене биологических законов в антропогенезе социальными?
20. Что такое вторая сигнальная система?

21. Какие потомки были у австралопитеков?
22. Основные черты человека умелого.
23. Подвиды человека выпрямленного.
24. Подвиды человека разумного.
25. Сколько видов и больших рас человека существует сейчас?
26. Какие различия имеются у разных рас?
27. Чем обусловлено различие рас: биологическими или общественно-экономическими факторами?
28. Факты, свидетельствующие о единстве рас.

## РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Экология – это наука, изучающая весь комплекс взаимоотношений живых организмов с окружающей средой.

Экология изучает более высокие уровни организации живого, чем другие биологические науки. Она изучает популяции, биоценозы, биогеоценозы и биосферу в целом. Этим она отличается от других биологических наук.

Она изучает 3 уровня организации живой материи:

- отдельные особи;
- популяции;
- сообщества, поэтому у нее разные задачи:

1. На уровне отдельных особей экология изучает влияние на организм биотических и абиотических факторов.

2. На популяционном уровне она изучает вопросы численности особей и ее регулирования.

3. Изучает состав и структуру сообществ, круговорот веществ и энергии.

В последнее время широкое распространение получило моделирование биологических явлений, т.е. воспроизведение в искусственных системах различных процессов, происходящих в живой природе. При описании биологических явлений применяются методы математического моделирования. Первые математические модели простейших экономических систем "хищник - жертва" и "паразит - хозяин" были разработаны в начале 40-х годов. Воздействие человека на природу возрастает с каждым годом, поэтому прогнозирование экологического состояния невозможно без математического анализа взаимоотношений живых организмов и многочисленных факторов внешней среды. Глубокое знание этих вопросов позволит не только прогнозировать, но и управлять экосистемами.

### *Экологические факторы*

На живой организм действуют все элементы живой и неживой природы. Отдельные факторы среды, оказывающие на свойства и состояние живых организмов прямое или косвенное влияние, называются экологическими факторами.

### *Группы экологических факторов:*

Абиотические – факторы неживой природы (свет, температура, влажность).

Биотические факторы – это всевозможные взаимоотношения между живыми организмами.

Антропогенные факторы – действие человека на живую природу.

На организм действует комплекс факторов. Их результат не равен сумме действия каждого из них. Один фактор не может заменить другой. Один фактор зависит от других (большое количество пищи увеличивает выносливость к холоду). Организм зависит от среды и сам изменяет ее (фотосинтез насытил атмосферу  $O_2$ , микроорганизмы участвуют в почвообразовании, это ведет к изменению микроклимата в почве).

Ограничивающий фактор – это фактор, вышедший за границы выносливости данного вида (на севере это недостаток тепла).

Интенсивность фактора, наиболее благоприятную жизнедеятельности того или иного организма, называют оптимальной или оптимумом, границы, за которыми существование организма невозможно, называют нижним и верхним пределами выносливости

### ***Абиотические факторы***

Наиболее важные из них: свет, температура, влажность.

Свет. Источником света является в природе солнце. Биологическое действие света обусловлено:

- спектральным составом;
- интенсивностью;
- суточной и сезонной периодичностью.

Спектральный состав:

- жесткий ультрафиолет ( $\lambda < 0,29$  мкм) улавливается озоновым слоем земли, губителен для всего живого);

- мягкий ультрафиолет ( $\lambda = 0,3-0,4$  мкм) доходит до поверхности земли, в большой дозе вызывает солнечные ожоги, в малой дозе вызывает загар и синтез витамина Д в коже, насекомые видят этот участок спектра;

- видимая область спектра ( $\lambda = 0,40-0,75$  мкм) почти не задерживается атмосферой, видимые лучи необходимы для фотосинтеза;

- инфракрасные лучи ( $\lambda > 0,75$  мкм) переносят тепловую энергию. Используется холоднокровными животными.

Температура:

- верхняя и нижняя границы температурной выносливости и температурный оптимум зависят от вида (чаще верхняя граница - 40 - 450С, нижняя - 00С (кроме птиц и млекопитающих, но сине-зеленые водоросли и бактерии живут при t 900С). Оптимум для большинства животных - 15-300С.

Ароморфоз - теплокровность привела к независимости от температуры окружающей среды.

Влажность:

- большинство животных и растений влаголюбивы;
- к засухам приспособлена флора и фауна степей (сильноразветвленные, длинные корни; строение листа, способствующее уменьшению испарения, потеря листьев; запас воды в жире у животных, ночной образ жизни, летняя спячка и др.).

Фотопериодизм – это реакция организма на изменение длины светового дня.

Пример: у птиц удлинение дня ведет к развитию половых желез и появлению гнездовых инстинктов; укорочение дня ведет к линьке, увеличению запаса питательных веществ и стремлению к перелетам; у растений – длиннодневные – это растения средней полосы, у них удлинение дня ведет к цветению, короткодневные – южные растения, у них укорочение дня вызывает цветение (хризантемы, георгины).

### ***Биотические факторы***

Они имеют самый разнообразный характер. Растения – биотический фактор для растительноядных животных. Для цветковых растений биотическим фактором являются насекомые-опылители. Возможно химическое воздействие живых организмов друг на друга, например, фитонциды могут действовать либо стимулирующе, либо угнетающе. Живые организмы могут механически воздействовать друг на друга (животные могут вытаптывать растения).

### *Антропогенный фактор*

Это совокупность различных воздействий человека на окружающий его мир, приводящая к изменению среды обитания живых организмов. Она может быть целесообразной и нецелесообразной, приводящей к гибели среды обитания человека.

Основные биотические факторы среды:

1. Плотность популяции.
2. Соотношение полов.
3. Численность популяции.
4. Плодовитость.
5. Продолжительность жизни.
6. Возрастная (демографическая) структура.
7. Этологические (поведенческие) факторы.

Типы основных межвидовых взаимодействий:

1. Нейтрализм (виды не оказывают влияние друг на друга).
2. Конкуренция (виды конкурируют из-за пищи, местообитания и др).
3. Симбиоз (взаимовыгодное сожительство организмов).
4. Сотрудничество (виды образуют взаимовыгодные сообщества).
5. Хищничество (один из видов - хищник убивает жертву и питается ею).
6. Паразитизм (один из видов - паразит использует хозяина в качестве источника пищи, местообитания).

Приведите примеры основных видовых взаимодействий.

### *Вид и его экологическая характеристика*

Вид является основной структурной и функциональной единицей живых организмов.

Каждый вид обитает в конкретных условиях среды - экологической нише. Экологически виды обособляются по разным причинам. Четкое разделение ниш объясняется неодинаковыми потребностями в пище, местах размножения.

Популяция - совокупность организмов одного вида, в течение длительного времени населяющих определенное пространство, в пределах которого не существует барьеров для свободного скрещивания организмов между собой.

Популяцию характеризуют следующие показатели:

- плотность;
- популяционный ареал;
- распределение организмов по возрастам;
- соотношение особей по полу, организмов по возрастам и др.

Плотность популяции – это число особей или их биомасса на единицу площади или объема.

Например, число деревьев на одном гектаре, вес рыбы с 1 га моря, число или объем водорослей в 1 м<sup>3</sup> воды.

Плотность популяции – довольно изменчивый признак и зависит от многих факторов окружающей среды. Улучшение условий питания, как правило, приводит к росту плодовитости и рождаемости. Абиотические факторы также влияют на плотность популяции.

Изменение численности организмов во времени называется динамикой популяций. Существует два ее основных типа: периодическая и непериодическая. Периодическое изменение численности популяции связано с закономерно изменяющимися факторами среды (например, вспышки численности насекомых чередуются с ее спадами).

Человек может искусственно регулировать численность популяции, например, это можно сделать запрещением охоты, ввода лицензий на отстрел животных и др.

Величина популяционного ареала зависит от радиуса "индивидуальной активности" особей.

Пример:

- ареал виноградной улитки, беззубки - несколько десятков метров;
- ареал сельди - несколько сот километров.

Если радиус индивидуальной активности невелик, то размер популяционного ареала также невелик.

У некоторых животных простая возрастная структура (например, у землероек, весной 2-3 приплода, осенью это молодые неполовозрелые особи, а весной они достигают половой зрелости). У крупных животных иначе: например, у белух возрастная структура популяций состоит из детенышей этого года рождения – первая возрастная группа, детенышей прошлого года – 2-я возрастная группа, 3-я группа – половозрелые (в возрасте 2-3 лет), но не размножающиеся, 4-я группа – размножающиеся особи (от 4 до 20 лет).

Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление по полу у подавляющего большинства организмов в соотношении 1:1 (первичное соотношение полов). Жизнеспособность женского пола выше (это выработалось в процессе эволюции). У взрослых особей соотношение по полу изменяется. У человека к пятидесяти годам на 100 женщин приходится уже 85 мужчин, а к восьмидесяти годам – на 100 женщин приходится только 50 мужчин.

Вторичное соотношение полов может меняться, например, популяции партеногенетически (без оплодотворения) размножающихся особей - пчел, дафний, циклопов, тлей-состоят исключительно из самок.

### ***Биоценоз***

Это совокупность живых существ, взаимно зависимых и размножающихся в каком-то определенном месте. Это высший уровень организации живого, рассматриваемый биологическими науками.

Биоценоз характеризуется:

- видовым разнообразием;
- структурой.

Примеры видового разнообразия биоценозов: в тундре – в состав биоценоза входит 250-270 видов, в тропическом лесу – 5-7 тыс. видов.

Структура биоценоза связана с ярусностью расположения атмосферы, горных пород, почв и грунтовых вод. Вертикальное расслоение биоценозов на разновысокие части называется ярусностью, которая особенно четко выражена в растительных сообществах.

Пример биоценоза широколиственного леса – дубрава. Дубрава способна существовать тысячелетия, состоит из нескольких тысяч видов живых организмов. Осно-

ву биоценоза составляют высшие растения. Для них характерна ярусность: верхний ярус – это светолюбивые растения (дуб, ясень, липа), во втором ярусе – менее светолюбивые, подлесок – кустарники (лещина, крушина, калина), затем травянистые растения травянистые растения.

Продуктивность дубрав: площадь листьев на 1 га дубрав – 6 га, годовой приток энергии солнца – 9 109 ккал/га. Это дает продуктивность: 5-6 т/га в год наземных частей, 4 т/га в год – подземных частей, 4 т/га в год – листьев.

Животные в дубраве: наиболее распространены членистоногие – это пища для плотоядных насекомых, насекомоядных птиц, млекопитающих.

У млекопитающих свои цепи питания. Растительноядные животные – мышевидные грызуны, зайцы, копытные, хищники (ласка, горностай, волк). Число хищников мало, т.к. их размер должен быть больше жертвы. Насекомоядных птиц – 40 - 60 на 1 га, хищных птиц менее 1 на га.

Выпадение одного вида из экосистемы будет незаметно, т.к. цепи питания переплетены. Например, исчезновение крупных копытных (зубр, тур) мало повлияло на экосистему, т.к. их суммарная масса мала. Исчезновение растительноядных насекомых приведет к экологической катастрофе, т.к. это опылители, их биомасса велика и они находятся в начале многих пищевых цепей.

### ***Саморегуляция в лесном биоценозе***

Число видов потребителей всегда больше, чем число видов продуцентов. Межвидовая борьба не уничтожает вид, а только ограничивает его численность. Листьями дуба питается несколько сот видов насекомых, но численность каждого вида мала. Насекомые очень плодовиты. Если бы все особи выживали, то биоценоз бы разрушился. При очень благоприятных условиях возникают "волны жизни" - массовые вспышки численности вида, которые исчезают за счет появления большого числа хищников и паразитов.

В почве идет минерализация органических остатков (животные остатки уничтожаются жуками-мертвоедами, кожеедами, навозниками), труднопереваримая клетчатка перерабатывается ферментами грибов и бактерий. Биомасса почвенных животных больше, чем растительноядных видов. В почве много червей (неск. десятков млн. на 1 га). В лесах формируются серые лесные почвы.

### ***Смена биоценозов***

Биоценозы развиваются и эволюционируют. Смена идет от менее устойчивых к более устойчивым, к таким, у которых круговорот веществ более полный и сбалансированный. Пример - зарастание водоема. Плохое перемешивание воды ведет к недостатку кислорода на глубине, где накапливается ил. Из остатков растений образуется торф, водоем мелет и превращается в болото.

Пример восстановления биоценоза: после пожара в ельнике ель не может расти на пожарище, т.к. на открытом пространстве заморозки повреждают всходы. В первые годы развиваются травянистые растения, затем - береза, осина или сосна, затем ель. Достигнув верхнего яруса, ель вытесняет лиственные деревья через 100 лет после пожара.

### ***Биогеоценоз***

*Биогеоценоз* – это система биоценоза (животные, растения и микроорганизмы) и неживой среды обитания организмов. Это самостоятельный уровень организации эко-

логической структуры. Это открытые системы, это значит, что для их существования необходимо постоянное поступление энергии.

Все видовое разнообразие организмов биогеоценоза основано на трех основных блоках - продуценты, консументы и редуценты.

*Продуценты* – это хлорофиллоносные организмы, в основном растения, образующие в процессе фотосинтеза органические вещества.

*Консументы* – это гетеротрофы, потребляющие готовые органические вещества (животные).

*Редуценты* (восстановители) – они минерализуют органическое вещество до простых соединений, которые могут потребляться растениями и вступать в новый цикл (это грибы и микроорганизмы).

В биогеоценозах постоянно происходит перенос веществ и энергии, которые заключены в пищу, созданной зелеными растениями. Перенос этот осуществляется путем поедания одних организмов другими.

Пищевые цепи (цепи питания) – это ряд организмов, в которых каждое предыдущее звено служит пищей для последующего. Обычно цепь питания на суше состоит из 3-4 звеньев: дерево-гусеницы-синицы-ястреб.

При каждом очередном переносе энергии большая ее часть (80-90%) теряется в виде тепла. Именно это ограничивает возможное число звеньев цепи. Их количество не должно превышать 4-5.

Экологическая пирамида – это прогрессивно уменьшающаяся масса каждого последующего звена цепи питания.

Различают пирамиды:

- чисел (число особей на каждом уровне);
- энергии (количество энергии в пище);
- биомассы (количество биомассы).

Экологическая пирамида имеет вид треугольника с широким основанием, суживающимся кверху.

*Агроценозы* – разновидность биоценозов. Это биоценозы, создаваемые человеком. Они составляют около 10% суши и дают около 90% пищевой энергии.

Агроценозы отличаются от экосистем тем, что они нестабильны. Нужная человеку масса растений изымается из агроценоза, при этом снижается плодородие почв, т.к. человек практически ничего не оставляет, поэтому, чтобы этого не происходило, в почву необходимо постоянно вносить удобрения, подбирать культуры для севооборота. Пример агроценоза - пшеничное поле. Поле в большей степени, чем биоценоз, подвержено эрозии, засолению, нашествию вредителей, болезней. Без участия человека агроценозы зерновых и овощных культур существуют не более года, ягодных растений - 3-4 года, плодовых - 20-30 лет. Затем они распадаются и отмирают.

Главное преимущество агроценозов – большая продуктивность выращиваемых в них растений. Однако высокие урожаи можно получать лишь в том случае, если:

- заботиться о плодородии почвы;
- обеспечивать растения влагой;
- охранять посевы от сорняков, болезней, вредителей;
- внедрять новые высокопродуктивные сорта.

Некоторые пути повышения продуктивности агроценозов:

1. Мелиорация почв - коренное улучшение земель. Она улучшает плодородие почвы, ее водный и тепловой режим, создает благоприятные условия для роста растений. Культурно-техническая мелиорация (очистка земли от камней, деревьев и кустарников, выравнивание почвы). Химическая мелиорация - известкование кислых почв, внесение удобрений, гипсование засоленных почв. Агролесомелиорация - система ле-

сохозяйственных мероприятий, направленных на улучшение почвенно-гидрологических и климатических условий местности, делающих ее более благоприятной для ведения сельского хозяйства.

2. Использование новых технологий выращивания.
3. Внедрение новых сортов.

### *Основы учения о биосфере*

Биосфера – специфическая оболочка Земли, в пределах которой существует жизнь. Она включает:

- твердую оболочку (литосфера);
- водную (гидросфера);
- газовую (атмосфера).

*Особенности биосферы:*

1. Наличие жидкой воды.
2. Мощный поток энергии Солнца.
3. Существуют поверхности раздела между веществами, находящимися в жидком, твердом и газообразном состоянии.
4. Жизнь защищена озоновым слоем от жесткого ультрафиолетового излучения.

Литосфера - верхний слой Земли. На равнинах ее мощность - 30-40 км, в горах - 50-60 км, в морях и океанах - 3-10 км. Она состоит из 3 слоев: осадочных пород, гранитного и базальтового слоев. На суше плотно заселен только тонкий слой: от десятков см до нескольких метров.

Гидросфера - водная оболочка Земли (моря, океаны, озера). Средняя глубина океана - 3,5 км, максимальная - 11 км.

Атмосфера – газовая оболочка Земли, слоем до 1000 км, в ней различают:

- тропосферу (нижнюю оболочку, высота ее до 15 км, в ней находятся облака);
- стратосферу (до 100 км, у ее границ возникает северное сияние, на высоте 45 км находится озоновый слой);
- ионосферу (верхний слой атмосферы, содержащий атомарные ионы и свободные электроны, начинается с высоты 50 км).

Самой активной формой материи во Вселенной является живое существо. Масса его в сравнении с массой Земли незначительна. Если собрать все население биосферы, гомогенизировать его, то получится слой толщиной с лист бумаги.

Общая биомасса живого вещества на планете оценивается в 2423,2 млрд. тонн сухой массы. 99,8% живого вещества сосредоточено на континентах, хотя гидросфера составляет около 71% всей поверхности земного шара, вклад океаносферы – 0,13%. На континентах преобладают растения (99,2%), в океане – животные (93,7%). Организмы, не способные к фотосинтезу, составляют менее 1%.

Живое вещество – это масса всех живых организмов, населяющих в тот или иной момент нашу планету. Живое вещество в биосфере выполняет 3 основные функции:

- газовую;
- концентрационную;
- окислительно-восстановительную.

Газовая функция - живое вещество участвует в трансформации газов в биосфере.

В процессе фотосинтеза образуется O<sub>2</sub>, весь кислород в свободном состоянии биогенного происхождения. Кислород поглощается в процессе дыхания и брожения, в результате выделяется CO<sub>2</sub>, выдыхается азот и пары воды.

Концентрационная функция - это эволюционно выработавшееся приспособление, обеспечивающее выживание организмов в существующих условиях, но ставшее



вследствие деятельности человека опасным для живых организмов. Результат этой функции - залежи полезных ископаемых (известняка, мергеля, туфа, торфа, каменного угля и др.).

Окислительно-восстановительная – лежит в основе биологического метаболизма. Окисление и восстановление сбалансированы в масштабе биосферы.

Для того чтобы биосфера существовала и на Земле не прекращалось развитие жизни, в природе должен происходить обмен вещества и химических элементов. В биотическом кругообороте особенно велика роль микроорганизмов, они минерализуют органическое вещество отмерших животных и растений. Источник энергии Земли, от которого зависит жизнь, – это Солнце.

Поверхность земли ежегодно получает около  $1,2 \cdot 10^{20}$  кДж солнечной энергии, около половины ее идет на испарение воды, на синтез органического вещества – 0,1-0,2%.

Запас солнечной энергии на Земле происходит на первом трофическом уровне, на уровне продуцентов. Во всех остальных звеньях происходит ее потребление и расходование. Чем выше трофический уровень организма, тем больше эти потери. После отмирания организмов и их минерализации, вещества вступают в новый круговорот. Между разными сферами Земли идет непрерывная циркуляция химических элементов, которые проходят через живое вещество. Такая циркуляция называется биохимическим круговоротом. Основное количество вещества, вовлекаемого в биосферные процессы, остается постоянным в течение геологических периодов, однако часть вещества может исключаться из круговорота - это биогенные отложения (известняк, каменный уголь, нефть и др.).

Круговорот веществ состоит в том, что каждый живой организм благодаря существующим цепям питания после окончания жизненного цикла возвращает в окружающую среду все, что взял из нее в течение жизни.

Миграция атомов из организма в среду и наоборот не прекращается потому, что химический состав организмов близок к химическому составу земной коры.

Благодаря круговороту веществ и потоку энергии обеспечивается длительное существование жизни, экологической системы в целом.

Согласно концепции В.И. Вернадского жизнь на Земле возникла на основе круговорота органического вещества потому, что из него выделился биотический круговорот. Живое вещество вовлекло в кругооборот все элементы поверхности земли.

"Сфера жизни" - это аккумулятор и трансформатор солнечной энергии, благодаря ей осуществляется связь Земли с Космосом. Если бы на земле не было жизни, то работа солнечного света сводилась бы к перемещению газообразных и твердых тел по поверхности, она не совершала бы созидательной работы.

Процесс фотосинтеза, образование органического вещества, обладающего большими запасами заключенной в нем энергии, меняет облик Земли - это впервые было установлено В.И. Вернадским.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Что такое экология?
2. Уровни организации живой материи, изучаемые экологией.
3. Задачи экологии.
4. Назовите группы экологических факторов.
5. Что такое оптимум экологического фактора?
6. Что такое граница выносливости?
7. Что такое абиотические факторы?
8. Как влияет спектральный состав света на живые организмы?
9. Приведите примеры влияния температуры на разные формы живых организмов

10. Назовите приспособление растений и животных к жизни в пустыне.
11. Что такое фотопериодизм?
12. Чем характеризуются коротко- и длиннодневные растения?
13. Приведите примеры биотических факторов
14. Каково влияние антропогенного фактора на экологию?
15. Какими показателями характеризуются популяции?
16. Примеры возрастных структур популяций.
17. Что влияет на соотношение организмов по полу в популяции?
18. От чего зависит популяционный ареал?
19. От чего зависит плотность популяции?
20. Что такое биоценоз?
21. Каково видовое разнообразие биоценозов? Приведите примеры.
22. Какова продуктивность 1 га дубравы?
23. Почему происходит саморегуляция в биоценозе?
24. Что вы знаете о смене биоценозов?
25. Что такое биогеоценоз?
26. Какие группы организмов, различающихся по способу питания, вы знаете?
27. Что такое цепи питания?
28. Почему цепи питания не бывают больше 3-5 звеньев?
29. В чем состоит правило экологической пирамиды?
30. Какие 3 категории пирамид вы знаете?
31. Что такое продуценты, консументы, редуценты?
32. Как зависит устойчивость биоценоза от видового разнообразия?
33. Чем отличаются агроценозы от биоценозов?
34. Приведите примеры агроценозов, какова продолжительность их жизни без вмешательства человека.
35. Каковы преимущества и недостатки агроценозов?
36. Какие пути повышения продуктивности агроценозов вы знаете?
37. Что такое биосфера?
38. Сколько оболочек включает биосфера? Назовите их.
39. Что такое литосфера, ее особенности?
40. Особенности гидросферы.
41. Атмосфера, ее границы и особенности разных слоев.
42. Что такое живое вещество, какова его масса в биосфере?
43. Какие 3 функции выполняет живое вещество в биосфере?
44. Как происходит круговорот веществ в биосфере?
45. Почему не прекращается миграция атомов в биосфере?
46. Вклад В.И.Вернадского в учение о биосфере.

### **Решить задания из ЕГЭ. Основы экологии**

#### **1. Задание 26 № 11097**

Почему численность промысловых растительноядных рыб может резко сократиться при уничтожении в водоеме хищных рыб?

#### **2. Задание 26 № 11106**

Какие изменения биотических факторов могут привести к увеличению численности популяции слизня, обитающего в лесу?

#### **3. Задание 26 № 11147**

Что произойдет в биоценозе смешанного леса, если из него исчезнут все виды насекомых?

**4. Задание 26 № 11148**

Каковы основные факторы-ограничители для растений, для животных, микроорганизмов?

**5. Задание 26 № 11150**

Почему существуют редкие и исчезающие виды, если любой организм способен к беспредельному росту численности?

**6. Задание 26 № 11158**

Почему сильное «цветение» воды часто приводит к замору рыбы и гибели других обитателей водоема?

**7. Задание 26 № 11161**

Какие организмы с какими могут в природе вступить в симбиоз: пчела, подберезовик, актиния, дуб, береза, рак-отшельник, осина, сойка, клевер, подосиновик, липа, клубеньковые бактерии?

**8. Задание 26 № 11165**

Какие ресурсы относятся к исчерпаемым и невозобновимым?

**9. Задание 26 № 11166**

Почему вредители обитают больше на старых, больных деревьях сосны?

**10. Задание 26 № 11173**

Зная правило 10 процентов (правило экологической пирамиды), рассчитайте сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один кит весом 150 тонн? (пищевая цепь: фитопланктон---зоопланктон---кит)

**11. Задание 26 № 11174**

Если в лесу на площади 1 га взвесить отдельно все растения, всех животных по отдельности (насекомых, земноводных, рептилий, птиц, млекопитающих), то представители какой группы суммарно будут самыми тяжелыми и самыми легкими?

**12. Задание 26 № 11175**

Какие экологические проблемы можно считать глобальными для человечества?

**13. Задание 26 № 11176**

Какие преимущества и недостатки имеют альтернативные источники энергии — солнечная, ветровая, энергия приливов и отливов, электрическая?

**14. Задание 26 № 11178**

Зимой на дорогах используют соль, чтобы не было гололеда. К каким изменениям в водоемах и почве это приводит?

**15. Задание 26 № 11179**

Нефть нерастворима в воде и слаботоксична. Почему же загрязнение вод нефтепродуктами считается одним из самых опасных?

**16. Задание 26 № 11180**

В чем преимущество замкнутых технологий по сравнению с самыми совершенными очистными сооружениями?

**17. Задание 26 № 11181**

Сплав деревьев по рекам экономически очень выгоден (не надо строить дороги, тратить топливо на транспортировку). Объясните, почему экологи против такой транспортировки, особенно, если деревья не связаны в плоты, а сплавляются поодиночке?

**18. Задание 26 № 11182**

Почему сбор металлолома и макулатуры считается важным природоохранным мероприятием?

**19. Задание 26 № 11186**

Ученые считают, что перевыпас скота, частые пожары в степных и полупустынных районах Земли служат основной причиной опустынивания этих территорий. Объясните, почему?

**20. Задание 26 № 11190**

Близкородственные виды часто обитают вместе, хотя принято считать, что между ними существует наиболее сильная конкуренция. Объясните, почему в этих случаях не происходит полного вытеснения одним видом другого. Противоречит ли это правилу конкурентного исключения?

**21. Задание 26 № 11194**

Какие факторы способствуют регуляции численности волков в экосистеме?

**22. Задание 26 № 11195**

Каковы причины появления влажного смога в крупных городах?

**23. Задание 26 № 11198**

Для борьбы с насекомыми — вредителями человек применяет химические вещества. Объясните, как может измениться жизнь дубравы в случае, если в ней химическим методом будут уничтожены все растительноядные насекомые.

**24. Задание 26 № 11200**

В результате лесного пожара выгорела часть елового леса. Объясните, как будет происходить его самовосстановление.

**25. Задание 26 № 11201**

Что служит основой формирования разнообразных сетей питания в экосистемах?

**26. Задание 26 № 11202**

Каковы свойства биогеоценоза?

**27. Задание 26 № 11204**

Чем отличается наземно-воздушная среда от водной?

**28. Задание 26 № 11205**

Почему в наземной пищевой цепи от звена к звену, как правило, уменьшается биомасса?

**29. Задание 26 № 11207**

В. И. Вернадский писал: «На земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом». Объясните, какие изменения произошли в литосфере благодаря жизнедеятельности живых организмов?

**30. Задание 26 № 11208**

Составьте пищевую цепь и определите консумента 2-го порядка, используя всех названных представителей: ястреб, цветки яблони, большая синица, жук яблонный цветоед.

**31. Задание 26 № 11209**

В чем проявляется взаимосвязь продуцентов и редуцентов, входящих в состав любой экосистемы?

**32. Задание 26 № 11210**

Почему в нижних слоях атмосферы в настоящее время сокращается концентрация кислорода?

**33. Задание 26 № 11214**

Какие факторы влияют на самоочищение водоема?

**34. Задание 26 № 11215**

Луга, произрастающие в лесной зоне и предоставленные сами себе, быстро зарастают лесом. Однако в местах постоянного ведения сельского хозяйства этого не происходит. Почему?

**35. Задание 26 № 11216**

Как можно защитить урожай культурных растений от вредителей без использования ядохимикатов?

**36. Задание 26 № 11219**

В пищевые цепи природных биогеоценозов включены продуценты, консументы и редуценты. Какую роль играют организмы этих групп в круговороте веществ и пре-  
вращении энергии?

**37. Задание 26 № 11220**

Чем определяется устойчивость естественных экосистем?

**38. Задание 26 № 11222**

В результате вулканической деятельности в океане образовался остров. Объясните последовательность формирования экосистемы на недавно образовавшемся участке суши.

**39. Задание 26 № 11223**

Почему видовой состав кукурузного поля значительно беднее, чем леса?

**40. Задание 26 № 11225**

Почему в агроэкосистеме короткие цепи питания?

**41. Задание 26 № 11226**

Каковы причины смены биогеоценозов?

**42. Задание 26 № 11227**

Клевер произрастает на лугу, опыляется шмелями. Какие биотические факторы могут привести к сокращению численности популяции клевера?

**43. Задание 26 № 11236**

Муха-осовидка сходна по окраске и форме тела с осой. Назовите тип ее защитного приспособления, объясните его значение и относительный характер приспособления.

**44. Задание 26 № 11373**

В результате вулканической деятельности в океане образовался остров. Опишите последовательность формирования экосистемы на недавно образовавшемся участке суши. Укажите не менее трех элементов ответа.

**45. Задание 26 № 11499**

Почему экосистему смешанного леса считают более устойчивой, чем экосистему елового леса?

**46. Задание 26 № 12071**

Почему в пищевых цепях от организмов первого трофического уровня к организмам второго уровня переходит только около 10% вещества и запасенной в нём энергии?

**47. Задание 26 № 12072**

К каким отрицательным последствиям приводит применение в сельском хозяйстве гербицидов – химических веществ для борьбы с сорняками? Укажите не менее трёх последствий.

**48. Задание 26 № 12493**

Почему антропогенное влияние на биосферу вызывает серьёзные опасения у учёных и общественных деятелей? Приведите не менее трёх аргументов.

**49. Задание 26 № 13893**

В результате длительного применения ядохимикатов на полях иногда наблюдается резкий рост численности вредителей. Укажите не менее трёх причин, способствующих увеличению их численности.

**50. Задание 26 № 14243**

Что служит основой устойчивости экосистем? Укажите не менее трёх причин их устойчивости.

**51. Задание 26 № 15982**

Укажите не менее трёх характерных особенностей, отличающих пионерные экосистемы от климаксных (устойчивых).

**52. Задание 26 № 16782**

Объясните, как осуществляется регуляция численности насекомых, насекомоядных и хищных птиц в экосистеме смешанного леса, если численность насекомых возрастает.

**53. Задание 26 № 17895**

Почему широколиственный лес считают более устойчивой экосистемой, чем разнотравный луг? Приведите не менее трёх доказательств.

**54. Задание 26 № 18223**

Гусеницы бабочки зимней пяденицы питаются молодыми листьями дуба и заканчивают своё развитие до того, как листья дуба станут жёсткими и непригодными в пищу. Объясните, как изменится численность популяции бабочек, если вылупление гусениц: 1) совпадёт с распусканием почек и ростом молодых листьев; 2) произойдёт до распускания почек в случае холодной весны; 3) произойдёт через несколько недель после распускания листьев.

**55. Задание 26 № 18395**

Объясните, каковы причины устойчивости дубравы. Назовите не менее трёх причин.

**56. Задание 26 № 19016**

Укажите основные свойства биогеоценозов и кратко объясните их. Укажите не менее трёх свойств.

**57. Задание 26 № 19327**

В чём может заключаться выгода отношений между водорослью зоохлореллой и амёбой, в которой часто поселяется эта водоросль?

**58. Задание 26 № 20366**

Прочитайте текст: Китовая акула-крупное морское животное. Несмотря на большое тело, длиной 20 м, она совсем безобидна, питается планктоном. Ее можно отличить от других акул по наличию на коже многочисленных белых пятен. Китовая акула-живородящая: рождает живых акул. Оплодотворение у нее внутреннее.

Какие критерия вида описаны в тексте? Ответ поясните.

**59. Задание 26 № 20373**

Укажите примеры губительного влияния человека на флору, поясните в чём выражается вред влияния. Укажите не менее 4 х пунктов.

**60. Задание 26 № 20380**

Укажите не менее четырех возможных последствий, если в экосистеме луга снизится численность насекомых-опылителей.

**61. Задание 26 № 20401**

Прочитайте текст:

По внешнему виду тутовый шелкопряд – невзрачная бабочка с толстым, сильно волосистым телом и белыми крыльями, достигающими в размахе 4–6 см. Несмотря на наличие крыльев, бабочки в результате одомашнивания утратили способность летать. Родина шелкопряда, по всей вероятности, Китай, откуда, вместе с тутовым деревом, он распространился на север и на юг, но в дикой природе не встречается, разводят его в Южной Европе, Средней Азии, на Кавказе и в других регионах. Гусеницы питаются только листьями тутового дерева. Поэтому распространение шелководства связано с местами произрастания тутового дерева (шелковицы).

Какие критерия вида описаны в тексте? Ответ поясните.

**62. Задание 26 № 20415**

Какие действия человека приводят к снижению биологического разнообразия растений?

**63. Задание 26 № 20446**

Укажите идиоадаптации крота, связанные с подземным образом жизни.

**64. Задание 26 № 20458**

Назовите не менее 4 способов совместного проживания растений с растениями или с животными.

**65. Задание 26 № 21516**

Назовите четыре основных структурных компонента биогеоценоза, обеспечивающие круговорот веществ в природе, и укажите их функции.

**66. Задание 26 № 21573**

В результате длительного применения ядохимикатов на полях могут наблюдаться вспышки роста численности вредителей. Объясните, почему могут происходить такие вспышки роста численности. Приведите не менее четырёх причин.

**67. Задание 26 № 21704**

Известны примеры роста численности популяций в геометрической прогрессии. Например, это распространение средиземноморской плодовой мухи в Калифорнии, размножение бактерий в пищеварительном тракте новорожденного млекопитающего, рост в США популяций одуванчиков, завезённых из Европы. Приведите четыре причины, по которым возможен такой рост популяции.

**68. Задание 26 № 21989**

При использовании ядохимикатов в сельском хозяйстве погибают вредители. Почему хищники погибают чаще, чем травоядные животные?

**69. Задание 26 № 22003**

В определенные года наблюдался резкий рост численности насекомых, объясните с какими биотическими факторами это может быть связано.

**70. Задание 26 № 22051**

В чём проявляются различия экосистем пшеничного поля и естественного луга? Укажите не менее четырёх отличий. Ответ поясните.

**71. Задание 26 № 22084**

Какие растения в природных условиях получают минеральное питание не из почвы и поясните — как?

**72. Задание 26 № 22281**

От сохранности почвы и климата зависят продовольственная безопасность человечества, биологическое разнообразие популяций экосистем Земли. Перечислите антропогенные факторы, ведущие к разрушению почвенного покрова. Ответ поясните.

**73. Задание 26 № 22412**

Считается, что чрезмерное применение инсектицидов (веществ, убивающих насекомых-вредителей) может привести к нарушению пищевых цепей в окружающих поля экосистемах. Объясните, почему это может произойти.

**74. Задание 26 № 22440**

Существование большого числа видов вьюрков на Галапагосских островах считают примером адаптивной радиации (формирование большого числа сходных видов из одного предкового). Объясните, под действием каких сил произошло формирование разнообразных видов вьюрков (на этапе становления)? Какие формы естественного отбора действовали? Ответ поясните.

**75. Задание 26 № 22742**

Считается, что на склонах холмов поля надо распахивать поперёк склона (горизонтально), а не вдоль (от вершины к подножию). Объясните, почему необходимо делать именно так и к чему может привести распашка полей вдоль склона.