




РАССМОТРЕНО  
на заседании ШМО  
МБОУ «Лицей № 23»  
 Лаврентьева Н.Н.  
Протокол №1  
от 24.08.2023 г.

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора по  
УР МБОУ «Лицей № 23»  
 Лазарева Г.Р.  
29.08.2023 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор МБОУ «Лицей № 23»  
 Шакирзянова А.З.  
Приказ № 118  
от 29.08.2023г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ПО ВЫБРУ

### «РЕШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ» 10-11 КЛАСС

Составитель программы  
Петрова Надежда Васильевна, учитель биологии

г.Казань

## Пояснительная записка

Рабочая программа элективного курса «Решение биологических задач» предназначена для учащихся 10-11 класса. Рабочая программа разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 года № 413 в действующей редакции), основной образовательной программы среднего общего образования МАОУ «Лицей №23».

Программа рассчитана на 68 часов. 34 часа в 10 классе (1 час в неделю), 34 часа в 11 классе (1 час в неделю) и направлена на закрепление теоретических знаний, их развитие, и практическую отработку для формирования навыков решения биологических задач.

Помимо задач по классической генетике в содержание включён материал по молекулярной биологии, классической и популяционной генетике, биохимии. В целом программа определяет самостоятельность курса, но логически связана с программой по биологии, реализуемой в 10-11 классах. При решении задач учитываются принципы научности, системности, доступности. Формирование практических навыков опирается на теоретическую базу соответствующих разделов и тем по биологии. Важной особенностью является выделение задач базового, повышенного и высокого уровня сложности, представленных в контрольно-измерительных материалах ГИА по биологии в форме ЕГЭ.

**Цель курса:** расширение, углубление, интеграция знаний учащихся в области актуальных вопросов современной биологии через формирование практических навыков решения задач.

### Задачи курса:

1. продолжить системное формирование научного понимания основных идей генетики, биохимии, молекулярной биологии, эволюционных процессов;
2. развивать общеучебные умения (компетенции): анализировать фактический материал, логически думать, рассуждать, сравнивать, действовать в изменённой ситуации;
3. способствовать формированию более высокого уровня достижения результатов (компетентностей).
4. отработка и совершенствование метапредметных компетенций регулятивных, познавательных, коммуникативных УУД.

**В 10 классе** материал структурирован в 7 тематических разделов, включая «Введение», в котором предложены для усвоения математические алгоритмы решения задач, включены понятия комбинаторики: зависимых и независимых равновероятных событий. В каждом разделе выделена теоретическая составляющая (понятия, термины, законы, теоретические положения, ведущие идеи) и практическая составляющая, которая представлена задачами. Среди задач есть типовые, «сюжетные» и занимательные. Типовые задачи знакомят с основными приёмами рассуждений в генетике, а «сюжетные» и занимательные - полнее раскрывают и иллюстрируют особенности этой науки.

**В 11 классе** содержание предлагаемого материала ориентировано, прежде всего, на **метепредметные результаты в части познавательных и регулятивных действий и совершенствование владения ими** выпускников для успешной сдачи ГИА в форме ЕГЭ по биологии. Для отбора и структурирования материала курса использованы кодификатор и спецификация - документы, регламентирующими

структуру и содержание КИМ ЕГЭ по биологии. Согласно этим документам **приоритетное внимание в экзаменационной работе уделено сформированности у выпускников следующих способов деятельности:**

- усвоение понятийного аппарата;
- овладение методологическими умениями;
- применение знаний при объяснении биологических процессов, явлений;
- решение количественных и качественных биологических задач;
- овладение умением по работе с информацией биологического содержания через представления её различными способами (в виде рисунков, схем, таблиц, графиков, диаграмм).

Форма предъявления заданий направлена на достижение соответствующего уровня и оценку **общеучебных и предметных умений** (сравнение, обобщение, классификация, систематизация, объяснение, решение учебных и практических задач, работу с текстом, обобщение и аргументацию собственной точки зрения на предложенную тему задания), что соответствует современным тенденциям развития общего образования. Задания направлены на усиление деятельностной и практико-ориентированной основы. Задания соответствуют 7 содержательным блокам, представленным в кодификаторе:

1. *Биология – наука о живой природе;*
2. *Клетка как биологическая система;*
3. *Организм как биологическая система;*
4. *Система и многообразие органического мира;*
5. *Человек и его здоровье;*
6. *Эволюция живой природы;*
7. *Экосистемы и присущие им закономерности.*

Особое внимание уделено работе с заданиями открытой части, требующим формулировки самостоятельного ответа в развёрнутой форме и нацеленным, прежде всего, на достижение высокого уровня биологической подготовки. Выполнение данных заданий направлено на отработку и совершенствование **метапредметных действий с опорой на предметные компетенции:**

- *самостоятельно оперировать* биологическими понятиями;
- *обосновывать и объяснять* биологические процессы и явления;
- *грамотно формулировать* свой ответ;
- *применять знания в* новой ситуации;
- *устанавливать причинно-следственные связи;*
- *анализировать, систематизировать и интегрировать знания; обобщать и формулировать выводы;*
- *решать биологические задачи;*

- *оценивать и прогнозировать* биологические процессы, *применять* теоретические знания на практике.

Изучение данного курса поможет в подготовке к олимпиадам по биологии, будет способствовать целенаправленной подготовке к сдаче ЕГЭ по биологии и поступлению в высшие учебные заведения медицинского, биологического, экологического, сельскохозяйственного профилей. Курс поможет правильно скорректировать предварительный профессиональный выбор, послужит источником дополнительной информации для увлечённых биологией, в подготовке к олимпиадам по биологии и экологии.

Для обеспечения результативности и качественного изучения материала предполагается использование современных педагогических технологий в следующих формах:

1. модульно-тематическая подача материала,
2. индивидуальная и групповая работа учащихся;
3. тестовый контроль знаний, в том числе с использованием демоверсий на DVD и CD дисках, в Интернет;
4. семинарские занятия, направленные на осмысление и детализацию материала;
5. уроки-тренинги по решению задач;
6. проектная деятельность;
7. творческая работа учащихся с учебной и научно-популярной литературой.

При оценке достижений учащихся в ходе освоения данной программы выделены определённые уровни:

**Репродуктивный уровень** оценивается по точности воспроизведения основного содержания.

**Конструктивный уровень** оценивается по умениям осуществлять анализ, синтез, сравнение и обобщение информации, составлению докладов, сообщений, реферированию, рефлексии.

**Творческий уровень** учитывает знания при решении нестандартных задач, умении их аргументировано объяснить в процессе устной дискуссии, семинара, письменной работы, составлении тезисов по результатам исследовательской и проектной работ.

**Для оценки результатов** достижений используется **зачётная система**. Зачёт выставляется по каждому разделу курса на основании личного участия обучающихся в семинарах, дискуссиях, при наличии выполненных письменных проверочных работ, тестов. По окончании всего курса выставляется **итоговый зачёт** на основе зачётов по разделам.

### **Планируемые результаты**

Программа направлена на достижение **метапредметных, предметных, личностных учебных результатов**, предусмотренных требованиями освоения выпускниками программы среднего общего образования по биологии.

#### ***Личностные результаты:***

- ориентация обучающихся на реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания, и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;
- гражданственность, гражданская позиция активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности, готового к участию в общественной жизни;
- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики, основанное на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;
- развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.
- готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности.

**Метапредметные результаты** – освоение учащимися метапредметных понятий и формирование обобщённых способов действий (УУД), с помощью которых ученик может сам добывать необходимую информацию, учиться, переносить полученные умения в различные сферы деятельности.

**Метапредметные понятия:** проблема, аргумент, моделирование, пространство.

#### **Регулятивные универсальные учебные действия**

**MP1** сформировать умение самостоятельно определять цель своего развития. Выпускник сможет сформулировать цель своего развития и определить задачи и средства её осуществления; организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели.

**MP2** Сформировать умение соотносить свои интересы с возможностями. Выпускник сможет понять свои интересы, соотнести их с возможностями и ставить на этой основе реалистические задачи для своего развития.

**MP3** Сформировать умение понимать причины успеха/неуспеха в учебной и внеучебной деятельности и способности конструктивно действовать даже в ситуации неуспеха.

Выпускник сможет самостоятельно принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учётом гражданских и нравственных ценностей с учётом школьных ценностей.

**Познавательные универсальные учебные действия.**

**МР1** *Сформировать навыки познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыки разрешения проблем.*

Выпускник сможет самостоятельно заниматься проектной и исследовательской деятельностью, проектировать собственную траекторию при решении различных задач, выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия; выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ресурсы; менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

**МР2** *Сформировать навык использования и преобразования разных форм и способов при решении различных задач.*

Выпускник сможет использовать графические формы и знаково-символические средства самостоятельно при выполнении заданий поискового характера.

**МР3** *Овладение навыками смыслового чтения текстов различных стилей и жанров в соответствии с целями и задачами.*

Выпускник сможет ориентироваться в различных источниках информации, интерпретировать различные тексты.

**Коммуникативные универсальные учебные действия.**

**МР1** *Сформировать умение бесконфликтного сотрудничества в группе.*

Выпускник сможет сам организовать группы для решения учебных задач, договариваться и бесконфликтно выходить из сложных ситуаций.

**МР2** *Сформировать умение аргументировано строить свою речь.*

Выпускник сможет осознано строить речевое высказывание, свободно излагать свою точку зрения, защищать проекты и учебные исследования. Учащийся владеет несколькими способами составления текстов на основе прочитанного и может их применять в разных предметных областях.

**МР3** *Сформировать компетентности в области использования ИКТ.*

Выпускник сможет использовать средства информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности.

В результате изучения элективного курса «Решение биологических задач» в 10-11 классах на уровне среднего общего образования:

**Выпускник на углубленном уровне научится:**

**оценивать** роль биологических открытий и современных исследований в развитии науки и в практической деятельности людей;  
**оценивать** роль биологии в формировании современной научной картины мира, прогнозировать перспективы развития биологии;  
**устанавливать и характеризовать** связь основополагающих биологических понятий (клетка, организм, вид, экосистема, биосфера) с основополагающими понятиями других естественных наук;  
**обосновывать** систему взглядов на живую природу и место в ней человека, применяя биологические теории, учения, законы, закономерности, понимать границы их применимости;  
**проводить учебно-исследовательскую** деятельность по биологии: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов.  
**выявлять и обосновывать** существенные особенности разных уровней организации жизни;  
**устанавливать связь** строения и функций основных биологических макромолекул, их роль в процессах клеточного метаболизма;  
**решать задачи** на определение последовательности нуклеотидов ДНК и иРНК (мРНК), антикодонов тРНК, последовательности аминокислот в молекуле белка, применяя знания о реакциях матричного синтеза, генетическом коде, принципе комплементарности;  
**делать выводы** об изменениях, которые произойдут в процессах матричного синтеза, в случае изменения последовательности нуклеотидов ДНК;  
**сравнивать** фазы деления клетки; решать задачи на определение и сравнение количества генетического материала (хромосом и ДНК) в клетках многоклеточных организмов в разных фазах клеточного цикла;  
**выявлять** существенные признаки строения клеток организмов разных царств живой природы, устанавливать взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки;  
**обосновывать** взаимосвязь пластического и энергетического обменов;  
**сравнивать** процессы пластического и энергетического обменов, происходящих в клетках живых организмов;  
**определять** количество хромосом в клетках растений основных отделов на разных этапах жизненного цикла;  
**решать** генетические задачи на дигибридное скрещивание, сцепленное (в том числе с полом) наследование, анализирующее скрещивание, применяя законы наследственности и закономерности сцепленного наследования;  
**раскрывать** причины наследственных заболеваний, аргументировать необходимость мер предупреждения таких заболеваний;  
**сравнивать** разные способы размножения организмов;

**характеризовать** основные этапы онтогенеза организмов;  
**выявлять причины** и существенные признаки модификационной и мутационной изменчивости;  
**обосновывать роль** изменчивости в естественном и искусственном отборе;  
**обосновывать** значение разных методов селекции в создании сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов;  
**обосновывать** причины изменчивости и многообразия видов, применяя синтетическую теорию эволюции;  
**характеризовать** популяцию как единицу эволюции, вид как систематическую категорию и как результат эволюции;  
**устанавливать** связь структуры и свойств экосистемы;  
**составлять** схемы переноса веществ и энергии в экосистеме (сети питания), **прогнозировать** их изменения в зависимости от изменения факторов среды;  
**аргументировать** собственную позицию по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде;  
**обосновывать** необходимость устойчивого развития как условия сохранения биосферы;  
**оценивать** практическое и этическое значение современных исследований в биологии, медицине, экологии, биотехнологии; обосновывать собственную оценку;  
**выявлять** в тексте биологического содержания проблему и аргументированно ее объяснять;  
**представлять** биологическую информацию в виде текста, таблицы, схемы, графика, диаграммы и делать выводы на основании представленных данных; **преобразовывать** график, таблицу, диаграмму, схему в текст биологического содержания.

#### **Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:**

**организовывать и проводить** индивидуальную исследовательскую деятельность по биологии (или разрабатывать индивидуальный проект): выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов, представлять продукт своих исследований;  
**прогнозировать** последствия собственных исследований с учетом этических норм и экологических требований;  
**выделять** существенные особенности жизненных циклов представителей разных отделов растений и типов животных; изображать циклы развития в виде схем;  
**анализировать и использовать** в решении учебных и исследовательских задач информацию о современных исследованиях в биологии, медицине и экологии;  
**аргументировать** необходимость синтеза естественнонаучного и социогуманитарного знания в эпоху информационной цивилизации;  
**моделировать изменение** экосистем под влиянием различных групп факторов окружающей среды;  
**выявлять** в процессе исследовательской деятельности последствия антропогенного воздействия на экосистемы своего региона, предлагать способы снижения антропогенного воздействия на экосистемы;



**использовать** приобретенные компетенции в практической деятельности и повседневной жизни, для приобретения опыта деятельности, предшествующей профессиональной, в основе которой лежит биология как учебный предмет.

**В результате изучения биологии на профильном уровне ученик должен знать и понимать:**

- **основные положения** биологических теорий (клеточная теория; хромосомная теория наследственности; синтетическая теория эволюции, теория антропогенеза); учений (о путях и направлениях эволюции; Н.И. Вавилова о центрах многообразия и происхождения культурных растений; В.И. Вернадского о биосфере); сущность законов (Г.Менделя; сцепленного наследования Т.Моргана; гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова; зародышевого сходства; биогенетического); закономерностей (изменчивости; сцепленного наследования; наследования, сцепленного с полом; взаимодействия генов и их цитологических основ); правил (доминирования Г.Менделя; экологической пирамиды); гипотез (чистоты гамет, сущности и происхождения жизни, происхождения человека);
- **строение биологических объектов:** клетки (химический состав и строение); генов, хромосом, женских и мужских гамет, клеток прокариот и эукариот; вирусов; одноклеточных и многоклеточных организмов; вида и экосистем (структура);
- **сущность биологических процессов и явлений:** обмен веществ и превращения энергии в клетке, фотосинтез, пластический и энергетический обмен, брожение, хемосинтез, митоз, мейоз, развитие гамет у цветковых растений и позвоночных животных, размножение, оплодотворение у цветковых растений и позвоночных животных, индивидуальное развитие организма (онтогенез), взаимодействие генов, получение гетерозиса, полиплоидов, отдаленных гибридов, действие искусственного, движущего и стабилизирующего отбора, географическое и экологическое видообразование, влияние элементарных факторов эволюции на генофонд популяции, формирование приспособленности к среде обитания, круговорот веществ и превращения энергии в экосистемах и биосфере, эволюция биосферы;
- **современную биологическую терминологию и символику;**

**В результате изучения биологии на профильном уровне ученик должен уметь:**

- **объяснять** роль биологических теорий, идей, принципов, гипотез в формировании современной естественнонаучной картины мира, научного мировоззрения; единство живой и неживой природы, родство живых организмов, используя биологические теории, законы и правила; отрицательное влияние алкоголя, никотина, наркотических веществ на развитие зародыша человека; влияние мутагенов на организм человека; взаимосвязи организмов и окружающей среды; причины эволюции видов, человека, биосферы, единства человеческих рас, наследственных и ненаследственных изменений, наследственных заболеваний, генных и хромосомных мутаций, устойчивости, саморегуляции, саморазвития и смены экосистем, необходимости сохранения многообразия видов;

- **устанавливать взаимосвязи** строения и функций молекул в клетке; строения и функций органоидов клетки; пластического и энергетического обмена; световых и темновых реакций фотосинтеза; движущих сил эволюции; путей и направлений эволюции;
- **решать** задачи разной сложности по биологии;
- **составлять схемы** скрещивания, путей переноса веществ и энергии в экосистемах (цепи питания, пищевые сети);
- **описывать** клетки растений и животных (под микроскопом), особей вида по морфологическому критерию, экосистемы и агроэкосистемы своей местности; готовить и описывать микропрепараты;
- **выявлять** приспособления организмов к среде обитания, ароморфозы и идиоадаптации у растений и животных, отличительные признаки живого (у отдельных организмов), абиотические и биотические компоненты экосистем, взаимосвязи организмов в экосистеме, источники мутагенов в окружающей среде (косвенно), антропогенные изменения в экосистемах своего региона;
- **исследовать** биологические системы на биологических моделях (аквариум);
- **сравнивать** биологические объекты (клетки растений, животных, грибов и бактерий, экосистемы и агроэкосистемы), процессы и явления (обмен веществ у растений и животных; пластический и энергетический обмен; фотосинтез и хемосинтез; митоз и мейоз; бесполое и половое размножение; оплодотворение у цветковых растений и позвоночных животных; внешнее и внутреннее оплодотворение; формы естественного отбора; искусственный и естественный отбор; способы видообразования; макроэволюцию и микроэволюцию; пути и направления эволюции) и делать выводы на основе сравнения;
- **анализировать и оценивать** различные гипотезы сущности жизни, происхождения жизни и человека, человеческих рас, глобальные антропогенные изменения в биосфере, этические аспекты современных исследований в биологической науке;
- **осуществлять самостоятельный поиск биологической информации** в различных источниках (учебных текстах, справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах, ресурсах Интернет) и применять ее в собственных исследованиях;

**В результате изучения биологии на профильном уровне ученик должен использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни** для грамотного оформления результатов биологических исследований; обоснования и соблюдения правил поведения в окружающей среде, мер профилактики распространения вирусных (в том числе ВИЧ-инфекции) и других заболеваний, стрессов, вредных привычек (курение, алкоголизм, наркомания); оказания первой помощи при простудных и других заболеваниях, отравлении пищевыми продуктами; определения собственной позиции по отношению к экологическим проблемам, поведению в природной среде; оценки этических аспектов некоторых исследований в области биотехнологии (клонирование, искусственное оплодотворение)

## Содержание программы курса в 10 классе

### **Введение (2 часа)**

Значение генетики и молекулярной биологии для современного человека. Современные проблемы генетики в области медицины, сельского хозяйства, производства продуктов питания, медицинской и судебной экспертизы, клонирования, генной инженерии. Достижения, возможности и перспективы науки. Международный проект «Геном человека». Методы генетики. Приёмы интеграции элементов комбинаторики, высшей математики, статистики в решении задач по генетике. *Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Генетические события (появление хромосом, аллелей, генов, генотипов, фенотипов и т.д.) как равновероятностные независимые совместные и несовместные.* Генетические символы и термины.

**Темы проектов:** «Математический аппарат в биологии»;  
«Учёные математики и физики, внёсшие вклад в биологические открытия»;  
«Развитие научных представлений о наследственности»;  
«Практическое значение генетических и цитологических карт»  
«Генетическая диагностика и генетический паспорт человека»

### **Молекулярная биология**

#### **Основные носители наследственности (6 часов)**

Актуализация теоретических знаний. Нуклеиновые кислоты. Строение, свойства и функции ДНК. Правило Чаргаффа, комплементарность. Строение и виды РНК. Генетический код и его свойства. Матричные реакции: редупликация, транскрипция, трансляция. Генные мутации, сдвиг рамки считывания, транзиции, трансверсии. Энергетический обмен, метаболизм, анаболизм, катаболизм, ассимиляция, диссимиляция; этапы энергетического обмена: подготовительный, гликолиз, клеточное дыхание.

#### **Тематика задач:**

1. Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК по заданной цепочке в молекуле ДНК.
2. Восстановление нуклеотидной последовательности в молекуле ДНК по одной из цепей полипептида.
3. Определение аминокислотной последовательности в молекуле белка по заданному участку гена.

4. Расчет процентного содержания и видового состава пуринов и пиримидинов в молекулах ДНК и РНК.
5. Определение длины цепи молекул ДНК, РНК.
6. Расчет количества и молекулярной массы ДНК, РНК.

### **Классические законы Г. Менделя (6 часов)**

Актуализация теоретических знаний. Моногибридное скрещивание, дигибридное и полигибридное скрещивание. Законы Менделя. Анализирующее скрещивание. Неполное доминирование (опыты Менделя с ночной красавицей). Закон (гипотеза) чистоты гамет. Ген, фенотип, фенотип, аллель, доминирование, рецессивный, гомозигота, гетерозигота, локус, альтернативный признак, решётка Пеннета.

#### **Тематика задач:**

1. Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя.
2. Дигибридное и полигибридное скрещивание. Второй и третий законы Менделя.
3. Анализирующее и возвратное скрещивание.
4. Неполное (промежуточное) наследование.

### **Взаимодействие генов (5 часов)**

Актуализация теоретических знаний Типы неаллельного взаимодействия генов комплементарность, эпистаз, полимерия, множественное действие генов, кодоминирование на примере наследования групп крови.

#### **Тематика задач:**

1. Комплементарное взаимодействие генов (комплементарность)
2. Эпистаз.
3. Полимерия
4. Плейотропия
5. Кодоминирование.

### **Наследование, сцепленное с полом (3 часа)**

Актуализация теоретических знаний Хромосомное определение пола, аутосомы, гетерохромосомы, гомогаметный и гетерогаметный пол, гемизиготность.

**Тематика задач:**

1. наследование признаков, сцепленных с полом

**Сцепление генов. Кроссинговер. Генетические карты (4 часа)**

Актуализация теоретических знаний Хромосомная теория наследственности, опыты Бэтсона У., Пеннета Г., Моргана Т., закон Моргана. Кроссинговер и группы сцепления, генетические карты хромосом.

**Тематика задач:**

1. определение расстояния между генами;
2. определение вероятности фенотипов потомства, если гены локализованы в одной хромосоме;
3. определение вероятности фенотипов потомства, если гены локализованы в одной хромосоме, но кроссинговер при этом не происходит.

**Генетика популяций (5 часов)**

Закон Харди – Вайнберга: лекция «Вслед за Харди и Вайнбергом, решение задач по генетике популяций».

**Повторение (3 часа)****Тематическое планирование**

№п/п	Тема урока	Количество часов	Вид контроля
1	Введение	2	Биологический диктант
2	Молекулярная биология	6	Зачёт
3	Классические законы Менделя	6	зачёт
4	Взаимодействие генов	5	зачёт
5	Наследование, сцепленное с полом	3	зачёт
6	Сцепление генов. Кроссинговер. Генетические карты	4	зачёт
7	Генетика популяций	5	зачёт
8	Повторение	3	итоговый зачёт

### Содержание программы курса в 11 классе

Общее количество часов – 34

#### Решение заданий на применение знаний и умений в практической деятельности.

##### Практико-ориентированные задания (4 часа)

##### Биология как наука. Методы научного познания

Актуализация теоретических знаний. Достижения биологии. Методы исследования. Уровни организации живой природы.

**Уровень заданий** – повышенный.

**Типы задач** - практико-ориентированный (*линия 22*).

**Тематика задач** (элементы содержания)

1. знать и понимать строение и признаки биологических объектов,
2. сущность биологических процессов и явлений.
3. правила оказания первой помощи
4. правила поведения в природе
5. взаимосвязи компонентов биологических систем разного уровня, обеспечивающих их устойчивость и функционирование.

**Умения** –

1. объяснять взаимосвязи организмов,
2. причины устойчивости, саморегуляции, саморазвития и смены экосистем;
3. анализировать результаты биологических экспериментов,
4. проводить наблюдения по их описанию,
5. использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни,
6. применять способы выращивания и размножения культурных растений и домашних животных, ухода за ними
7. уметь объяснять роль биологических теорий, законов, принципов, гипотез в формировании современной естественнонаучной картины мира

#### Решение заданий на применение знаний и умений в работе с биологическими объектами.

##### Задания с рисунком, схемой, графиком, таблицей (4 часа)

### **Клетка как биологическая система**

Актуализация теоретических знаний. Строение, жизнедеятельность и многообразие клеток; установление взаимосвязи строения и функций органоидов клетки, распознавание и сравнение клеток разных организмов, процессов протекающие в них.

**Уровень заданий-** высокий.

**Типы задач** - задание с изображением биологического объекта (*линия 23*)

**Тематика задач** (элементы содержания)

1. митоз и мейоз,
2. бесполое и половое размножение,
3. оплодотворение у растений и животных, внешнее и внутреннее оплодотворении

**Умения-**

1. работать с изображённым биологическим объектом в виде рисунка, схемы, графики;
2. узнавать, понимать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы на основе сравнения, обобщения и выделения главного.

**Решение заданий на применение знаний и умений в работе с текстом биологического содержания. Задания на анализ биологической информации (4 часа)**

### **Организм как биологическая система**

Актуализация теоретических знаний о закономерностях наследственности и изменчивости, об онтогенезе и воспроизведении организмов, о селекции организмов и биотехнологии.

**Уровень заданий-** высокий

**Тип задач-** задания на анализ биологической информации с опорой на понимание смысла прочитанного, выделение главного и второстепенного (*линия 24*)

**Тематика задач** (элементы содержания)

1. закономерности наследственности и изменчивости,
2. онтогенез и воспроизведение организмов,
3. селекция организмов и биотехнологии,

**Умения-**

1. уметь объяснять,
2. устанавливая взаимосвязи,
3. распознавать, описывать, сравнивать и делать выводы на основе сравнения: биологических объектов, процессов и явлений.
4. понимать смысл прочитанного, выделение главного и второстепенного, уметь сравнивать, анализировать точность приведённых биологических фактов, явлений, закономерностей, теорий, законов.

## **Решение заданий на применение знаний и умений по обобщению конкретного биологического содержания в новой ситуации (12 часов)**

Актуализация теоретических знаний о многообразии, строении, жизнедеятельности и размножении организмов различных царств живой природы и вируса; о строении и жизнедеятельности организма человека; о виде, движущих силах, направлениях и результатах эволюции органического мира. Умений объяснять основные ароморфозы в эволюции растительного и животного мира, устанавливать взаимосвязь движущих сил и результатов эволюции, об экологических закономерностях, о круговороте веществ в биосфере; умений устанавливать взаимосвязи организмов в экосистемах, выявлять причины устойчивости, саморазвития и смены экосистем.

**Уровень заданий-** высокий

**Тип задач-** на обобщение и применение знаний в новой ситуации. *(линия 25,26)*

### **Система и многообразие органического мира. (3 часа)**

**Тематика задач** (элементы содержания)

1. многообразие,
2. строение,
3. жизнедеятельность,
4. размножение организмов различных царств живой природы и вирусах.

**Умения-**

1. знать и понимать строение и признаки биологических объектов
2. уметь распознавать и описывать биологические объекты.
3. уметь определять принадлежность биологических объектов к определённой систематической группе (классификации); анализировать

### **Организм человека и его здоровье (3 часа)**

**Тематика задач** (элементы содержания)

1. организм человека.
2. особенности организма человека, его строения, жизнедеятельности, высшей нервной деятельности
3. гигиена человека.

**Умения-**

1. уметь объяснять причины наследственных и ненаследственных изменений, наследственных заболеваний, генных и хромосомных мутаций;
2. уметь объяснять особенности организма человека, его строения, жизнедеятельности, высшей нервной деятельности

### **Эволюция живой природы (3 часа)**

**Тематика задач** (элементы содержания)



1. основные положения биологических законов, теорий, закономерностей, правил, гипотез об эволюции
2. стабилизирующий, движущий, дизруптивный отбор;
3. географическое и экологическое видообразование,
4. влияние элементарных факторов эволюции на генофонд популяции,
5. формирование приспособленности к среде
6. роль биологических теорий, законов, принципов, гипотез в формировании современной естественно-научной картины мира

#### **Умения-**

1. уметь устанавливать взаимосвязи движущих сил и направлений эволюции,
2. выявлять, сравнивать и делать выводы на основе сравнения,
3. уметь объяснять роль биологических теорий, законов, принципов, гипотез в формировании современной естественно-научной картины мира

#### **Экосистемы и присущие им закономерности (3 часа)**

##### **Тематика задач (элементы содержания)**

1. взаимосвязь организмов, человека и окружающей среды;
2. причины устойчивости, саморегуляции, саморазвития и смены экосистем;
3. необходимость сохранения многообразия видов, защиты окружающей,
4. экосистемы и присущие им закономерности.
5. биосфера.

#### **Умения-**

1. уметь объяснять взаимосвязи организмов, человека и окружающей среды;
2. причины устойчивости, саморегуляции, саморазвития и смены экосистем;
3. необходимость сохранения многообразия видов, защиты окружающей,
4. уметь распознавать и описывать, сравнивать, делать выводы, анализировать антропогенные изменения в экосистемах

#### **Решение задач на применение знаний в новой ситуации по цитологии, молекулярной биологии, генетике (6 часов)**

Актуализация теоретических знаний по генетике: о закономерностях наследственности, их цитологических основах, закономерностях наследования, установленных Г. Менделем, их цитологических основах (моно- и дигибридное скрещивание). Законы Т. Моргана: сцепленное наследование признаков, нарушение сцепления генов. Генетика пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. По молекулярной биологии: генетический код, строение ДНК, РНК, транскрипция, трансляция, редупликация, типы мутаций. По цитологии: диплоидность, гаплоидность, митоз, мейоз, соматические и половые клетки, развитие с чередованием поколений- половое- бесполое, спорофит, гаметофит.

**Уровень заданий-** высокий

**Тип задач** - на обобщение и применение знаний в новой ситуации. *(линия 27,28)*

### **Молекулярная биология (2 часа)**

**Тематика задач** (элементы содержания):

1. Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК по заданной цепочке в молекуле ДНК.
2. Восстановление нуклеотидной последовательности в молекуле ДНК по одной из цепей полипептида.
3. Определение аминокислотной последовательности в молекуле белка по заданному участку гена.
4. Расчет процентного содержания и видового состава пуринов и пиримидинов в молекулах ДНК и РНК.
5. Определение длины цепи молекул ДНК, РНК.
6. Расчет количества и молекулярной массы ДНК, РНК.

### **Генетика (2 часа)**

**Тематика задач**(элементы содержания)::

1. Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя.
2. Дигибридное и полигибридное скрещивание. Второй и третий законы Менделя.
3. наследование признаков, сцепленных с полом
4. Анализирующее и возвратное скрещивание.
5. Неполное (промежуточное) наследование
6. определение расстояния между генами;
7. определение вероятности фенотипов потомства, если гены локализованы в одной хромосоме;
8. определение вероятности фенотипов потомства, если гены локализованы в одной хромосоме, но кроссинговер при этом не происходит.
9. На применение закона Харди-Вайнберга

### **Цитология (2 часа)**

**Тематика задач** (элементы содержания):

1. на определение количества хромосом в диплоидном и гаплоидном организме
2. установление спорофитного (бесполого) и гаметофитного (полового) этапа в чередовании поколений
3. количества хромосом и молекул ДНК при гаметогенезе в разных зонах деления.

### **Умения-**

1. решать задачи разной сложности по цитологии, молекулярной биологии, генетике, экологии, эволюции,
2. производить расчёты,

3. составлять схемы скрещивания,
4. применять символику и условные обозначения, принятые в генетике.

**Повторение и обобщение основных принципов и подходов  
к решению биологических задач (4 часа)**

Выполнение тестовой работы в формате технологии пробного ЕГЭ по биологии.

**Тематическое планирование**

№п/п	Тема урока	Количество часов	Вид контроля
1	Решение заданий на применение знаний и умений в практической деятельности. Практико-ориентированные задания (линия22 открытой части)	4	Зачёт
2	Решение заданий на применение знаний и умений в работе с биологическими объектами. Задания с рисунком, схемой, графиком, таблицей (линия23 открытой части)	4	Зачёт
3	Решение заданий на применение знаний и умений в работе с текстом биологического содержания. Задания на анализ биологической информации (линия24 открытой части)	4	зачёт
4	Решение заданий на применение знаний и умений по обобщению конкретного биологического содержания в новой ситуации (линии25,26 открытой части)	12	зачёт
5	Решение задач на применение знаний в новой	6	зачёт

	ситуации по цитологии, молекулярной биологии, генетике (линии 27,28 открытой части)		
6	Повторение и обобщение основных принципов и подходов к решению биологических задач ( в формате пробного ЕГЭ)	4	Итоговый зачёт
	Всего часов	34	

#### Учебно-методическое обеспечение

1. И.В.Болгова. Сборник задач по общей биологии для поступающих в вузы с решениями. М, Мир и Образование, 2006
2. К.В.Ватти, М.М.Тихомирова. Руководство к практическим занятиям по генетике. М., «Просвещение», 1979.
3. В.М.Глазер и др. Задачи по современной генетике. М., 2005
4. В.Б.Захаров, С.Г.Мамонтов, Н.И. Сонин, Е.Т. Захарова, Биология. Общая биология, учебник, углублённый уровень, 10 класс, М., Дрофа, 2017.
5. В.Ю.Крестьянинов, Г.Б. Вайнер. Сборник задач по генетике с решениями., Саратов, Издательство «Лицей», 2007,- 128с.
6. Н.В.Чебышев и др. Биология. Новейший справочник. М., 2007
7. Общая биология, учебник для 10-11 классов с углубленным изучением биологии в школе под ред. В.К. Шумного, Г.М. Дымшица и А.О.Рувинского, М., «Просвещение», 2017, в 2-х томах.
8. Калинова Г.С., Мазяркина Т.В. Биология. Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ. Издательство «Экзамен», М., 2017.- 168с.
9. Кириленко А.А., Колесников С.И. Биология. ЕГЭ-2017. Тематический тренинг. Все типы заданий: учебно-методическое пособие/- Ростов н/Д: Легион, 2016,- 336с.
10. Петросова Р.А. и другие Я сдам ЕГЭ. Биология. Типовые задания: учебное пособие для общеобразовательных организаций в двух частях. Издательство «Просвещение», 2018,-158с.

## Электронные образовательные ресурсы.

<http://www.fipi.ru> – Федеральный институт педагогических измерений.

<http://ege.edu.ru> – Информационный портал ЕГЭ.

### Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

#### Наглядные пособия по общей биологии

1. Модель структуры ДНК.
2. Модель вируса СПИДА.
3. Портреты биологов.
4. Гербарий «Основы общей биологии» с электронным приложением
5. Коллекция палеонтологическая
6. Коллекция «Примеры защитных приспособлений у насекомых»
7. Коллекция «Приспособительные изменения в конечностях насекомых»
8. Коллекция «Форма сохранности ископаемых растений и животных»
9. Набор палеонтологических находок «Происхождение человека»
10. Модель «Структура листа»
11. Комплект микропрепаратов «Общая биология»
12. Модель-аппликация «Агроценоз»
13. Модель –аппликация «Биосинтез белка»
14. Модель-аппликация «Биосфера и человек»
15. Модель-аппликация «Гаметогенез у человека и млекопитающих»
16. Набор «Дикая форма и культурные сорта томата»
17. Набор муляжей «Дикая форма и культурные сорта яблони»

18. Модель-аппликация «Генеалогический метод антропогенетики»
19. Модель-аппликация «Генетика групп крови»
20. Модель-аппликация «Деление клетки. Митоз. Мейоз»
21. Модель-аппликация «Дигибридное скрещивание и его цитологические основы»
22. Модель-аппликация «Моногибридное скрещивание и его цитологические основы»
23. Модель-аппликация «Классификация животных и растений»
24. Модель-аппликация «Наследование резус-фактора»
25. Модель-аппликация «Перекрёст хромосом»
26. Модель-аппликация «Рамножение мха»
27. Модель-аппликация «размножение сосны»
28. Модель-аппликация «строение клетки» двухслойная
29. Модель «Конечность лошади»
30. Модель «Конечность овцы»
31. Комплект таблиц «Биология 10-11 классы. Эволюционное учение»
32. Комплект таблиц «Введение в экологию»
33. Комплект таблиц «Химия клетки»
34. ПМК Интерактивные творческие задания, Биология 7-9
35. Комплект мультимедийных средств обучения по курсу биология
36. Интерактивное учебное пособие «Наглядная биология. Растения. Грибы. Бактерии
37. Интерактивное учебное пособие «Наглядная биология. Эволюционное учение»
38. Интерактивное учебное пособие «Наглядная биология. Введение в экологию»
39. Интерактивное учебное пособие «Наглядная биология. Химия клетки. Вещества. Клетки и ткани.

Подборка задач по темам и разделам курса для 10 класса

**Введение**

В современной генетике можно ставить и решать задачи как в физике и химии. Рассмотрим решение генетических задач на конкретном примере.

Пример

*Кареглазая женщина-правша вышла замуж за кареглазого мужчину-правшу. У них родился голубоглазый ребёнок-левша. Какие дети могут появиться у них в дальнейшем?( если ген А отвечает за количество красящего пигмента в радужной оболочке глаза, ген В - за активное владение правой рукой)*

Определим понятия, которые станут для нас базовыми при решении задачи: ген, фен, аллель, доминантный, рецессивный, генотип, фенотип. Вспомним условные обозначения, используемых при решении задач:

- женский пол
- мужской пол

P - родители

F - дети

F1 - первое поколение потомков

F2 - второе поколение потомков

Составим схему решения задачи:

P:	AaBb	X	AaBb
	кареглазая правша		кареглазая правша
Гаметы	AB		AB
	Ab		Ab
	aB		aB
	ab		ab
	яйцеклетки		сперматозоиды
F1	aabb		
	голубоглазый левша		

Рассмотрим все возможные гибриды, возникающие при скрещивании гамет с помощью решётки, предложенной Р.К. Пеннетом

Расчеты с помощью решётки Пеннета довольно просты. С увеличением числа признаков и их размерностей такой метод становится трудоёмким. Прибегают к методам комбинаторики и простейшим формулам из теории вероятностей. Для чего важно определить какие события следует считать **независимыми**, а какие **равновероятными**. Появление разных фенотипов и генотипов – равновероятные несовместимые независимые события, а появление разного сочетания признаков (аллелей) – совместные независимые события.

В дальнейшем нам потребуются две простейшие теоремы теории вероятностей.

**Теорема сложения вероятностей** *Вероятность наступления двух несовместных независимых событий (A и B) равна сумме вероятностей наступления каждого из этих событий в отдельности.*

$$P(A + B) = P(A) + P(B)$$

**Теорема умножения вероятностей** *Вероятность наступления двух совместных или следующих друг за другом независимых событий (A и B) равна произведению вероятностей наступления каждого из этих событий в отдельности.*

$$P(A \times B) = P(A) \times P(B)$$

Сорта гамет образуются в равных количествах, т.е. по  $\frac{1}{4}$  каждого из четырёх сортов яйцеклеток и сперматозоидов.

Вероятность появления, например, сочетания гамет АВ и ав составляет

$$P(AB \times ab) = P(AB) \times P(ab) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

Вероятность появления в семье кареглазых левшей:  $P(AaBb + AaBb + AaBb) = P(AaBb) + P(AaBb) + P(AaBb) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

Вопросы:

1. какова вероятность рождения в семье голубоглазых правшей?
2. какова вероятность рождения в семье кареглазых правшей?
3. какова вероятность рождения в семье голубоглазых левшей?

Повторить определения: ген, аллель, альтернативный, доминантный, рецессивный, гомозигота, гетерозигота, генотип, фенотип, гибрид, единообразие первого поколения. Закон чистоты гамет, 1, 2, 3 законы Менделя.

### *Задачи по молекулярной биологии*

#### Задачи по теме «Белки»

*Необходимые пояснения:*

- средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка принимается за 120
- вычисление молекулярной массы белков:



а

$$M_{\min} = \frac{a}{b} \cdot 100\%$$

в

где  $M_{\min}$  - минимальная молекулярная масса белка,  
а – атомная или молекулярная масса компонента,  
в - процентное содержание компонента

**Задача №1.**

Гемоглобин крови человека содержит 0,34% железа. Вычислите минимальную молекулярную массу гемоглобина.

*Решение:*

$$M_{\min} = 56 : 0,34\% \cdot 100\% = 16471$$

**Задача №2.**

Альбумин сыворотки крови человека имеет молекулярную массу 68400. Определите количество аминокислотных остатков в молекуле этого белка.

*Решение:*

$$68400 : 120 = 570 \text{ (аминокислот в молекуле альбумина)}$$

**Задача №3.**

Белок содержит 0,5% глицина. Чему равна минимальная молекулярная масса этого белка, если аминокислотных остатков в этом белке?

$M_{\text{глицина}} = 75,1$ ? Сколько

*Решение:*

$$1) M_{\min} = 75,1 : 0,5\% \cdot 100\% = 15020$$

$$2) 15020 : 120 = 125 \text{ (аминокислот в этом белке)}$$

Задачи по теме «Нуклеиновые кислоты»

*Необходимые пояснения:*

- относительная молекулярная масса одного нуклеотида принимается за 345
- расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК (=длина одного нуклеотида)- 0,34 нм
- Правила Чаргаффа:
  1.  $\sum(A) = \sum(T)$
  2.  $\sum(G) = \sum(C)$
  3.  $\sum(A+G) = \sum(T+C)$

**Задача №4.**

На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т. Определите процентное содержание всех нуклеотидов в этом гене и его длину.

*Решение:*

1) достраиваем вторую нить (по принципу комплементарности)

2)  $\sum(A + T + C + G) = 24,$

из них  $\sum(A) = 8 = \sum(T)$

$24 - 100\%$

$8 - x\%$   
отсюда:  $x = 33,4\%$

$\sum(G) = 4 = \sum(C)$

$$24 - 100\%$$

$$4 - x\% \\ \text{отсюда: } x = 16,6\%$$

3) молекула ДНК двуцепочечная, поэтому длина гена равна длине одной цепи:

$$12 \cdot 0,34 = 4,08 \text{ нм}$$

**Задача №5.**

В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.

*Решение:*

1) Ц – 18% => Г – 18%

2) На долю А+Т приходится  $100\% - (18\% + 18\%) = 64\%$ , т.е. по 32%

**Задача №6.**

В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего числа нуклеотидов в этой ДНК. Определите: а) сколько других нуклеотидов в этой ДНК? б) какова длина этого фрагмента?

*Решение:*

1)  $\sum(\Gamma) = \sum(\Psi) = 880$  (это 22%)

На долю других нуклеотидов приходится  $100\% - (22\% + 22\%) = 56\%$ , т.е. по 28%

Для вычисления количества этих нуклеотидов

составляем пропорцию 22% - 880

28% - x

отсюда:  $x = 1120$

2) для определения длины ДНК нужно узнать, сколько всего нуклеотидов содержится в 1 цепи:

$$(880 + 880 + 1120 + 1120) : 2 = 2000$$

$$2000 \cdot 0,34 = 680 \text{ (нм)}$$

### **Задача №7.**

Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 69000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Найдите количество всех нуклеотидов в этой ДНК. Определите длину этого фрагмента.

*Решение:*

1)  $69000 : 345 = 200$  (нуклеотидов в ДНК)

$8625 : 345 = 25$  (адениловых нуклеотидов в этой ДНК)

$\sum(\Gamma+\Pi) = 200 - (25+25) = 150$ , т.е. их по 75.

2) 200 нуклеотидов в двух цепях => в одной – 100.

$100 \cdot 0,34 = 34$  (нм)

### Задачи по теме «Код ДНК»

### **Задача №8.**

Что тяжелее: белок или его ген?

*Решение:*

Пусть  $x$  – количество аминокислот в белке,  
тогда масса этого белка –  $120x$ ,  
количество нуклеотидов в гене, кодирующем этот  
белок –  $3x$   
масса этого гена –  $345 \cdot 3x$

$$120x < 345 \cdot 3x$$

*Ответ:* ген тяжелее белка.

### **Задача №9.**

Последовательность нуклеотидов в начале гена, хранящего информацию о белке инсулине, начинается так: АААЦАЦТГЦТТГТАГАЦ.

Напишите последовательности аминокислот, которой начинается цепь инсулина

*Решение:*

Генетический код

<i>Первое основа-ние</i>	<i>Второе основание</i>				<i>Третье основа-ние</i>
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	<b>Фен</b> <b>Фен</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b>	<b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Сер</b>	<b>Тир</b> <b>Тир</b> <b>-</b> <b>-</b>	<b>Цис</b> <b>Цис</b> <b>-</b> <b>Три</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	<b>Лей</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b>	<b>Про</b> <b>Про</b> <b>Про</b> <b>Про</b>	<b>Гис</b> <b>Гис</b> <b>Гли</b> <b>Гли</b>	<b>Арг</b> <b>Арг</b> <b>Арг</b> <b>Арг</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	<b>Иле</b> <b>Иле</b> <b>Иле</b> <b>Мет</b>	<b>Тре</b> <b>Тре</b> <b>Тре</b> <b>Тре</b>	<b>Асн</b> <b>Асн</b> <b>Лиз</b> <b>Лиз</b>	<b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Арг</b> <b>Арг</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	<b>Вал</b> <b>Вал</b> <b>Вал</b> <b>Вал</b>	<b>Ала</b> <b>Ала</b> <b>Ала</b> <b>Ала</b>	<b>Асп</b> <b>Асп</b> <b>Глу</b> <b>Глу</b>	<b>Гли</b> <b>Гли</b> <b>Гли</b> <b>Гли</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

***Двадцать аминокислот, входящих в состав белков***

Сокращ. назв.	Аминокислота	Сокращ. назв.	Аминокислота
<b>Ала</b>	Аланин	<b>Лей</b>	Лейцин

<b>Арг</b>	Аргинин	<b>Лиз</b>	Лизин
<b>Асп</b>	Аспарагин	<b>Мет</b>	Метионин
<b>Асп</b>	Аспарагиновая к.	<b>Про</b>	Пролин
<b>Вал</b>	Валин	<b>Сер</b>	Серин
<b>Гис</b>	Гистидин	<b>Тир</b>	Тирозин
<b>Гли</b>	Глицин	<b>Тре</b>	Треонин
<b>Глн</b>	Глутамин	<b>Три</b>	Триптофан
<b>Глу</b>	Глутаминовая к.	<b>Фен</b>	Фенилаланин
<b>Иле</b>	Изолейцин	<b>Цис</b>	Цистеин

*Ответ:*

фенилаланин – валин – аспарагиновая кислота – глутаминовая кислота – гистидин – лейцин.

**Задача №10.**

Вирусом табачной мозаики (РНК - овый вирус) синтезируется участок белка с аминокислотной последовательностью:

Ала – Тре – Сер – Глу – Мет-

Под действием азотистой кислоты (мутагенный фактор) цитозин в результате дезаминирования превращается в урацил. Какое строение будет иметь участок белка вируса табачной мозаики, если все цитидиловые нуклеотиды подвергнутся указанному химическому превращению?

*Решение:*

Ала – Тре – Сер – Глу – Мет

ГЦУ – АЦГ – АГУ – ГАГ - АУГ

ГУУ – АУГ – АГУ – ГАГ - АУГ

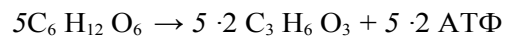
Вал – Мет – Сер – Глу – Мет

Задачи по теме «Энергетический обмен»

**Задача №11.**

В процессе энергетического обмена произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному подверглось только 2. Определите:

- а) сколько моль молочной кислоты и  $\text{CO}_2$  при этом образовалось?  
 б) сколько АТФ при этом синтезировано?  
 в) сколько энергии запасено в этих молекулах АТФ?



*Решение:*

*Ответ:* а) 10 моль  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  и 12 моль  $\text{CO}_2$

б)  $10 + 76 = 86$  (моль АТФ)

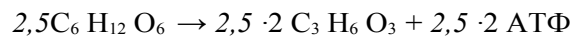
в)  $86 \cdot 40 = 3440$  (кДж энергии)

г) 12 моль  $\text{O}_2$

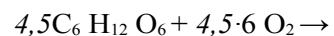
**Задача №12.**

В результате энергетического обмена в клетке образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль углекислого газа. Определите:

- а) сколько всего моль глюкозы израсходовано?  
 б) сколько из них подверглось полному расщеплению, а сколько гликолизу?  
 в) сколько энергии запасено?  
 г) Сколько моль кислорода пошло на окисление?



*Решение:*



*Ответ:* а) 17 моль  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

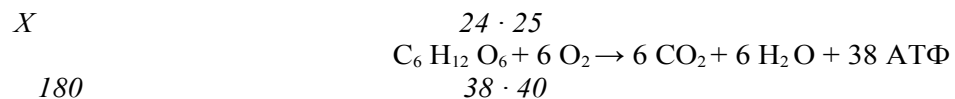
- б) 4,5 моль – полному расщеплению, 2,5 - гликолизу  
 в)  $(2,5 \cdot 2 + 4,5 \cdot 38) \cdot 40 = 7040$  (кДж)  
 г) 27 моль  $O_2$

**Задача №13.**

Мышцы ног при беге со средней скоростью расходуют за 1 минуту 24 кДж энергии. Определите:

- а) сколько всего граммов глюкозы израсходуют мышцы ног за 25 минут бега, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве?  
 б) накопится ли в мышцах молочная кислота?

*Решение:*



$$X = 600 \cdot 180 : 1520 = 71 \text{ (г)}$$

*Ответ:* а) 71 г

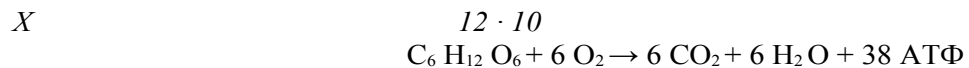
б) нет, т.к.  $O_2$  достаточно

**Задача №14.**

Мышцы рук при выполнении вольных упражнений расходуют за 1 минуту 12 кДж энергии. Определите: а) сколько всего граммов глюкозы израсходуют мышцы ног за 10 минут, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве?

б) накопится ли в мышцах молочная кислота?

*Решение:*





180

38 · 40

$$X = 120 \cdot 180 : 1520 = 14,2(\text{г})$$

Ответ: а) 14,2 г

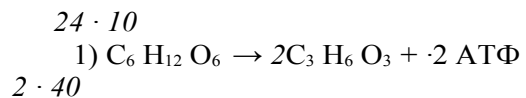
б) нет, т.к. O<sub>2</sub> достаточно

**Задача №15.**

Бегун расходует за 1 минуту 24 кДж энергии. Сколько глюкозы потребуется для бега с такой затратой, если 50 минут в его организме идет полное окисление глюкозы, а 10 минут – гликолиз?

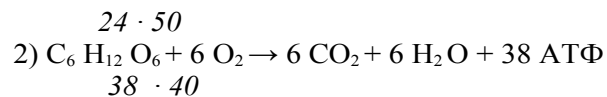
*Решение:*

X  
180



$$X = 240 \cdot 180 : 80 = 540 (\text{г})$$

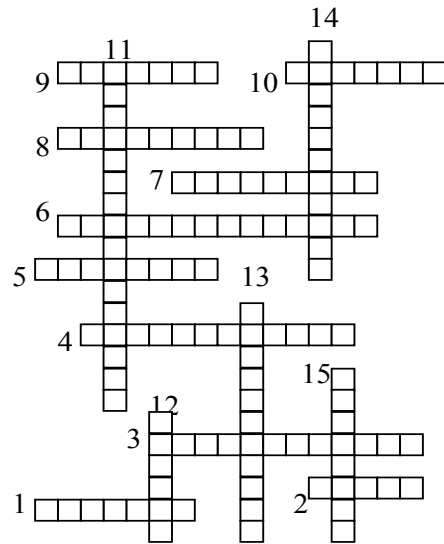
Y  
180



$$Y = 25 \cdot 50 \cdot 180 : 1520 = 142 (\text{г})$$

$$2) 540 + 142 = 682 (\text{г})$$

**Задачи по генетике**  
**Кроссворд «Генетические термины»**



1. Совокупность внешних и внутренних признаков организма
2. место расположения гена в хромосоме
3. общее свойство всех организмов приобретать новые признаки в пределах вида
4. особь, в генотипе которой находятся одинаковые аллели одного гена
5. наука о наследственности и изменчивости

6. особь, в генотипе которой находятся разные аллели одного гена
7. объекты, с которыми проводил свои опыты Т. Морган
8. гены, обеспечивающие развитие альтернативных признаков
9. совокупность генов, полученная организмом от родителей
10. основоположник генетики
11. общее свойство всех организмов передавать свои признаки потомкам
12. одна особь гибридного поколения
13. признак, подавляющий другие
14. подавляемый признак
15. хромосомы, по которым у самцов и самок нет различий.

*Ответы:*

1 - генотип, 2 - локус, 3 - изменчивость, 4 - гомозиготная,  
5 – генетика, 6 – гетерозиготная, 7 – дрозофилы,  
8 – аллельные, 9 – генотип, 10 – Мендель,  
11 – наследственность, 12 – гибрид, 13 – доминантный, 14 – рецессивный, 15 – аутосомы

*Тестовый контроль № 1  
(решение задач на моногибридное скрещивание)*

**Вариант 1.**

У гороха высокий рост доминирует над низким. Гомозиготное растение высокого роста опылили пыльцой гороха низкого роста. Получили 20 растений. Гибридов первого поколения самоопылили и получили 96 растений второго поколения.

1. Сколько различных типов гамет могут образовать гибриды первого поколения? А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
2. Сколько разных генотипов может образоваться во втором поколении?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько доминантных гомозиготных растений выросло во втором поколении? А) 24  
Б) 48  
В) 72  
Г) 96
4. Сколько во втором поколении гетерозиготных растений?  
А) 24  
Б) 48  
В) 72  
Г) 96
5. Сколько растений во втором поколении будут высокого роста?  
А) 24  
Б) 48  
В) 72  
Г) 96

### Вариант 2.

У овса раннеспелость доминирует над позднеспелостью. Гетерозиготное раннеспелое растение скрестили с позднеспелым. Получили 28 растений.

1. Сколько различных типов гамет образуется у раннеспелого родительского растения? А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
2. Сколько различных типов гамет образуется у позднеспелого родительского растения? А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько гетерозиготных растений будет среди гибридов?  
А) 28  
Б) 21  
В) 14  
Г) 7
4. Сколько среди гибридов будет раннеспелых растений?  
А) 28  
Б) 21  
В) 14  
Г) 7
5. Сколько разных генотипов будет у гибридов?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4

### Вариант 3.

У гороха гладкие семена – доминантный признак, морщинистые – рецессивный. При скрещивании двух гомозиготных растений с гладкими и морщинистыми семенами получено 8 растений. Все они самоопылились и во втором поколении дали 824 семени.

1. Сколько растений первого поколения будут гетерозиготными?

- А) 2
- Б) 4
- В) 6
- Г) 8

2. Сколько разных фенотипов будет в первом поколении?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

3. Сколько различных типов гамет могут образовать гибриды первого поколения?

- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

А) 1

4. Сколько семян во втором поколении будут гетерозиготными?

- А) 206
- Б) 412
- В) 618
- Г) 824

5. Сколько во втором поколении будет морщинистых семян?

- А) 206
- Б) 412
- В) 618
- Г) 824

#### Вариант 4.

У моркови оранжевая окраска корнеплода доминирует над жёлтой. Гомозиготное растение с оранжевым корнеплодом скрестили с растением, имеющим жёлтый корнеплод. В первом поколении получили 15 растений. Их самоопылили и во втором поколении получили 120 растений.

1. Сколько различных типов гамет может образовывать родительское растение с оранжевым корнеплодом?

- А) 1

- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

2. Сколько растений с жёлтым корнеплодом вырастет во втором поколении?

А) 120

- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

3. Сколько во втором поколении будет гетерозиготных растений?

- А) 120
- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

4. Сколько доминантных гомозиготных растений будет во втором поколении?

А) 120

- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

5. Сколько растений из второго поколения будет с оранжевым корнеплодом?

А) 120

- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

*ОТВЕТЫ:*

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
<b>1. б</b>	<b>1. б</b>	<b>1. г</b>	<b>1. а</b>
<b>2. в</b>	<b>2. а</b>	<b>2. а</b>	<b>2. г</b>
<b>3. а</b>	<b>3. в</b>	<b>3. б</b>	<b>3. в</b>
<b>4. б</b>	<b>4. в</b>	<b>4. б</b>	<b>4. г</b>
<b>5. в</b>	<b>5. б</b>	<b>5. а</b>	<b>5. б</b>

*Тестовый контроль № 2*  
**( решение задач на дигибридное скрещивание)**

**Вариант 1.**

У гороха высокий рост доминирует над карликовым, гладкая форма семян – над морщинистой. Гомозиготное высокое растение с морщинистыми семенами скрестили с гетерозиготным растением, имеющим гладкие семена и карликовый рост. Получили 640 растений.

1. Сколько будет среди гибридов высоких растений с гладкими семенами?  
А) нет  
Б) 160  
В) 640  
Г) 320
2. Сколько разных типов гамет может образовать родительское растение с гладкими семенами и карликовым ростом?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько среди гибридов будет низкорослых растений с гладкими семенами?  
А) 320  
Б) 640  
В) 160  
Г) нет
4. Сколько разных генотипов будет у гибридов?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
5. Сколько гибридных растений будет высокого роста?  
А) 160  
Б) нет



Г) 320

В) 640

**Вариант 2.**

У кур оперённые ноги доминируют над неоперёнными, а гороховидный гребень – над простым. Скрестили дигетерозиготных кур и гомозиготных петухов с простыми гребнями и оперёнными ногами. Получили 192 цыплёнка.

1. Сколько типов гамет образует курица?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

2. Сколько разных генотипов будет у цыплят?

- А) 1
- Б) 2
- В) 4
- Г) 16

3. Сколько цыплят будут с оперёнными ногами?

- А) 192
- Б) 144
- В) 96
- Г) 48

4. Сколько цыплят будет с оперёнными ногами и простыми гребнями? А) 192

- Б) 144
- В) 96
- Г) 48

5. Сколько разных фенотипов будет у гибридов?

- А) 1
- Б) 2

Г) 4

В) 3

**Вариант 3.**

У кур укороченные ноги доминируют над нормальными, а гребень розовидной формы – над простым. В результате скрещивания гетерозиготной по этим признакам курицы и петуха с нормальными ногами и простым гребнем получено 80 цыплят.

1. Сколько разных типов гамет может образовать курица?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

2. Сколько разных типов гамет может образоваться у петуха?

А) 1

- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

3. Сколько различных генотипов будет у гибридов?

- А) 4
- Б) 8
- В) 12
- Г) 16

4. Сколько цыплят будет с нормальными ногами и простым гребнем?

А) 80

- Б) 60
- В) 40
- Г) 20

5. Сколько цыплят будет с розовидными гребнями?

- А) 80
- Б) 60

- В) 40
- Г) 20

**Вариант 4.**

У коров комолость (безрогость) доминирует над рогатостью, а чёрная масть – над рыжей. Чистопородного комолого быка чёрной масти скрестили с дигетерозиготными коровами. Получили 64 телёнка.

1. Сколько разных типов гамет образует бык?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

1. Сколько разных типов гамет образует корова?

- А) 1
- Б) 2

- В) 3
- Г) 4

2. Сколько различных фенотипов образуется при этом скрещивании?

- А) 1

- Б) 4
- В) 8
- Г) 16

3. Сколько различных генотипов будет у телят?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

4. Сколько будет комолых чёрных дигетерозиготных телят?

- А) 64

- Б) 48
- В) 32
- Г) 16

5. Сколько будет комолых чёрных дигетерозиготных телят?

- А) 64
- Б) 48
- В) 32
- Г) 16

*ОТВЕТЫ:*

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1. г	1. г	1. г	1. а
2. б	2. в	2. а	2. г
3. г	3. а	3. а	3. а
4. б	4. в	4. г	4. г
5. в	5. б	5. в	5. г

*Задачи на моногибридное скрещивание.*

**Задача 1.**

Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если платиновость доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

*Ответ:* наиболее выгодно скрещивать серебристых и платиновых гетерозиготных лисиц.

**Задача 2.**

При скрещивании двух белых тыкв в первом поколении  $\frac{3}{4}$  растений были белыми, а  $\frac{1}{4}$  - желтыми. Каковы генотипы родителей, если белая окраска доминирует над желтой?

*Ответ:* родительские растения гетерозиготны.

*Задачи на дигибридное скрещивание.*

**Задача 3.**

Если женщина с веснушками (доминантный признак) и волнистыми волосами (доминантный признак), у отца которой были прямые волосы и не было веснушек, выйдет замуж за мужчину с веснушками и прямыми волосами (оба его родителя с такими же признаками), то какими могут быть у них дети?

*Ответ:* все дети в этой семье будут с веснушками, а вероятность рождения их с прямыми и волнистыми волосами – по 50%

**Задача 4.**

Каковы генотипы родительских растений, если при скрещивании красных томатов (доминантный признак) грушевидной формы (рецессивный признак) с желтыми шаровидными получилось: 25% красных шаровидных, 25% красных грушевидных, 25% желтых шаровидных, 25% желтых грушевидных?

*Ответ:* генотипы родительских растений AaBb и aaBb.

*Задачи на неполное доминирование.*

**Задача 5.**

При скрещивании между собой чистопородных белых кур потомство оказывается белым, а при скрещивании черных кур – черным. Потомство от белой и черной особи оказывается пестрым. Какое оперение будет у потомков белого петуха и пестрой курицы?

*Ответ:* половина цыплят будет белых, а половина пестрых

**Задача 6.**

Растения красноплодной земляники при скрещивании между собой всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники – с белыми. В результате скрещивания этих сортов друг с другом получаются розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании между собой гибридов с розовыми ягодами?

*Ответ:* половина потомков будет с розовыми ягодами и по 25% с белыми и красными.

*Задачи на наследование групп крови.*

**Задача 7.**

Какие группы крови могут быть у детей, если у обоих родителей 4 группа крови?

*Ответ:* вероятность рождения детей с 4 группой крови – 50%, со 2 и 3 – по 25%.

**Задача 8.**

Можно ли переливать кровь ребёнку от матери, если у неё группа крови АВ, а у отца – О?

*Ответ:* нельзя.

**Задача 9.**

У мальчика 4 группа крови, а у его сестры – 1. Каковы группы крови их родителей?

*Ответ:* 2 и 3.

**Задача 10.**

В родильном доме перепутали двух мальчиков (Х и У). У Х – первая группа крови, у У – вторая. Родители одного из них с 1 и 4 группами, а другого – с 1 и 3 группами крови. Кто чей сын?

*Ответ:* у Х родители с 1 и 3 группами, у У – с 1 и 4.

*Задачи на наследование, сцепленное с полом.*

**Задача 11.**

У попугаев сцепленный с полом доминантный ген определяет зелёную окраску оперенья, а рецессивный – коричневую. Зелёного гетерозиготного самца скрещивают с коричневой самкой. Какими будут птенцы?

*Ответ:* половина самцов и самок будут зелеными, половина – коричневыми.

**Задача 12.**

У дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз и рецессивный белой окраски глаз находятся в X - хромосоме. Какой цвет глаз будет у гибридов первого поколения, если скрестить гетерозиготную красноглазую самку и самца с белыми глазами?

*Ответ:* вероятность рождения самцов и самок с разным цветом глаз – по 50%.

**Задача 13.**

У здоровых по отношению к дальтонизму мужа и жены есть

- сын, страдающий дальтонизмом, у которого здоровая дочь,
- здоровая дочь, у которой 2 сына: один дальтоник, а другой – здоров,
- здоровая дочь, у которой пятеро здоровых сыновей

Каковы генотипы этих мужа и жены?

*Ответ:* генотипы родителей  $X^D X^d$ ,  $X^D Y$ .

**Задача 14.**

Кошка черепаховой окраски принесла котят черной, рыжей и черепаховой окрасок. Можно ли определить: черный или рыжий кот был отцом этих котят?

*Ответ:* нельзя.

*Комбинированные задачи*

**Задача 15.**

У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а чалая окраска шерсти формируется как промежуточный признак при скрещивании белых и рыжих животных. Определите вероятность рождения телят, похожими на родителей от скрещивания гетерозиготного комолого чалого быка с белой рогатой коровой.

*Ответ:* вероятность рождения телят, похожими на родителей – по 25%.

**Задача 16.**

От скрещивания двух сортов земляники (один с усами и красными ягодами, другой безусый с белыми ягодами) в первом поколении все растения были с розовыми ягодами и усами. Можно ли вывести безусый сорт с розовыми ягодами, проведя возвратное скрещивание?

*Ответ:* можно, с вероятностью 25% при скрещивании гибридных растений с безусым родительским растением, у которого белые ягоды.

**Задача 17.**

Мужчина с резус-отрицательной кровью 4 группы женился на женщине с резус-положительной кровью 2 группы (у её отца резус-отрицательная кровь 1 группы). В семье 2 ребенка: с резус-отрицательной кровью 3 группы и с резус-положительной кровью 1 группы. Какой ребенок в этой семье приемный, если наличие у человека в эритроцитах антигена резус-фактора обусловлено доминантным геном?

*Ответ:* приемный ребенок с 1 группой крови.

**Задача 18.**

В одной семье у кареглазых родителей родилось 4 детей: двое голубоглазых с 1 и 4 группами крови, двое – кареглазых со 2 и 4 группами крови. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с 1 группой крови.

*Ответ:* генотип кареглазого ребенка с 1 группой крови  $A^* I^0 I^0$ , вероятность рождения такого ребенка  $3/16$ , т.е. 18,75%.

**Задача 19.**

Мужчина с голубыми глазами и нормальным зрением женился на женщине с карими глазами и нормальным зрением (у всех её родственников были карие глаза, а её брат был дальтоником). Какими могут быть дети от этого брака?

*Ответ:* все дети будут кареглазыми, все дочери с нормальным зрением, а вероятность рождения сыновей с дальтонизмом – 50%.

**Задача 20.**



У канареек сцепленный с полом доминантный ген определяет зеленую окраску оперенья, а рецессивный – коричневую. Наличие хохолка зависит от аутосомного доминантного гена, его отсутствие – от аутосомного рецессивного гена. Оба родителя зеленого цвета с хохолками. У них появились 2 птенца: зеленый самец с хохолком и коричневая без хохолка самка. Определите генотипы родителей.

Ответ: Р: ♀  $X^3Y Aa$ ; ♂  $X^3X^K Aa$ .

### Задача 21.

Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой женился на хорошо слышащей женщине с нормальным зрением. У них родился сын глухой и страдающий дальтонизмом и дочь с хорошим слухом и страдающая дальтонизмом. Возможно ли рождение в этой семье дочери с обеими аномалиями, если глухота – аутосомный рецессивный признак?

Ответ: вероятность рождения дочери с обеими аномалиями 12,5%.

### Задачи на взаимодействие генов

### Задача 22.

Форма гребня у кур определяется взаимодействием двух пар неаллельных генов: ореховидный гребень определяется взаимодействием доминантных аллелей этих генов, сочетание одного гена в доминантном, а другого в рецессивном состоянии определяет развитие либо розовидного, либо гороховидного гребня, особи с простым гребнем являются рецессивными по обоим аллелям. Каким будет потомство при скрещивании двух дигетерозигот?

Дано:

$A^*B^*$  - ореховидн.

$A^*bb$  – розовидный

$aaB^*$  - гороховидн.

$aabb$  – простой

Р: ♀  $AaBb$

♂  $AaBb$

Ответ:

9 / 16 – с ореховидными,

3 / 16 – с розовидными,

3 / 16 – с гороховидными,

1 / 16 – с простыми гребнями

### Задача 23.

Коричневая окраска меха у норок обусловлена взаимодействием доминантных аллелей. Гомозиготность по рецессивным аллелям одного или двух этих генов даёт платиновую окраску. Какими будут гибриды от скрещивания двух дигетерозигот?

Дано:  
A\*B\* - коричневая  
A\*vv – платиновая  
aaB\* - платиновая  
aavv – платиновая  
P: ♀ AaBv  
♂ AaBv

Ответ:  
9/16 – коричневых,  
7/16 платиновых норок.

#### Задача 24.

У люцерны наследование окраски цветков – результат комплементарного взаимодействия двух пар неаллельных генов. При скрещивании растений чистых линий с пурпурными и желтыми цветками в первом поколении все растения были с зелёными цветками, во втором поколении произошло расщепление: 890 растений выросло с зелёными цветками, 306 – с жёлтыми, 311 – с пурпурными и 105 с белыми. Определите генотипы родителей.

*Ответ:* AAвв и aaВВ.

#### Задача 25.

У кроликов рецессивный ген отсутствия пигмента подавляет действие доминантного гена наличия пигмента. Другая пара аллельных генов влияет на распределение пигмента, если он есть: доминантный аллель определяет серую окраску (т.к. вызывает неравномерное распределение пигмента по длине волоса: пигмент скапливается у его основания, тогда как кончик волоса оказывается лишённым пигмента), рецессивный – чёрную (т.к. он не оказывает влияния на распределение пигмента). Каким будет потомство от скрещивания двух дигетерозигот?

Дано:  
A\*B\* - серая окраска  
A\*vv – черная  
aaB\* - белая  
aavv – белая

Ответ:  
9/16 серых,  
3/16 черных,  
4/16 белых крольчат.

P: ♀ AaBb  
♂ AaBb

**Задача 26.**

У овса цвет зёрен определяется взаимодействием двух неаллельных генов. Один доминантный обуславливает чёрный цвет зёрен, другой – серый. Ген чёрного цвета подавляет ген серого цвета. Оба рецессивных аллеля дают беду окраску. При скрещивании черnozерного овса в потомстве оказалось расщепление: 12 черnozерных : 3 серозерных : 1 с белыми зёрнами. Определите генотипы родительских растений.

Дано:  
A\*B\* - черная ок.  
A\*bb – черная  
aAB\* - серая  
aabb – белая

P: ♀ черная  
♂ черный  
в F<sub>1</sub> – 12 черн,  
3 сер, 1 бел

Ответ:  
AaBb и AaBb.

**Задача 27.**

Цвет кожи человека определяется взаимодействием генов по типу полимерии: цвет кожи тем темнее, чем больше доминантных генов в генотипе: если 4 доминантных гена – кожа чёрная, если 3 – тёмная, если 2 – смуглая, если 1 – светлая, если все гены в рецессивном состоянии – белая. Негритянка вышла замуж за мужчину с белой кожей. Какими могут быть их внуки, если их дочь выйдет замуж за мулата (AaBb) ?

Дано:  
черная кожа: AABb  
темная кожа: AaBb  
AABb

Ответ:  
вероятность рождения внуков  
с черной кожей – 6,25% ,  
с темной – 25%,

смуглая кожа: AaBb  
AAbb  
aaBB  
светлая кожа: Aabb  
aaBb  
белая кожа: aabb

со смуглой – 37,5%,  
со светлой – 25%,  
с белой – 6,25%.

P: ♀ AaBb  
♂ aabb

### Задача 28.

Наследование яровости у пшеницы контролируется одним или двумя доминантными полимерными генами, а озимость – их рецессивными аллелями. Каким будет потомство при скрещивании двух дигетерозигот?

Дано:  
A\*B\* - яровость  
A\*bb – яровость  
aaB\* - яровость  
aabb – озимость  
P: ♀ AaBb  
♂ AaBb

Ответ:  
15/16 яровых,  
1/16 – озимых.

*Задачи на анализирующее скрещивание*

### Задача 29.

Рыжая окраска у лисы – доминантный признак, чёрно-бурая – рецессивный. Проведено анализирующее скрещивание двух рыжих лисиц. У первой родилось 7 лисят – все рыжей окраски, у второй – 5 лисят: 2 рыжей и 3 чёрно-бурой окраски. Каковы генотипы всех родителей?

Ответ: самец чёрно-бурой окраски, самки гомо – и гетерозиготны.

### Задача 30.

У спаниелей чёрный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть – над длинной. Охотник купил собаку чёрного цвета с короткой шерстью и, чтобы быть уверенным, что она чистопородна, провёл анализирующее скрещивание. Родилось 4 щенка: 2 короткошерстных чёрного цвета,

2 короткошерстных кофейного цвета. Каков генотип купленной охотником собаки?

*Ответ:* купленная охотником собака гетерозиготная по первой аллели.

### *Задачи на кроссинговер*

#### **Задача 31.**

Определите частоту (процентное соотношение) и типы гамет у дигетерозиготной особи, если известно, что гены А и В сцеплены и расстояние между ними 20 Морганид.

*Ответ:* кроссоверные гаметы - Аа и аВ - по 10%,  
некроссоверные – АВ и ав – по 40%

#### **Задача 32.**

У томатов высокий рост доминирует над карликовым, шаровидная форма плодов – над грушевидной. Гены, ответственные за эти признаки, находятся в сцепленном состоянии на расстоянии 5,8 Морганид. Скрестили дигетерозиготное растение и карликовое с грушевидными плодами. Каким будет потомство?

*Ответ:* 47,1% - высокого роста с шаровидными плодами  
47,1% - карликов с грушевидными плодами  
2,9% - высокого роста с грушевидными плодами,  
2,9% - карликов с шаровидными плодами.

#### **Задача 33.**

Дигетерозиготная самка дрозофилы скрещена с рецессивным самцом. В потомстве получено АаВв – 49%, Аавв – 1%, ааВв – 1%, аавв – 49%. Как располагаются гены в хромосоме?

*Ответ:* гены наследуются сцеплено, т.е. находятся в 1 хромосоме. Сцепление неполное, т.к. имеются кроссоверные особи, несущие одновременно признаки отца и матери: 1% + 1% = 2%, а это значит, что расстояние между генами 2 Морганиды.

#### **Задача 34.**

Скрещены две линии мышей: в одной из них животные с извитой шерстью нормальной длины, а в другой – с длинной и прямой. Гибриды первого поколения были с прямой шерстью нормальной длины. В анализирующем скрещивании гибридов первого поколения получено: 11 мышей с нормальной прямой шерстью, 89 – с нормальной извитой, 12 – с длинной извитой, 88 – с длинной прямой. Расположите гены в хромосомах.

Ответ: АВ расстояние между генами 11,5 Морганид  
аВ

**Задача 35** на построение хромосомных карт

Опытами установлено, что процент перекрёста между генами равен:

<p>А) <math>A - B = 1,2\%</math>  <math>B - C = 3,5 \%</math>  <math>A - C = 4,7</math></p>	<p>Б) <math>C - N = 13\%</math>  <math>C - P = 3\%</math>  <math>P - N = 10\%</math>  <math>C - A = 15\%</math>  <math>N - A = 2\%</math></p>
<p>В) <math>P - G = 24\%</math>  <math>R - P = 14\%</math>  <math>R - S = 8\%</math>  <math>S - P = 6\%</math></p>	<p>Г) <math>A - F = 4\%</math>  <math>C - B = 7\%</math>  <math>A - C = 1\%</math>  <math>C - D = 3\%</math>  <math>D - F = 6\%</math>  <math>A - D = 2\%</math>  <math>A - B = 8\%</math></p>

Определите положение генов в хромосоме.

*Необходимые пояснения:* сначала вычерчивают линию, изображающую хромосому. В середину помещают гены с наименьшей частотой рекомбинации, а затем устанавливают местонахождение всех генов, взаимосвязанных между собой в порядке возрастания их частот рекомбинаций

Ответ:

- А) А между В и С
- Б) С Н N А
- Г) DACFB

В) RSP,  
точное положение гена не может быть установлено -  
недостаточно информации

*Задачи по генетике популяций.*

### **Закон Харди – Вайнберга:**

Мы будем рассматривать только так называемые **идеальные** популяции:

- особи диплоидны
- размножаются половым путем
- популяция имеет бесконечно большую численность
- в популяции наблюдается панмиксия (случайное и свободное скрещивание)
- отсутствие естественного отбора.

Рассмотрим в популяции один аутосомный ген, представленный двумя аллелями А и а.

Введем обозначения:

- N – общее число особей популяции
- D – число доминантных гомозигот (AA)
- H – число гетерозигот (Aa)
- R – число рецессивных гомозигот (aa)

Тогда:  **$D(AA) + H(Aa) + R(aa) = N$**

Так как особи диплоидны, то число всех аллелей по рассматриваемому гену будет **2 N**.

Суммарное число аллелей А и а :

$$\begin{aligned} A &= 2 D + H \\ a &= H + 2 R \end{aligned}$$

Обозначим долю (или частоту) аллеля А через p, а аллеля а – через g, тогда:

$$p = \frac{2D + H}{2N} \quad \left| \quad g = \frac{H + 2R}{N}$$

Поскольку ген может быть представлен аллелями А или а и никакими другими, то

$$p + g = 1$$

Состояние **популяционного равновесия** математической формулой описали в 1908 году независимо друг от друга математик Дж. Харди в Англии и врач В. Вайнберг в Германии (закон Харди – Вайнберга):

если p - частота гена А, g - частота гена а,

с помощью решетки Пеннета можно представить в обобщенном виде характер распределения аллелей в популяции:

	p (A)	g (a)
p (A)	p <sup>2</sup> (AA)	pg (Aa)
g (a)	pg (Aa)	g <sup>2</sup> (aa)

Соотношение генотипов в описанной популяции:

$$p^2 (AA) : 2pg (Aa) : g^2 (aa)$$

Закон Харди – Вайнберга в простейшем виде:

$$p^2 (AA) + 2pg Aa + g^2 aa = 1$$

### Задача 36

Популяция содержит 400 особей, из них с генотипом AA – 20, Aa – 120 и aa – 260. Определите частоты генов А и а.



Дано:  
 $N = 400$   
 $D = 20$   
 $H = 120$   
 $R = 260$   


---

 $p = ?$   
 $g = ?$

Решение:

$$p = \frac{2D + H}{2N} = 0,2$$

$$g = \frac{H + 2R}{N} = 0,8$$

Ответ: частота гена  $A = 0,2$ , гена  $a = 0,8$

**Задача 37.**

У крупного рогатого скота породы шортгорн рыжая масть доминирует над белой. Гибриды от скрещивания рыжих и белых - чалой масти. В районе, специализирующемся на разведении шортгорнов, зарегистрировано 4169 рыжих животных, 3780 – чалых и 756 белых. Определите частоту генов рыжей и белой окраски скота в данном районе.

Дано  
 $AA$  – красн.  
 $aa$  – белая  
 $Aa$  - чалая  
 $D = 4169$   
 $H = 3780$   
 $R = 756$   


---

 $p = ?$   
 $g = ?$

Решение

$$p = \frac{2D + H}{2N} = 0,7$$

$$g = \frac{H + 2R}{N} = 0,3$$

Ответ: частота гена красной окраски  $0,7$ , а белой –  $0,3$ .

**Задача 38.**

В выборке, состоящей из 84000 растений ржи, 210 растений оказались альбиносами, т.к. у них рецессивные гены находятся в гомозиготном состоянии. Определите частоты аллелей  $A$  и  $a$ . а также частоту гетерозиготных растений.

Дано  
 $N = 84000$   
 $R = 210$

Решение

$$g^2 = 210 : 8400 = 0,0025$$

$p - ?$   
 $g - ?$   
 $2pg - ?$

$$g = 0,05$$

$$p = 1 - g = 0,95$$

$$2pg = 0,095$$

*Ответ:* частота аллеля  $a - 0,05$ , частота аллеля  $Aa - 0,95$ , частота генотипа  $Aa - 0,095$

**Задача 39.**

Группа особей состоит из 30 гетерозигот. Вычислите частоты генов  $A$  и  $a$ .

Дано  
 $N = H = 30$

Решение

$$p = \frac{2D + H}{2N} = 0,5$$

$p - ?$   
 $g - ?$

$$g = 1 - p = 0,5$$

*Ответ:* частота генов  $A$  и  $a - 0,5$ .

**Задача 40.**

В популяции известны частоты аллелей  $p = 0,8$  и  $g = 0,2$ . Определите частоты генотипов.

Дано  
 $p = 0,8$   
 $0,5$   
 $g = 0,2$

Решение

$$p^2 = 0,64$$

$$g^2 = 0,04$$

$$2pg = 0,32$$

$p^2 - ?$   
 $g^2 - ?$

2 pg - ?

Ответ: частота генотипа AA – 0,64,  
генотипа aa – 0,04

генотипа Aa – 0,32.

#### Задача 41.

Популяция имеет следующий состав 0,05 AA, 0,3 Aa и 0,65 aa. Найдите частоты аллелей A и a.

Дано
$p^2 = 0,05$
$g^2 = 0,3$
$2pg = 0,65$
$p - ?$
$g - ?$

Решение

$$p = 0,2$$
$$g = 0,8$$

Ответ: частота аллеля A – 0,2,

аллеля a – 0,8

#### Задача 42.

В стаде крупного рогатого скота 49% животных рыжей масти (рецессив) и 51% чёрной масти (доминанта). Сколько процентов гомо- и гетерозиготных животных в этом стаде?

Дано
$g^2 = 0,49$
$p^2 + 2pg = 0,51$
$p^2 - ?$
$2pg - ?$

Решение

$$p = 1 - g = 0,3$$
$$p^2 = 0,09$$
$$2pg = 0,42$$

Ответ: гетерозигот 42%,  
гомозигот по рецессиву – 49%  
гомозигот по доминантне – 9%

#### Задача 43.

Вычислите частоты генотипов AA, Aa и aa (в %), если особи aa составляют в популяции 1% ?

<p>Дано</p> $g^2 = 0,01$ $p^2 - ?$ $2pg - ?$
--

Решение

$$g = 0,1$$

$$p = 1 - g = 0,9$$

$$2pg = 0,18$$

$$p^2 = 0,81$$

*Ответ:* в популяции 81% особей с генотипом AA, 18% с генотипом Aa и 1% с генотипом aa.

### Занимательные генетические задачи

#### Задача 44. «Сказка про драконов»

У исследователя было 4 дракона: огнедышащая и неогнедышащая самки, огнедышащий и неогнедышащий самцы. Для определения способности к огнедышанию у этих драконов им были проведены всевозможные скрещивания:

1. Огнедышащие родители – всё потомство огнедышащее.
2. Неогнедышащие родители – всё потомство неогнедышащее.
3. Огнедышащий самец и неогнедышащая самка – в потомстве примерно поровну огнедышащих и неогнедышащих дракончиков.
4. Неогнедышащий самец и огнедышащая самка – всё потомство неогнедышащее.

Считая, что признак определяется аутосомным геном, установите доминантный аллель и запишите генотипы родителей.

*Решение:*

- по скрещиванию №4 определяем: А – неогнедыш., а – огнедыш. => огнедышащие: ♀aa и ♂aa; неогнедышащий самец - ♂ AA
- по скрещиванию №3: неогнедышащая самка - ♀ Aa.

**Задача 45.** «Консультант фирмы «Коктейль»»

Представьте себе, что вы – консультант небольшой фирмы «Коктейль», что в буквальном переводе с английского означает «петушиный хвост». Фирма разводит экзотические породы петухов ради хвостовых перьев, которые охотно закупают владельцы шляпных магазинов во всём мире. Длина перьев определяется геном А (длинные) и а (короткие), цвет: В – чёрные, в – красные, ширина: С – широкие, с – узкие. Гены не сцеплены. На ферме много разных петухов и кур со всеми возможными генотипами, данные о которых занесены в компьютер. В будущем году ожидается повышенный спрос на шляпки с длинными чёрными узкими перьями. Какие скрещивания нужно провести, чтобы получить в потомстве максимальное количество птиц с модными перьями? Скрещивать пары с абсолютно одинаковыми генотипами и фенотипами не стоит.

*Решение:*

F<sub>1</sub>: А\* В\* СС

1. P: ♀ ААВВсс x ♂ ааввсс
2. P: ♀ ААВВсс x ♂ ААввсс
3. P: ♀ ААввсс x ♂ ооВВсс                    и т.д.

**Задача 46.** «Контрабандист»

В маленьком государстве Лисляндии вот уже несколько столетий разводят лис. Меха идёт на экспорт, а деньги от его продажи составляют основу экономики страны. Особенно ценятся серебристые лисы. Они считаются национальным достоянием, и перевозить через границу строжайше запрещено. Хитроумный контрабандист, хорошо учившийся в школе, хочет обмануть таможеню. Он знает азы генетики и предполагает, что серебристая окраска лис определяется двумя рецессивными аллелями гена окраски шерсти. Лисы с хотя бы одним доминантным аллелем – рыжие. Что нужно сделать, чтобы получить серебристых лис на родине контрабандиста, не нарушив законов Лисляндии?

*Решение:*

- провести анализирующее скрещивание и выяснить: какие рыжие лисы гетерозиготны по аллелям окраски, их перевезти через границу
- на родине контрабандиста их скрестить друг с другом и ¼ потомков будет с серебристой окраски.

**Задача 47.** «Расстроится ли свадьба принца Уно?»

Единственный наследный принц Уно собирается вступить в брак с прекрасной принцессой Беатрис. Родители Уно узнали, что в роду Беатрис были случаи гемофилии. Братьев и сестёр у Беатрис нет. У тёти Беатрис растут два сына – здоровые крепыши. Дядя Беатрис целыми днями пропадает на охоте и чувствует себя прекрасно. Второй же дядя умер ещё мальчиком от потери крови, причиной которой стала глубокая царапина. Дяди, тётя и мама Беатрис – дети одних родителей. С какой вероятностью болезнь может передаваться через Беатрис королевскому роду её жениха?

*Ответ:*

построив предполагаемое генеалогическое древо, можно доказать, что ген гемофилии был в одной из х- хромосом бабушки Беатрис; мать Беатрис могла получить его с вероятностью 0,5, сама Беатрис – с вероятностью 0, 25.

**Задача 48.** «Царские династии»

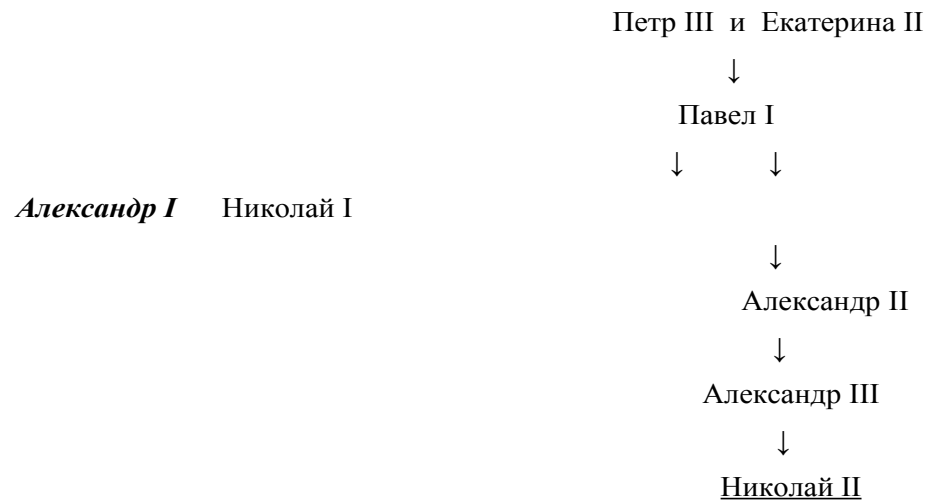
Предположим, что у императора Александра I в У-хромосоме была редкая мутация. Могла ли эта мутация быть у:

- а) Ивана Грозного
- б) Петра I
- в) Екатерины II
- г) Николая II?

*Решение:*

- Ввиду принадлежности к женскому полу, мы сразу вычеркнем Екатерину II.
- Ивана Грозного вычеркнем тоже – он представитель рода Рюриковичей и к династии Романовых не принадлежал.
- Провинциал. немецкий герцог и Анна (дочь Петра I)





*Ответ:* могла у Николая II

**Задача 49.** «Листая роман «Война и мир»

Предположим, что в X – хромосоме у князя Николая Андреевича Болконского была редкая мутация. Такая же мутация была и у Пьера Безухова. С какой вероятностью эта мутация могла быть у:

- а) Наташи Ростовой
- б) у сына Наташи Ростовой
- в) сына Николая Ростова
- г) автора «Войны и мира» ?

*Ответ:*

- Андрей Болконский не получил от отца X-хромосомы. Его жена не была родственницей ни Болконских ни Безуховых. Следовательно, у сына князя Андрея мутации нет.
- Наташа Ростова вышла замуж за Пьера Безухова. Пьер передал свою хромосому своим дочерям, но не сыновьям. Следовательно, дочери Наташи Ростовской получили мутацию, а сыновья – нет.
- Сын Николая Ростова получил свою X – хромосому от матери – дочери старого князя Болконского (из 2 хромосом княжны Марьи мутация была только в одной => она передала X – хромосому своему сыну с вероятностью 50%)
- Лев Николаевич: действие романа заканчивается за несколько лет до рождения Толстого, на страницах романа сам автор не появляется. Но: отцом писателя был отставной офицер граф Николай Ильич Толстой, а мать – урожденная Волконская => прототипами родителей писателя были Николай Ростов и его жена, урожденная Мария Болконская. Их будущий сын Лев получит мутацию с вероятностью 50%.

**Задача 50.** «Спор Бендера и Паниковского»

Два соседа поспорили: как наследуется окраска у волнистых попугайчиков? Бендер считает, что цвет попугайчиков определяется одним геном, имеющим 3 аллеля:  $C^o$  - рецессивен по отношению к двум другим,  $C^r$  и  $C^{ж}$  кодоминантны. Поэтому у попугайчиков с генотипом  $C^o C^o$  – белый цвет,  $C^r C^r$  и  $C^r C^o$  – голубой,  $C^{ж} C^{ж}$  и  $C^{ж} C^o$  – жёлтый цвет и  $C^r C^{ж}$  – зелёный цвет. А Паниковский считает, что окраска формируется под действием двух взаимодействующих генов А и В. Поэтому попугайчики с генотипом  $A^*B^*$  - зелёные,  $A^*bb$  – голубые,  $aabb$  - жёлтые,  $aabb$  – белые.

Они составили 3 родословные:

1. P : 3 x Б      2. P : 3 x 3      3. P : 3 x Б
- F<sub>1</sub> : 3, Б      F<sub>1</sub> : Б      F<sub>1</sub> : Г, Ж, Г, Г, Ж, Ж, Ж, Г, Ж

Какие родословные могли быть составлены Бендером, какие – Паниковским?

*Ответ:* родословные 1 и 2 могли быть составлены Паниковским, а родословная 3 – Бендером



## Подборка задач по темам и разделам курса для 11 класса

**Линия 22**

1. У собаки выработан условный слюноотделительный рефлекс на звонок. Если в дальнейшем условный раздражитель не подкреплять безусловным раздражителем, то условный рефлекс постепенно угаснет. Какой вид торможения рефлекса описан. Какое биологическое значение для животного имеет такое торможение?
2. Почему человек, находясь под водой не может длительно задержать дыхание и выныривая возобновляет дыхание с большей частотой? Ответ поясните.
3. Лекарственный препарат выпускается в виде капель, обладающих местным сосудосуживающим действием, снимающим отёк слизистого мерцательного эпителия. Определите, при каком заболевании назначают этот препарат. Какой эффект он оказывает на слизистый эпителий.
4. Для изучения митохондриальной ДНК учёному необходимо выделить её из животных клеток методом центрифугирования. На чём основан этот метод? После каких структур клетки он может получить митохондриальную фракцию? Ответ поясните.
5. Анализ результатов нарушения сцепления наследования генов, позволяет определить последовательность расположения генов в хромосоме и составить генетические карты. Результаты многочисленных скрещиваний мух дрозофил показали, что частота нарушения сцепления между генами А и В составляет 7%, между А и С – 14%, между С и В – 21%. Перерисуйте представленную схему, отметьте на ней взаимное расположение генов А, В и С. Что учёные называют группой сцепления?

### **Линия 25**

1. В одну каплю воды поместили инфузорий, а другую оставили чистой, капли соединили перемычкой. В каплю с инфузориями поместили кристалл соли. Как изменится поведение инфузорий? Какое свойство живого при этом проявляется? Какой тип регуляции обеспечивает такое поведение инфузорий? Ответ поясните.

2. Какие ткани образуют листовую пластинку у сирени? Объясните, какие функции они выполняют в листе.

3. В Древней Индии человека при проверке на ложь подвергали так называемому Божьему Суду. Ему предлагали проглотить горсть сухого риса. Если проглотить не удалось, виновность считалась доказанной. Невинный человек проглатывал рис. Дайте физиологическое обоснование такому обоснованию в обоих случаях.

### **Линия 26**

1. Гусеница бабочки пяденицы живёт на ветвях деревьев и внешне похожа на сучок. Назовите тип её защитного приспособления, объясните его значение и относительный характер.
2. Какие особенности в строении скелета сформировались у птиц в процессе эволюции в связи с приспособлением к полёту? Приведите не менее 4-х особенностей. Ответ поясните.
3. Появление семенного размножения растений в отличие от спорового сыграло важную роль в эволюции растительного мира. Приведите не менее 4-х доказательств значения этого ароморфоза. Ответ поясните.
4. Приведите характеристики типа Саркожгутиковые, которые свидетельствуют о его процветании. Приведите не менее четырёх характеристик.

### **Линия 27**

1. У зелёной водоросли улотрикса преобладающим поколением является гаметофит. Какой набор хромосом имеют клетки взрослого организма и спорофита? Объясните, чем представлен спорофит, из каких исходных клеток и в результате какого процесса образуется взрослый организм и спорофит.
2. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках кончика корня в метафазе и в конце телофазы митоза. Объясните все полученные результаты. Какой хромосомный набор характерен для клеток чешуи мужской шишки и микроспоры ели? Объясните из каких исходных клеток, и в результате какого деления они образуются.
3. Фрагмент молекулы ДНК имеет следующую нуклеотидную последовательность: ЦАГТГГТЦГЦТАГТТА. Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи и обоснуйте свой ответ. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на Про? Какое свойство генетического кода определяет возможность существования разных фрагментов мутированной молекулы ДНК? Ответ обоснуйте. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.

### **Линия 28.**

1.Скрестили высокие растения томата с округлыми плодами и карликовые растения с грушевидными плодами. Гибриды первого поколения получились высокие с округлыми плодами. В анализирующем скрещивании этих гибридов получено четыре фенотипические группы: 40, 9, 10 и 44. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомства каждой группы в двух скрещиваниях. Объясните формирование четырёх фенотипических групп в потомстве.

2.У дрозофилы гетерогаметным является мужской пол. В первом скрещивании длиннокрылых красноглазых самок и самца с зачаточными крыльями и белыми глазами всё потомство было единообразным по признакам длины крыльев и окраски глаз. Во втором скрещивании самок с зачаточными крыльями, белыми глазами и длиннокрылых красноглазых самцов в потомстве были длиннокрылые самки с красными глазами и длиннокрылые самцы с белыми глазами. Составьте схемы скрещивания, определите генотипы и фенотипы родительских особей, потомства в двух скрещиваниях и пол потомства в первом скрещивании. Объясните фенотипическое расщепление во втором скрещивании.

ОТПРАВИТЕЛЬ МБОУ "Лицей №23" Ново- Савиновского Района Г. Казани	ПОДПИСАНО
ВЛАДЕЛЕЦ СЕРТИФИКАТА Шакирзянова Альбина Заудятовна	
ДОЛЖНОСТЬ Директор	
СЕРТИФИКАТ 00A2F0A5C447B63B2084AC6BA4C79A2 E12	ПОДПИСАН 31.01.2024 14:33:54 МСК
ПОДПИСЬ ВЕРНА	