

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ МАКСИМА ТАНКА»

Факультет естествознания

Кафедра биологии и методики преподавания биологии

(рег. № Уч.м 25-1-312-2025 27.05.2025)  
дата

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой  
биологии и методики  
преподавания биологии

И.И. Жукова  
27.05. 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета  
естествознания

Г.Б. Скриган  
27.05. 2025 г.



ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»

для специальностей:

1-02 04 01 Биология и химия

1-02 04 02 Биология и география

Составитель: А.А. Деревинская, к.б.н., доцент

Рассмотрено и утверждено

на заседании Совета БГПУ 26 июня 2025 г.  
протокол № 10

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 1.1 Краткое содержание лекционного материала

Лекция 1

Лекция 2

Лекция 3

Лекция 4

Лекция 5

### Раздел 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 2.1 Тематика и задания к практическим занятиям

#### 2.2 Тематика и задания к практическим занятиям УСР

### Раздел 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

#### 3.1 Формы и критерии контроля знаний

#### 3.2 Тестовые задания для текущего контроля знаний

#### 3.3 Комплекс задач для подготовки к зачету

### Раздел 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

#### 4.1 Учебная программа учебной дисциплины «Методика решения биологических задач»

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Методика решения биологических задач» разработан в соответствии с требованиями Положения об учебно-методическом комплексе и предназначен для студентов специальностей: 1-02 04 01 Биология и химия и 1-02 04 02 Биология и география. Содержание разделов ЭУМК соответствует образовательным стандартам на уровне общего высшего образования по данным специальностям.

Цель разработки ЭУМК: учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» и организация самостоятельной работы студентов.

ЭУМК по учебной дисциплине «Методика решения биологических задач» включает следующие рекомендованные положением об ЭУМК разделы: теоретический, практический, раздел контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел включает краткий конспект лекций, содержание которых позволяет освоить теоретические основы учебной дисциплины в полном объеме, установленном учебным планом по специальности. Практический раздел ЭУМК содержит тематику и материалы для проведения практических занятий, комплексы биологических задач для самостоятельного решения. Раздел контроля знаний включает материалы для текущего контроля знаний, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и вопросы к зачету. Учебно-методические материалы, включенные в состав ЭУМК позволяют эффективно использовать их в различном сочетании для обучающихся с разным уровнем подготовки по учебной дисциплине. Вспомогательный раздел содержит необходимые элементы учебно-программной документации.

Работа с ЭУМК должна включать на первом этапе ознакомление с учебно-методической картой учебной дисциплины, представленной в учебной программе, с помощью которой можно получить информацию о тематике лекций и практических занятий, перечне рассматриваемых вопросов и рекомендуемой для их изучения литературы. Для подготовки к практическим занятиям и зачету необходимо, использовать материалы, представленные в практическом разделе, а также материалы для текущего контроля и самостоятельной работы. В ходе подготовки к зачету рекомендуется ознакомиться с требованиями к знаниям, умениям и навыкам по учебной дисциплине, изложенными в учебной программе, а также перечнем вопросов к зачету.

Разработанный ЭУМК учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» позволит обучающимся овладеть содержанием теоретического материала и сформировать необходимые компетенции для дальнейшего эффективного использования в профессиональной деятельности.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Краткое содержание лекционного материала

### Лекция 1

#### Тема «Введение в учебную дисциплину «Методика решения биологических задач» Система школьных биологических задач»

Вопросы для обсуждения:

- 1) Биологические задачи в обучении биологии.
- 2) Алгоритм составления биологических задач различных типов.
- 3) Контекстные задачи по биологии.
- 4) Ситуационные задачи по биологии.

**Биологические задачи** – разновидность творческих заданий, способствующих формированию современной компетентной личности учащегося. Перед учителем стоит задача дать сумму знаний, сформировать логическое мышление, умение устанавливать причинно-следственные связи с ранее изученным материалом; научить анализировать, сравнивать, обобщать.

Решение биологических задач позволяет сформировать у учащихся умение выполнять умственные операции:

- перенесение усвоенных знаний в новую ситуацию;
- самостоятельное рассмотрение проблем в знакомой и привычной ситуации;
- выявление функций знакомого объекта;
- определение структуры объекта во взаимосвязи его элементов;
- поиск вариантов решения и ответа;
- комбинирование известных способов действий в новые;
- формулировка выводов через обобщение;
- систематический контроль и др.

*Виды творческих задач:*

- исправление ошибок
- выбор информации
- составление противоречий
- выявление функциональных ресурсов системы
- установление структурно-функциональных взаимосвязей
- составление прогнозов
- сравнение
- формулировка выводов
- выбор необходимых знаний из имеющихся
- внедрение исследовательских принципов

#### Алгоритм составления биологических задач разных типов

##### 1) Алгоритм составления задач на выбор информации:

1. Записывается требование: «выберите признаки характерные для.....».

2. По материалам учебника отбираются признаки строения и жизнедеятельности для выбранного объекта.

3. Выбранные признаки случайным образом комплектуются и обозначаются цифрами.

4. Отдельно записывается ключ из цифр правильного ответа.

*Пример задачи:*

Выберите утверждения, характерные для механической ткани растений:

1. Состоит из клеток, способных делиться в течение всей жизни растений.

2. Защищает растение от потери влаги.

3. Образует каркас растения.

4. Находится в листьях и молодых стеблях, осуществляет фотосинтез.

5. Образована как живыми так и мертвыми клетками.

6. Состоит из трахеид и сосудов.

7. Располагается на верхушке растения и кончике корня.

8. К ней относятся луб и древесина.

**2) Алгоритм составления задач на исправление ошибок:**

1. Записывается требование: «исправьте ошибки в тексте».

2. Из учебника выбирается текст о характеристике или строении биологического объекта, механизме протекания биологического явления или процесса (5-6 предложений).

3. Выбранный текст записывается с изменениями. Изменения вносятся в соответствии с приемами: наоборот, уменьшить-увеличить, изменить-заменить и др.

4. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

Онтогенез животных включает два этапа развития: доэмбриональный и постэмбриональный. На доэмбриональном этапе выделяют две стадии: дробление и гаструляция. Дробление завершается образованием однослойного зародыша – гаструлы. В результате гаструляции образуется двухслойный или трехслойный зародыш – бластула. Наружный зародышевый листок называется эктодермой, внутренний – мезодерма, между ними находится энтодерма. Начальным процессом, протекающим при гисто- и органогенезе, является нейруляция – образование нейрулы. Нейрула – стадия зародыша с комплексом осевых органов (нервная трубка и хорда), в которой активно происходит формирование всех остальных тканей и органов из зародышевых листков.

**3) Алгоритм составления задач на сравнение и формулировку выводов:**

1. Записывается требование: «сравните.....».

2. Выписывается один из следующих пунктов:

а) строение клеток, тканей, органов, систем органов и др.;

б) процесс жизнедеятельности: питание, дыхание, фотосинтез, размножение и др.;

в) образ жизни, особенности внешнего строения и др.;

г) особенности поведения (забота о потомстве, защита, строительство гнезд и др.).

3. Записывается название двух и более живых объектов.

4. Добавляется требование: «сделайте вывод из сравнения».

5. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

Сравните строение пищеварительной системы пресноводного полипа гидры и плоского червя – молочной планарии. Сделайте вывод.

*Пример задачи:*

Сравните понятия: энергетическая ценность продукта и пищевая ценность. Сделайте вывод.

**4) Алгоритм составления задач на установление взаимосвязей:**

1. Записывается требование: «установите взаимосвязи между.....».

2. Выписывается два или несколько признаков внутреннего строения и жизнедеятельности биологического объекта.

3. Или выписывается два или несколько внешних и внутренних признаков биологического объекта.

4. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

Установите взаимосвязи между внешним видом таллома лишайника и местом его произрастания.

*Пример задачи:*

Установите взаимосвязи приспособлений животных и растений, необходимых для возникновения фторических связей.

**5) Алгоритм составления задач на выявление приспособлений:**

1. Записывается вопрос: «Какие приспособления имеются у.....».

2. Выбирается биологический объект.

3. Дописывается на выбор:

а) живущих в воде, на поверхности почвы, в почве, на высоте, на глубине и др.;

б) ведущих подвижный, неподвижный, сухопутный, паразитический, симбиотический образ жизни и др.;

в) для питания, дыхания, обороны, маскировки, ориентации и др.

4. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

Какие приспособления в строении имеют клетки крови человека для переноса кислорода.

*Пример задачи:*

Какое значение для новорожденного играет его первый крик при рождении.

**б) Алгоритм составления задач на определение значений приспособлений:**

1. Записывается вопрос: «Какое значение имеет.....».

2. Выбирается биологический объект.

3. Дописывается на выбор одно или несколько приспособлений:
  - а) для жизнедеятельности на клеточном или организменном уровне;
  - б) к условиям внешней среды и др.
4. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

Как приспособилась полярная лиса (песец) к поиску пищи с наступлением холодов в тундре.

*Пример задачи:*

Как травоядный хищник – большая панда приспособилась к бамбуковой диете.

### **7) Алгоритм составления задач на выявление противоречий:**

1. Из литературы выбирается информация о биологическом объекте или явлении (нескольких объектах, явлениях), в котором имеется противоречие.
2. Устанавливается изменяемый элемент (объект, явление).
3. Информация преобразуется и записывается в следующей последовательности: изменяемый элемент должен быть (требование 1) для того чтобы..., и должен быть (требование 2) для того чтобы.....
4. Добавляется вопрос: «как это противоречие решается в природе?».
5. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

Место обитания росянки – болотистая местность. Для ее роста и развития необходимы азот и другие элементы. На заболоченных местах наблюдается их нехватка. Как данное противоречие решается в природе.

*Пример задачи:*

После ампутации конечности человек продолжает ее чувствовать. По факту у человека отсутствует конечность, которая может вызывать болевые ощущения, однако он продолжает ее чувствовать. Чем объясняется данное противоречие.

### **8) Алгоритм составления задач на постановку опыта:**

1. Записывается требование: «предложите опыты для выяснения причин.....».
2. Или записывается требование: «предложите опыты для проверки того, как происходит.....».
3. Выбирается приспособление:
  - а) для жизнедеятельности на клеточном или организменном уровне;
  - б) к условиям внешней среды и др.
4. Записывается биологический объект или явление.
5. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

### **9) Алгоритм составления задач на объяснение результатов опыта:**

1. Записывается требование: «предложите гипотезы для объяснения того, почему происходит.....».
2. Или записывается требование: «предложите гипотезы для объяснения того, как происходит.....».

3. Или записывается требование: «предложите гипотезу для объяснения того, что происходит, если.....».

4. Выбирается одно или несколько приспособлений:

- а) для жизнедеятельности на клеточном или организменном уровне;
- б) к условиям внешней среды и др.

5. Записывается биологический объект или явление.

6. Отдельно записывается ключ правильного ответа.

*Пример задачи:*

В лаборатории было проведено случайное наблюдение – лаборант перепутал физраствор и дистиллированную воду, разбавив кровь в пробирке водой. Через некоторое время она стала однородно-красной, а затем разделилась на две фракции: сверху более прозрачная, а снизу красная, однородная. Объясните, почему произошли такие изменения.

**Контекстные задачи** – задача мотивационного характера, в условии которой описана конкретная ситуация, соотносящаяся с имеющимся опытом учащихся.

*4 этапа решения контекстных задач:*

- анализ текста задачи;
- поиск способа решения и составления плана ее решения;
- осуществление найденного плана;
- изучение (анализ) найденного решения.

Контекстные задачи могут содержать: обычные тексты, таблицы, диаграммы, графики, рисунки, схемы. избыточные сведения и «лишние данные». Обучающимся требуется проанализировать и осмыслить представленную в различных формах информацию, интерпретировать её, выделить главное и использовать для выполнения задания.

**Результаты решения контекстных задач:**

- возможность продемонстрировать теоретические знания, умения обобщать, классифицировать, выявлять аналогии, устанавливать причинно-следственные связи, делать выводы, предлагать и находить пути решения проблемы;

- активизация познавательной деятельности по биологии;
- достижение комплекса образовательных результатов – личностных, метапредметных, предметных;

- формирование важнейших компонентов функциональной грамотности – читательской, математической, естественно-научной;

- формирование познавательных, интеллектуальных и творческих способностей, умений объяснять и оценивать явления окружающего мира живой природы на основании знаний и опыта, полученных при изучении биологии.

*Пример задачи:*

Прочитайте текст и выполните задание.

(1) Яблоня лесная – медоносное растение, к её бело-розовым цветкам, собранным в зонтиковидные соцветия, слетаются пчёлы и шмели.

(2) Цветки содержат нектар, источающий приятный аромат, а жёлтые пыльники образуют много пыльцы.

(3) Листья у яблони простые, черешковые, матовые.

(4) После цветения завязываются плоды – яблоки. В образовании мякоти этого плода принимает участие цветоложе цветка.

(5) Яблоня лесная растёт в лиственных лесах, иногда по берегам рек, в основном в нечернозёмных областях и на Кавказе.

(6) От этого вида берёт начало яблоня домашняя, насчитывающая более десяти тысяч сортов, выращиваемых на разных континентах.

Задание. В каких предложениях описываются признаки, на основе которых можно сделать вывод о том, что яблоню лесную относят к группе покрытосеменных (цветковых) растений? Запишите номера выбранных предложений.

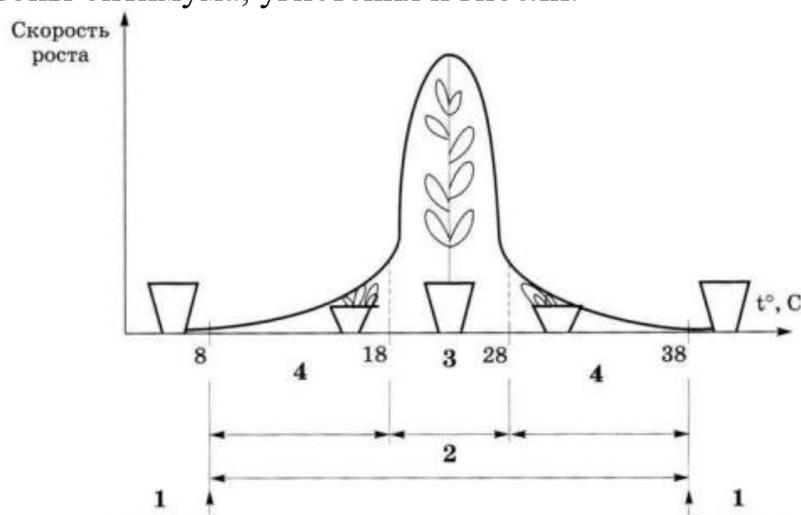
*Планируемый результат:* применять биологические термины и понятия; выявлять существенные признаки растений.

*Умения, характеризующие достижение результата:* выявлять и характеризовать существенные признаки биологических объектов (явлений), устанавливать основания для и сравнения, строить логические рассуждения.

*Пример задачи:*

Прочитайте текст и выполните задания.

Согласно закон оптимума, любой экологический фактор влияет на живые организмы благоприятно только в определённом диапазоне своих значений. Рассмотрите схему действия температуры на рост растения. Определите на ней зоны оптимума, угнетения и гибели.



Задания.

1. Запишите соответствующую последовательность цифр, которыми обозначены на схеме соответствующие зоны.

2. Объясните суть понятия «пределы выносливости организма».

*Планируемый результат:* умение излагать биологические теории, законы и учения, определять границы их применимости к живым системам.

*Умения, характеризующие достижение результата:* анализировать, систематизировать и интерпретировать биологическую информацию 35 различных видов и форм представления; выявлять причинно-следственные связи при изучении биологических явлений и процессов, строить логические рассуждения, делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений.

*Ситуационные задачи* являются действенным способом формирования функциональной грамотности учащихся, так как связывают обучение с реальной жизнью, позволяют применять уже имеющиеся знания в новой ситуации, демонстрируют прикладной характер содержания учебного предмета биология, предполагают интеграцию знаний из разных областей и опыта учащихся в ходе поиска решения.

*Ситуационная задача* – средство обучения, вбирающее в себя такие условия, которые направлены на решение практически значимой ситуации, преследующие цель осознанного усвоения учащимися содержания учебного предмета (Н.В. Жулькова).

*Ситуационная задача* – особый вид деятельности, вид учебного задания, имитирующего условия реальной деятельности, отличающейся практико-ориентированным характером и обязательно содержащий проблемный вопрос (О.В. Акулова, С.А. Писарева, Е.В. Пискунова).

*Роль ситуационных задач:*

- формирование готовности учащихся применять биологические знания для решения учебных и жизненных проблем;
- возникновении личностного смысла в обучении демонстрация прикладных возможностей биологии;
- усиление связи обучения с повседневной жизнью;
- формировании универсальных учебных действий учащихся (развитие умений, связанных с анализом информации, выдвижением гипотезы о связях и закономерностях биологических процессов, объектов и явлений, определение причинно-следственных отношений, подводящих к решению проблемы).

*Пример задачи:*

«Железы внутренней секреции»: «Известно, что в организме человека примерно 5-5,5 литров крови. Представьте, что вы растворили банку сладкого варенья в 5 литрах воды. Какой станет вода на вкус? Почему же, даже если сразу съесть целую банку варенья, кровь не станет сладкой?»

*Пример задачи:*

«Строение и функции стебля»: «У NN скоро юбилей, его родственники решили подарить оригинальный букет, собранный из его любимых цветов (роз и гвоздик) в сине-голубой гамме. Но возникла проблема - синих роз не купить

в цветочных киосках, не встретить и голубых гвоздик. После раздумий решение было предложено... внуком-шестиклассником юбиляра. Предположите способ создания задуманного букета. Благодаря каким биологическим особенностям стебля это возможно? Используя комнатные растения, докажите его реальность».

## **Лекция 2**

### **Тема «Методика решения цитологических задач по теме «Химические компоненты живых организмов»»**

Вопросы для обсуждения:

- 1) Цитологические задачи в обучении биологии.
- 2) Методические особенности решения цитологических задач.
- 3) Примеры решения цитологических задач по теме «Химические компоненты живых организмов».

**Цитологические задачи** в биологии охватывают изучение строения, функций, развития и взаимодействия клеток как структурных и функциональных единиц живых организмов. Это включает в себя изучение клеточных органелл, процессов деления, старения и смерти клеток, а также выявление особенностей строения и функций специализированных клеток. Цитологические задачи могут быть как теоретическими, направленными на расширение знаний о клетке, так и практическими, связанными с решением задач в области медицины, биотехнологии и других областях.

Цитологических задач направлены на:

- *Изучение строения клетки:* рассматривается общая структура клетки и химические компоненты клеток, включая клеточные органеллы (ядро, цитоплазма, мембраны, рибосомы, митохондрии, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы и др.).
- *Изучение функций клетки:* анализируются процессы, происходящие в клетке, такие как метаболизм, синтез белков, транспорт веществ, клеточное дыхание, способы деления клетки (митоз и мейоз).
- *Изучение клеточных взаимодействий:* рассматриваются способы взаимодействия клеток друг с другом и с окружающей средой, включая межклеточные контакты, сигнальные пути и клеточную дифференцировку.
- *Изучение развития клетки:* исследуются процессы клеточного роста, старения и смерти, а также специализация клеток в ходе развития многоклеточных организмов.
- *Изучение патологических изменений в клетках:* анализируются процессы, приводящие к заболеваниям, включая генетические нарушения, инфекции и опухолевую трансформацию.

Решение задач по молекулярной биологии и цитогенетике, предполагает:

- знание химических компонентов живых организмов;

- знание строения хромосом, молекул белков, ДНК и РНК; процессов репликации, транскрипции и трансляции;
  - знание механизмов процессов, протекающих в клетке при митозе и мейозе;
  - умение пользоваться таблицей генетического кода.
- В ходе выполнения задания необходимо:
- теоретически обосновать каждое действие, указать какие правила и закономерности используются на разных этапах решения;
  - аккуратно оформить ход решения, правильно записать схемы строения молекул;
  - в конце решения дать ответы на вопросы задачи.

### ***Задачи на химические компоненты клеток***

*Пример задачи:*

Молекула хлорофилла *a* содержит 2,72 % магния по массе. Чему равна минимальная молекулярная масса хлорофилла *a*, если атомная масса магния  $A(\text{Mg}) = 24,3$ .

Решение:

Определяем, чему равна минимальная масса хлорофилла *a*, если молекулярная масса магния равная 24,3:

$$24,3 - 2,72 \%$$

$$x \text{ (масса хлорофилла)} - 100 \%$$

$$x \text{ (молекулярная масса хлорофилла)} = 893.$$

*Пример задачи:*

Сколько молекул воды выделится в процессе поликонденсации при образовании полимера из 25 молекул глюкозы?

Решение:

В процессе поликонденсации при образовании связей между двумя молекулами мономера выделяется одна молекула воды; значит, при образовании полимера из 25 молекул глюкозы выделится 24 молекулы воды.

### ***Задачи на определение количества генетического материала в клетке***

Задачи на определение числа хромосом и числа молекул ДНК в разные фазы митоза и мейоза, количества генетического материала в разных клетках растений и животных.

- Количество хромосом в клетке обозначают **n**.
- Количество нитей ДНК (хроматид) обозначают **c**.

*Митоз*

- В начале интерфазы в клетке набор **2n2c**, затем происходит репликация, поэтому в конце интерфазы набор **2n4c**.
- Набор **2n4c** сохраняется в профазе и метафазе.
- В анафазе из набора **2n4c** после расхождения хроматид получается набор **4n4c**, так как хроматиды становятся самостоятельными хромосомами,

но пока они все находятся в одной клетке и соответственно у каждого полюса набор **2n2c**.

- В телофазе материнская клетка делится, и в каждой дочерней остаётся набор **2n2c**.

#### *Мейоз*

- В интерфазе до начала мейоза происходит удвоение ДНК, поэтому клетка, приступающая к делению, имеет набор **2n4c**.

- В профазе 1, метафазе 1 и анафазе 1 деление набор **2n4c**.

- В телофазе 1 происходит расхождение гомологичных хромосом и первое деление клетки, при этом хромосомы остаются двуххроматидными, поэтому набор **n2c**.

- В профазе 2 и метафазе 2 сохраняется набор **n2c**.

- В анафазе 2 из набора **n2c** после расхождения хроматид получается набор **2n2c**, так как хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все находятся в одной клетке и у каждого полюса набор **nc**.

- В телофазе 2 клетка ещё раз делится, и в каждой образовавшейся клетке остаётся набор **nc**.

#### *Хромосомные наборы в клетках растений*

→ Спорофит диплоидный (**2n**), гаметофит гаплоидный (**n**).

→ Споры образуются на спорофите (**2n**) в результате мейоза, поэтому споры всегда гаплоидны (**n**).

→ Гаметы у растений образуются в результате митоза на гаметофите (**n**), поэтому гаметы тоже всегда гаплоидны (**n**).

→ В жизненном цикле у некоторых водорослей (хламидомонада, хара, спирогира) преобладает гаметофит (**n**); у некоторых (ламинария, фукус, кладофора) – спорофит (**2n**), у некоторых водорослей оба поколения занимают существенную часть цикла.

→ В жизненном цикле мхов преобладает гаметофит (**n**), у остальных наземных растений – спорофит (**2n**).

→ У семенных растений микроспора (**n**) образуется из диплоидной клетки (**2n**) в результате мейоза. Из микроспоры путём митоза развивается мужской гаметофит (**n**) – пыльцевое зерно. Пыльцевое зерно состоит из вегетативной и генеративной клеток (**n**). Генеративная клетка ещё раз делится митозом, образуя два спермия (**n**). Все клетки пыльцевого зерна, таким образом, гаплоидны.

→ У семенных растений мегаспоры (**n**) образуются из диплоидной клетки (**2n**) семязачатка в результате мейоза. Клетки зародышевого мешка (**n**) образуются путём митоза из мегаспоры (**n**).

→ При двойном оплодотворении у покрытосеменных растений образуется диплоидная зигота (**2n**) от слияния спермия (**n**) и яйцеклетки (**n**) и триплоидный эндосперм (**3n**) от слияния спермия (**n**) и центральной клетки с двумя ядрами (**n+n**).

→ У голосеменных при оплодотворении образуется зигота ( $2n$ ) и развивается эндосперм ( $n$ ).

→ Зигота ( $2n$ ) делится митозом и даёт начало всем тканям и органам растения (спорофита).

*Хромосомные наборы в разных клетках животных и грибов*

→ В жизненном цикле у некоторых простейших преобладает гаплоидное поколение ( $n$ ), у некоторых – диплоидное ( $2n$ ), у некоторых оба поколения занимают существенную часть цикла.

→ Большинство многоклеточных животных диплоидны ( $2n$ ), но самцы пчёл, ос и муравьёв – гаплоидные организмы ( $n$ ), потому что они развиваются из неоплодотворённых яйцеклеток; самки – рабочие особи и царицы – диплоидны.

→ Гаметы животных гаплоидны ( $n$ ); зигота ( $2n$ ) делится митозом и даёт начало всем тканям и органам многоклеточного животного.

→ Большинство грибов гаплоидны ( $n$ ) на основной стадии своего жизненного цикла.

*Пример задачи:*

Определите хромосомный набор, который характерен для следующих клеток кукушкина льна: 1) клетка зелёного листа; 2) спора; 3) гамета; 4) клетка стенки коробочки со спорами.

*Решение:*

Зелёное растение мха кукушкина льна – это гаметофит. Составляющие его клетки имеют гаплоидный набор хромосом ( $n$ ). Споры ( $n$ ) и гаметы ( $n$ ) растений тоже гаплоидные. Коробочка со спорами развивается на диплоидном спорофите, следовательно, клетка стенки коробочки имеет диплоидный набор хромосом ( $2n$ ).

- 1) Клетка зелёного листа –  $n$ .
- 2) Спора –  $n$ .
- 3) Гамета –  $n$ .
- 4) Клетка стенки коробочки со спорами –  $2n$ .

*Пример задачи:*

Яйцеклетка кукурузы содержит 10 хромосом. Сколько дочерних клеток образуется при делении соматической клетки кукурузы путем митоза? Путем мейоза? Какое количество хромосом будут содержать дочерние клетки в каждом случае?

*Решение:*

1) Яйцеклетки – половые клетки, они имеют гаплоидный ( $1n$ ) набор хромосом. Следовательно, для кукурузы  $1n = 10$ . Соматическая клетка кукурузы содержит диплоидный набор хромосом:  $2n = 20$ .

2) В результате митоза из одной материнской клетки образуются две дочерние с таким же набором хромосом. Значит, из одной соматической клетки образуются две, в каждой будет содержаться по 20 хромосом.

3) В результате мейоза из одной материнской клетки образуются четыре дочерние клетки с уменьшенным в два раза набором хромосом.

Следовательно, из соматической клетки ( $2n$ ) образуются четыре дочерние с гаплоидным набором ( $1n$ ) – по 10 хромосом в каждой.

*Пример задачи:*

Кариотип волка представлен 78 хромосомами. Чему равно количество хромосом ( $n$ ) и хроматид ( $c$ ):

а) в соматической клетке волка в период постсинтетического периода интерфазы;

б) в сперматозоиде волка;

в) у каждого полюса клетки кишечника в конце анафазы митоза;

г) в дочерних клетках, образовавшихся после мейоза 1?

Решение:

1) Клетки тела волка содержат диплоидный набор хромосом. Следовательно, кариотип волка  $2n = 78$ .

2) Соматические клетки в  $G_2$ -периоде содержат набор  $2n4c$ , что для волка составляет 78 хромосом, 156 хроматид.

3) Сперматозоиды образуются в результате мейоза, значит, их набор  $1n1c$  – 39 хромосом и 39 хроматид (хроматиды представляют собой дочерние хромосомы).

4) Клетка кишечника – соматическая, в конце анафазы митоза у каждого полюса находится  $2n2c$ , т.е. 78 хромосом и 78 хроматид.

5) Набор дочерних клеток после мейоза 1 составляет  $1n2c$  или 39 хромосом, 78 хроматид.

### ***Задачи на строение молекул нуклеиновых кислот и белков***

Задачи на расчёт содержания нуклеотидов в молекуле ДНК (применение правила Чаргаффа), вычисление количества водородных связей между цепочками на участке молекулы ДНК, определение примерной длины и массы молекул нуклеиновых кислот и белков по средним значениям длины и массы их мономеров, а также обратные задачи на определение количества мономеров в молекулах белков и нуклеиновых кислот.

1) Правила Эрвина Чаргаффа для двуцепочечной молекулы ДНК:

- количество аденина равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина:  $A = T, G = C$ ;

- количество пуринов равно количеству пиримидинов:  $A + G = T + C$ ;

2) Цепи ДНК удерживаются водородными связями между комплементарными азотистыми основаниями: А с Т соединяются 2 водородными связями, Г с Ц – 3 водородными связями.

3) Линейная длина одного нуклеотида – 0,34 нм.

4) Средняя молекулярная масса одного нуклеотида – 345 а.е.м.

5) Средняя молекулярная масса одной аминокислоты – 120 а.е.м.

6) Среднее содержание аминокислот в одной молекуле белка – 400 аминокислот.

*Пример задачи:*

В лаборатории синтезировали трипептид, в состав которого вошли остатки одной и той же аминокислоты. Определите молекулярную массу использованной аминокислоты, если молекулярная масса трипептида равна 405.

Решение:

1) Трипептид образован тремя аминокислотными остатками, следовательно, он содержит две пептидные связи. При образовании каждой из них выделилась молекула воды:

3 аминокислоты  $\rightarrow$  трипептид + 2H<sub>2</sub>O.

Суммарная молекулярная масса продуктов реакции составляет:

$M$  (трипептида) +  $M$  (2 H<sub>2</sub>O) = 405 + 2 x 18 = 441.

2) Согласно закону сохранения массы суммарная молекулярная масса исходных веществ (трех одинаковых молекул аминокислот) также равна 441. Значит, молекулярная масса использованной аминокислоты равна:

$M$  (аминокислоты) = 441 : 3 = 147.

*Пример задачи:*

В двуцепочечной молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 15% от общего числа. Каковы доли других нуклеотидов в этой молекуле?

Решение:

По правилу Чаргаффа в молекуле ДНК количество аденина равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина: А = Т, Г = Ц. Значит, доля цитозина в указанной молекуле тоже 15%, а доли аденина и тимина равны и в сумме составляют 70% (по 35%).

В указанной молекуле ДНК содержится 15% гуанина, 15% цитозина, 35% аденина, 35% тимина.

*Пример задачи:*

Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 200 нуклеотидов с тимином (Т), 50 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какова длина этого участка двуцепочечной молекулы ДНК, если известно, что линейная длина одного нуклеотида – 0,34 нм? Сколько водородных связей образуется между двумя цепями молекулы ДНК на этом участке?

Решение:

В указанном участке цепи ДНК 750 нуклеотидов, значит, его длина составляет 750 x 0,34 = 255 нм.

Аденин с тимином соединяются двумя водородными связями, а гуанин с цитозином – тремя: (300 + 200) x 2 + (50 + 200) x 3 = 1750 водородных связей.

*Пример задачи:*

Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 200 нуклеотидов с тимином (Т), 50 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое количество нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двуцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот

будет содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК, если этот участок гена целиком входит в его кодирующую последовательность?

Решение:

В указанной цепи ДНК нуклеотидов с аденином 300, а в комплементарной ей цепи – 200 (это нуклеотиды, комплементарные тимину). Итого 500 нуклеотидов с аденином.

По правилу Чаргаффа  $A = T$ , то есть нуклеотидов с тимином тоже 500.

Такие же рассуждения приводят к выводу, что в указанной цепи ДНК по 250 нуклеотидов с цитозином и гуанином.

В одной цепи ДНК 750 нуклеотидов. Триплет, кодирующий одну аминокислоту, состоит из трёх нуклеотидов, значит, этот участок ДНК кодирует  $750 : 3 = 250$  аминокислот.

### Лекция 3

#### Тема «Методика решения биологических задач по теме «Обмен веществ и превращение энергии в организме»»

Вопросы для обсуждения:

1) Теоретические основы темы «Обмен веществ и превращение энергии в организме».

2) Примеры решения задач по теме.

**Анаболизм** – процессы синтеза специфических собственных веществ из более простых (ассимиляция, или пластический обмен). В результате анаболизма образуются ферменты, вещества, из которых построены клеточные структуры, и т.п. Этот процесс, как правило, сопровождается большим потреблением энергии.

**Катаболизм** – энергия получается организмом в других реакциях, в которых более сложные вещества расщепляются до простых (диссимиляция, или энергетический обмен). Продуктами катаболизма у аэробных организмов являются  $CO_2$ ,  $H_2O$ , АТФ и восстановленные переносчики водорода (НАД·Н и НАДФ·Н), которые принимают атомы водорода, отщепляемые от органических веществ в процессах окисления. Некоторые низкомолекулярные вещества, которые образуются в ходе катаболизма, в дальнейшем могут служить предшественниками необходимых клетке веществ (пересечение катаболизма и анаболизма).



Катаболизм и анаболизм тесно связаны: анаболизм использует энергию и восстановители, образующиеся в реакциях катаболизма, а катаболизм

осуществляется под действием ферментов, образующихся в результате реакций анаболизма.

Как правило, катаболизм сопровождается окислением используемых веществ, а анаболизм – восстановлением.

### *Энергетический обмен*

Расщепление органических веществ у эукариот идет в три этапа (у бактерий нет митохондрий, поэтому энергетический обмен состоит из первых двух этапов).

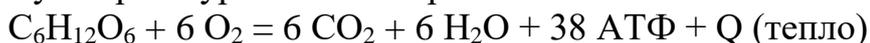
*Первый этап – подготовительный.* На этом этапе под действием гидролитических ферментов происходит расщепление белков до аминокислот, жиров до глицерина и жирных кислот, крахмала и гликогена до глюкозы. У многоклеточных организмов эти процессы проходят в пищеварительной системе, у одноклеточных – в лизосомах. Вся энергия, полученная на первом этапе, выделяется в виде тепла (АТФ не образуется).

*Второй этап – анаэробный (без участия кислорода)* происходит в цитоплазме клеток. Бескислородное расщепление глюкозы называется гликолиз. Заканчивается образованием двух молекул пировиноградной кислоты,  $2\text{НАДН} + \text{H}^+$  и двух молекул АТФ. При недостатке кислорода в клетке ПВК может превращаться в спирт или молочную кислоту:



*Третий этап – аэробный (дыхание или биологическое окисление).* Происходит в митохондриях с участием кислорода. ПВК полностью окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , при этом образуется 36 молекул АТФ.

Суммарное уравнение энергетического обмена глюкозы:



При окислении:

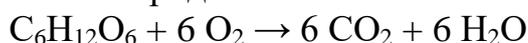
- 1 г углеводов и белка выделяется 17,6 кДж энергии.
- 1 г липидов выделяется 38,9 кДж энергии.
- 1 молекула АТФ запасает 30,6 кДж/моль.

*Пример задачи:*

В организме полному окислению при участии кислорода подверглось 72 г глюкозы. Определите массу (г) образовавшейся воды. Сколько энергии (кДж) высвободилось, если при окислении 1 г глюкозы выделяется 17,6 кДж?

Решение:

1. Запишем уравнение полного окисления глюкозы под действием кислорода:



2. Найдем количество (моль) использованной глюкозы:

$$M (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 12 \times 6 + 1 \times 12 + 16 \times 6 = 180 \text{ г/моль}$$

$$n (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m : M = 72 \text{ г} : 180 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

3. Определим массу образовавшейся воды. При окислении 1 моль глюкозы образуется 6 моль воды. Значит, при окислении 0,4 моль глюкозы образовалось  $6 \times 0,4 = 2,4$  моль воды.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n \times M = 2,4 \text{ моль} \times 18 \text{ г/моль} = 43,2 \text{ г.}$$

4. Рассчитаем количество высвободившейся энергии. При окислении 1 г глюкозы выделяется 17,6 кДж. Следовательно, при окислении 72 г глюкозы высвободилось:  $72 \times 17,6 \text{ кДж} = 1267,2 \text{ кДж}$ .

*Пример задачи:*

Сколько граммов кислорода необходимо для полного окисления 360 г глюкозы? Какое количество АТФ (моль) получит организм при таком окислении?

Решение:

1. Найдем количество глюкозы (моль), подвергшейся полному окислению:

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 12 \times 6 + 1 \times 12 + 16 \times 6 = 180 \text{ г/моль}$$

$$N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m : M = 360 \text{ г} : 180 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$$

2. Суммарное уравнение аэробного дыхания:



Для полного окисления 1 моль глюкозы необходимо 6 моль кислорода, при этом организм получает 38 моль АТФ. Следовательно, для полного окисления 2 моль глюкозы понадобится 12 моль кислорода, энергетический выход при этом составит 76 моль АТФ.

3. Рассчитаем массу кислорода:

$$M(\text{O}_2) = 16 \times 2 = 32 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{O}_2) = n \times M = 12 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 384 \text{ г.}$$

*Пример задачи:*

В организме человека при интенсивной мышечной работе было израсходовано 0,1 моль глюкозы. При этом полному аэробному расщеплению подверглось только 60 % глюкозы, а остальная часть была расщеплена в ходе брожения. Какое максимальное количество АТФ (моль) смог получить организм?

Решение:

1. Полному окислению подверглось:  $0,1 \text{ моль} \times 60 \% : 100 \% = 0,06 \text{ моль}$  глюкозы. В ходе брожения использовано:  $0,1 \text{ моль} - 0,06 \text{ моль} = 0,04 \text{ моль}$  глюкозы.

2. Суммарное уравнение аэробного дыхания:



Энергетический выход полного окисления 1 моль глюкозы составляет 38 моль АТФ, значит при полном окислении 0,06 моль глюкозы организм получает:  $38 \times 0,06 = 2,28 \text{ моль АТФ}$ .

3. В мышцах человека при дефиците кислорода протекает молочнокислое брожение:



При расщеплении 1 моль глюкозы до молочной кислоты организм получает 2 моль АТФ. Следовательно, энергетический выход расщепления 0,04 моль глюкозы составляет 0,08 моль АТФ

4. Найдем общее количество АТФ: 2,28 моль + 0,08 моль = 2,36 моль

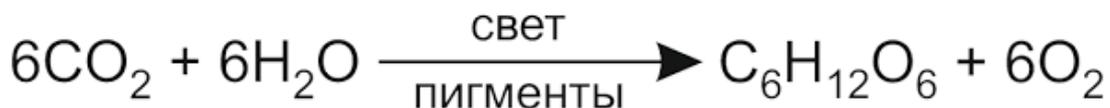
### **Фотосинтез**

*Фотосинтез* – процесс, при котором в клетках, содержащих хлорофилл, под действием энергии света образуются органические вещества из неорганических. При фотосинтезе растение поглощает углекислый газ и воду, синтезирует органические вещества и выделяет кислород как побочный продукт фотосинтеза.

Две фазы: световая и темновая:

- В ходе световой фазы фотосинтеза образуется энергия в виде АТФ и универсальный донор атома водорода – восстановитель НАДФН (НАДФ·Н<sub>2</sub>). Эти вещества необходимы для протекания темновой фазы. Также производится побочный продукт – кислород. Световая фаза может проходить только на мембранах тилакоидов и на свету.

- В темновую фазу фотосинтеза благодаря серии биохимических реакций – циклу Кальвина – образуются органические вещества (сахара). Темновая фаза проходит в строме хлоропластов и на свету, и в темноте. Ферментативные процессы темновой фазы протекают медленнее, чем световые, поэтому при очень ярком освещении скорость протекания фотосинтеза будет полностью определяться скоростью темновой фазы.



*Пример задачи:*

Сколько углекислого газа (кг) было поглощено растениями в процессе фотосинтеза, если известно, что ими было синтезировано 900 г глюкозы?

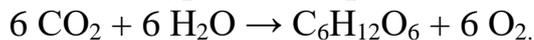
Решение:

1. Найдем количество (моль) синтезированной глюкозы.

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 12 \times 6 + 1 \times 12 + 16 \times 6 = 180 \text{ г/моль}$$

$$N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m : M = 900 \text{ г} : 180 \text{ г/моль} = 5 \text{ моль}$$

2. Общее уравнение фотосинтеза:



Для синтеза 1 моль глюкозы необходимо 6 моль CO<sub>2</sub>. Значит, для образования 5 моль глюкозы нужно 5 × 6 = 30 моль CO<sub>2</sub>

3. Определим массу поглощенного CO<sub>2</sub>:

$$M(\text{CO}_2) = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CO}_2) = n \times M = 30 \text{ моль} \times 44 \text{ г/моль} = 1320 \text{ г} = 1,32 \text{ кг.}$$

## Лекция 4

### Тема «Методика решения генетических задач по теме «Реакции матричного синтеза»»

Вопросы для обсуждения:

- 1) Принципы решения задач по молекулярной биологии.
- 2) Примеры решения задач.

*Молекулярная биология* – раздел биологии, который изучает механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации. Он рассматривает также строение и функции сложных высокомолекулярных соединений – белков и нуклеиновых кислот.

#### *Задачи на строение молекул нуклеиновых кислот и белков*

Виды задач:

- Расчёт содержания нуклеотидов в молекуле ДНК (применение правила Чаргаффа).
- Вычисление количества водородных связей между цепочками на участке молекулы ДНК.
- Определение примерной длины и массы молекул нуклеиновых кислот и белков по средним значениям длины и массы их мономеров.
- Обратные задачи на определение количества мономеров в молекулах белков и нуклеиновых кислот.

Эрвин Чаргафф установил, что для двуцепочечной молекулы ДНК выполняются следующие соотношения:

Количество аденина равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина:  $A = T, G = C$ ;

Количество пуринов равно количеству пиримидинов:  $A + G = T + C$ .

Эти соотношения называются правилом Чаргаффа, или законом Чаргаффа.

Цепи ДНК удерживаются водородными связями, которые образуются между комплементарными азотистыми основаниями: аденин с тимином соединяются двумя водородными связями, а гуанин с цитозином – тремя.

Другие сведения о строении молекул нуклеиновых кислот и белков запоминать не нужно, обычно они приводятся в условии задач.

Линейная длина одного нуклеотида: 0,34 нм.

Линейная длина одной аминокислоты: 0,30 нм.

Средняя молекулярная масса одного нуклеотида: 345 а. е. м.

Средняя молекулярная масса одной аминокислоты: 120 а. е. м.

Среднее содержание аминокислот в одной молекуле белка: 400 аминокислот.

*Пример задачи:*

В молекуле ДНК тимидиловые нуклеотиды составляют 16% от общего количества нуклеотидов. Определите количество (в процентах) каждого из остальных видов нуклеотидов.

Решение:

1. По правилу Чаргаффа количество Т в ДНК = А; следовательно А будет 16%.

2. В сумме  $A+T = 32\%$ , следовательно  $G + Ц = 100\% - 32\% = 68\%$ .

3. По правилу Чаргаффа количество  $G = Ц$ , т.е.  $G = Ц = 68 : 2 = 34\%$ .

*Пример задачи:*

Химический анализ показал, что 28% от общего числа нуклеотидов данной и-РНК приходится на адениловые, 6% - на гуаниловые, 40% - на уридилловые нуклеотиды. Какой должен быть нуклеотидный состав соответствующего участка одной цепи гена, информация с которого «переписана» на данную и-РНК?

Решение:

1. Подсчитываем процентное содержание цитидиловых нуклеотидов в молекуле и-РНК:  $Ц = 100\% - 28\% - 6\% - 40\% = 26\%$ .

2. Зная, что и-РНК синтезируется с кодирующей цепи гена по принципу комплементарности (причем Т заменяется на У), подсчитываем процентный состав нуклеотидов в одной цепочке гена:

Ц и-РНК = Г гена = 26%,

Г и-РНК = Ц гена = 6%,

А и-РНК = Т гена = 28%,

У и-РНК = А гена = 40%.

### *Задачи на матричный синтез*

*Матричный синтез* – это синтез новых молекул в соответствии с планом, заложенным в других молекулах. Матрицей для синтеза всех видов РНК – иРНК, рРНК и тРНК – служит матричная цепь ДНК. Матрицей для синтеза белковых молекул служит информационная РНК (иРНК). Её также называют матричной РНК (мРНК).

Матричная (транскрибируемая, антисмысловая) цепь ДНК представляет собой цепь, которая транскрибируется в РНК. Смысловая цепь ДНК комплементарна и антипараллельна матричной, она не используется в качестве матрицы в процессе транскрипции, но получающаяся молекула РНК в точности идентична смысловой цепи, за исключением присутствия урацила (У) вместо тимина (Т).

Задачи на установление последовательности нуклеотидов в цепях ДНК, иРНК, антикодонов тРНК с использованием принципа комплементарности, использование таблицы генетического кода.

*Комплементарность* в химии и молекулярной биологии называют взаимное пространственное соответствие молекул или фрагментов полимерных молекул, обеспечивающее их взаимодействие и образование слабых связей, например, водородных.

При взаимодействии цепей нуклеиновых кислот азотистые основания нуклеотидов способны формировать парные комплексы: аденин – тимин

(в ДНК) или аденин – урацил (в РНК) и гуанин – цитозин (в ДНК и РНК). Это свойство называют принципом комплементарности.

Принцип комплементарности соблюдается:

- При репликации (синтезе ДНК): напротив аденина одной цепочки в другой цепочке всегда становится тимин, а напротив гуанина – цитозин.
- При транскрипции (синтезе РНК на матрице ДНК): напротив аденина матричной цепочки ДНК в строящейся цепочке РНК всегда становится урацил, а напротив гуанина – цитозин.

*Генетический код* – это система кодирования генетической информации о порядке расположения аминокислот в полипептидах в виде последовательности нуклеотидов ДНК (РНК).

Каждая аминокислота закодирована в нуклеиновых кислотах триплетом (трия расположенными подряд нуклеотидами). Триплетам ДНК соответствуют комплементарные кодоны иРНК. Всего возможны 64 триплета. 61 из них кодирует 20 аминокислот. Некоторые аминокислоты кодируются не одним, а несколькими триплетами. Три триплета не несут информации об аминокислотах – это стоп-кодона, которые отделяют один ген от другого в молекуле ДНК.

Удобная форма представления генетического кода – таблица. Она может быть построена на триплетях ДНК или на кодонах иРНК.

Таблица генетического кода (иРНК):

1-й нуклеотид	2-й нуклеотид				3-й нуклеотид		
	У	Ц	А	Г			
У	УУУ } Фенил-аланин	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин	УГУ } Цистеин	У		
	УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }		УАЦ } УАА } Стоп-кодона УАГ }	УГЦ } УГА } Стоп-кодон УГГ } Триптофан	Ц		
	Ц		ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } ЦАЦ } Гистидин ЦАА } ЦАГ } Глутамин	ЦГУ } ЦГЦ } ЦГА } ЦГГ } Аргинин	А
			АУУ } АУЦ } Изолейцин АУА } АУГ } Метионин (старт-кодон)	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } ААЦ } Аспарагин ААА } ААГ } Лизин	АГУ } АГЦ } Серин АГА } АГГ } Аргинин	Г
Г	ГУУ } ГУЦ } ГУА } ГУГ } Валин	ГЦУ } ГЦЦ } ГЦА } ГЦГ } Аланин	ГАУ } ГАЦ } Аспарагино-вая кислота	ГГУ } ГГЦ } ГГА } ГГГ } Глицин	У		
	А		ГЦУ } ГЦЦ } ГЦА } ГЦГ }		ГАА } ГАГ } Глутамино-вая кислота	Ц	
			ГУУ } ГУЦ } ГУА } ГУГ }		ГЦУ } ГЦЦ } ГЦА } ГЦГ }	Г	
	Г		ГУУ } ГУЦ } ГУА } ГУГ }		ГЦУ } ГЦЦ } ГЦА } ГЦГ }	Г	

Цепи ДНК в молекуле не только комплементарны, но и антипараллельны, то есть имеют противоположное направление: одна цепь – от 5'-конца к 3'-концу (5'→3'), другая – 3'→5'.

Принцип антипараллельности соблюдается при репликации и транскрипции:

- Репликация идёт на материнской цепи ДНК, имеющей направление  $3' \rightarrow 5'$ . Таким образом, новая цепь ДНК синтезируется от  $5'$ -конца к  $3'$ -концу на одной из материнских цепей непрерывно – это лидирующая цепь, а вторая, тоже  $5' \rightarrow 3'$ , – в виде набора отдельных коротких фрагментов (фрагментов Оказаки) – это отстающая (запаздывающая) цепь.

- При транскрипции на матричной цепи ДНК в направлении  $3' \rightarrow 5'$  антипараллельно и комплементарно идёт синтез цепи РНК; цепь РНК, соответственно, растёт в направлении  $5' \rightarrow 3'$ .

- Трансляция на иРНК идёт в направлении  $5' \rightarrow 3'$ . Кодоны иРНК в таблице генетического кода тоже приведены в направлении  $5' \rightarrow 3'$ . При трансляции кодон иРНК и антикодон тРНК связываются комплементарно и антипараллельно, то есть кодону иРНК  $5' \rightarrow 3'$  соответствует антикодон тРНК  $3' \rightarrow 5'$ .

При решении задач, в которых используется понятие антипараллельности, цепи ДНК часто приходится «переворачивать», то есть записывать порядок нуклеотидов в нужном направлении:  $5' \rightarrow 3'$  или  $3' \rightarrow 5'$ .

*Пример задачи:*

Участок смысловой цепи молекулы ДНК имеет последовательность нуклеотидов АГТЦТА. Запишите последовательность нуклеотидов матричной цепи ДНК.

Решение:

Нуклеотиды матричной цепи ДНК подбираем по принципу комплементарности: А-Т (и наоборот), Г-Ц (и наоборот).

Смысловая цепь: АГТЦТА

Матричная цепь: ТЦАГАТ

*Пример задачи:*

Участок матричной цепи молекулы ДНК имеет последовательность нуклеотидов ЦЦТАГА. Запишите последовательность нуклеотидов иРНК и аминокислот в молекуле белка.

Решение:

Нуклеотиды для цепи иРНК подбираем по принципу комплементарности: А-У, Т-А, Г-Ц, Ц-Г. По таблице генетического кода определяем закодированные аминокислоты.

Матричная цепь ДНК: ЦЦТАГА

Цепь иРНК: ГГАУЦУ

Полипептидная цепь: гли-сер

*Пример задачи:*

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны:  $5'$ -концу одной цепи соответствует  $3'$ -конец другой цепи. Синтез нуклеиновых кислот начинается с  $5'$ -конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от  $5'$ - к  $3'$ -концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'-ГЦГГТАЦАТТТАГ-3'  
3'-ЦГЦАТГТТАААТЦ-5'

Определите последовательность аминокислот начала полипептида, если синтез начинается с аминокислоты Мет (метионин).

Решение:

Аминокислоте Мет в таблице генетического кода соответствует кодон иРНК АУГ или, если указать направление цепи, 5'-АУГ-3' (3'-ГУА-5').

Комплементарный этому кодону триплет на матричной цепи ДНК – 3'-ТАЦ-5' или, если записать его в обратном порядке, 5'-ЦАТ-3'. Триплет 5'-ЦАТ-3' встречается на верхней цепи ДНК, значит, она является матричной.

Нуклеотиды цепи иРНК подбираем по принципу комплементарности к матричной цепи ДНК.

Матричная цепь ДНК: 5'-ГЦГГТАЦАТТТАГ-3'  
Цепь иРНК: 3'-ЦГЦАУГУАААУЦ-5'

Трансляция на иРНК идёт в направлении 5'→3', поэтому запишем иРНК в удобной форме, то есть перевернём.

Цепь иРНК: 5'-ЦУАААУГУАЦЦГЦ-3'

Известно, что первая аминокислота полипептидной цепи – Мет. По имеющимся данным можно определить ещё две, которые соответствуют кодонам УАЦ и ЦГЦ. По таблице генетического кода найдём эти аминокислоты и запишем последовательность аминокислот начала полипептида: Мет-Тир-Арг.

*Пример задачи:*

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны: 5'-концу в одной цепи соответствует 3'-конец другой цепи. Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5'-конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5'- к 3'-концу. Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. В цепи нуклеиновых кислот могут иметься специальные комплементарные участки – палиндромы, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь – матричная):

5'-АГГТЦААГТТГТГАЦЦТ-3'  
3'-ТЦЦАГТТЦААЦАЦТГГА-5'

Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на этом фрагменте. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли тРНК. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудалён от концов палиндрома.

Решение:

Нуклеотидная последовательность участка тРНК, который синтезируется на матрице ДНК:

5'-АГГУЦААГУУГУГАЦЦУ-3'

Элементы палиндрома располагаются в начале и конце этого участка. Это 5'-АГГУЦА-3' и 3'-УЦЦАГУ-5':

5'-АГГУЦААГУУГУГАЦЦУ-3'

Эти участки способны образовывать водородные связи и формировать вторичную структуру, в данном случае – центральную петлю тРНК из пяти нуклеотидов. По условию антикодон тРНК равноудалён от концов палиндрома, значит, это второй, третий и четвёртый нуклеотиды петли, то есть 5'-ГУУ-3'.

Антикодон тРНК 5'-ГУУ-3' соответствует кодону иРНК 3'-ЦАА-5'. В таблице генетического кода кодоны иРНК приведены в направлении 5'→3', поэтому перевернём найденный кодон – 5'-ААЦ-3' (ААЦ).

В таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Асн (аспарагин). Её и будет переносить данная тРНК.

## Лекция 5

### Тема «Методика решения генетических задач по теме «Регуляция экспрессии генов»»

Вопросы для обсуждения:

- 1) Механизмы регуляции экспрессии генов у эукариот и прокариот.
- 2) Задачи на процессы реализации генетической информации.

Экспрессия генов – это реализация заложенной в них информации, то есть синтез РНК и белков. Другими словами, под экспрессией генов понимают их активность.

Действующие в клетках прокариот и эукариот регуляторные механизмы обеспечивают:

- возможность включения или выключения экспрессии гена в ответ на изменение внешних условий;
- программированное каскадное включение экспрессии многих генов.

В клетках живых организмов экспрессия генов регулируется: одни гены могут быть реализованы, другие – нет. Причем регуляция может осуществляться на разных этапах: может выполняться или нет транскрипция, из пре-мРНК в результате альтернативного сплайсинга могут образовываться разные мРНК, может блокироваться трансляция и др.

У эукариот, обладающих отграниченным от цитоплазмы ядерным содержимым и более сложным геномом, регуляция экспрессии генов намного разнообразнее и сложнее, чем у прокариот.

Важнейшим фактором регуляции генной активности являются элементы генома, отвечающие за синтез регуляторных белков, гены-регуляторы. Соединяясь с определенными нуклеотидными последовательностями ДНК,

предшествующими структурной части регулируемого гена, операторами, белки-регуляторы способствуют или препятствуют соединению РНК-полимеразы с промотором. Если белок-регулятор взаимодействует с оператором, занимающим часть промотора или расположенным между ним и структурной частью гена, то это не дает возможности РНК-полимеразе соединиться с промоторной последовательностью и осуществить транскрипцию. Такой белок называют репрессором, и в этом случае осуществляется негативный контроль экспрессии гена со стороны гена-регулятора. Если промотор обладает слабой способностью соединиться с РНК-полимеразой, а ему предшествует область, узнаваемая белком-регулятором, присоединение последнего непосредственно перед промотором к молекуле ДНК облегчает связывание РНК-полимеразы с промотором, а затем следует транскрипция. Такие белки называют активаторами (или апоиндукторами), а контроль экспрессии гена со стороны гена-регулятора – позитивным.

Типы регуляции работы оперона:

1. Негативная регуляция: связывание регуляторного белка с оператором репрессирует работу оперона.

Индукция: эффектор делает регуляторный белок неспособным связываться с оператором, структурные гены транскрибируются.

Репрессия: эффектор делает регуляторный белок способным связываться с оператором, структурные гены не транскрибируются.

2. Позитивная регуляция: связывание регуляторного белка с опероном активирует работу оперона.

Индукция: эффектор делает регуляторный белок способным связываться с оператором, структурные гены транскрибируются.

Репрессия: эффектор делает регуляторный белок неспособным связываться с оператором, структурные гены не транскрибируются.

### ***Регуляция экспрессии генов у прокариот***

У прокариот пока молекула РНК синтезируется на участке ДНК, она тут же может транслироваться (начиная с уже синтезированного конца). Поэтому у них регуляция экспрессии (активности) генов осуществляется почти исключительно на уровне ДНК, так как в РНК часто невозможно внести какие-нибудь изменения до ее трансляции.

В 1961 г. Жакобом и Моно была предложена модель оперона как системы регуляции генов у бактерий. Оперон состоит из промотора, оператора, структурных генов оперона (их может быть разное количество) и терминатора. В области промотора прикрепляется фермент РНК-полимераза. В области оператора присоединяется белок-репрессор, который кодируется отдельно отстоящим от оперона геном-регулятором (может быть сцеплен со своим опероном, а может находиться на расстоянии).

Если белок-репрессор соединяется с оператором, то транскрипция всех структурных генов оперона становится невозможной, так как РНК-полимераза не может перемещаться по цепи ДНК.

В свою очередь активность белка-репрессора может блокироваться определенным для него низкомолекулярным соединением — индуктором (тем или иным питательным веществом бактерий). В результате взаимодействия с индуктором белок-репрессор видоизменяется и уже не может присоединиться к оператору своего оперона. В этом случае гены оперона экспрессируются (т. е. на них идет синтез).

Бывает обратная ситуация, когда индуктор активирует белок-репрессор.

Таким образом, в зависимости от того, какие индукторы находятся в цитоплазме, у прокариот экспрессируются те или иные генные группы.

Вышеописанный механизм экспрессии генов относится к негативной регуляции, так как гены транскрибируются, если они не выключены репрессором. И наоборот: не транскрибируются, если выключены.

Кроме негативной регуляции у бактерий существует также позитивная. В этом случае вместо белка-репрессора действие оказывает белок-активатор. На эти белки также действуют индукторы, активируя или инактивируя их.

Также у прокариот были выявлены опероны, которые активируются двумя регуляторными белками, соединенными друг с другом.

### ***Регуляция экспрессии генов у эукариот***

У многоклеточных организмов в клетках разных тканей экспрессируются разные гены, т.е. для эукариот характерна дифференциальная экспрессия.

У эукариот, также как и у прокариот, существуют *регуляторные белки* с похожим механизмом действия. При этом для эукариот не характерна регуляция по типу оперона. Цистроны (транскрибируемые участки) эукариот обычно содержат по одному гену. (Это не касается геномов хлоропластов и митохондрий.)

*Конденсация и деконденсация хроматина.* Это наиболее универсальный метод регуляции транскрипции. Когда нужно экспрессировать определенные гены, хроматин в этом месте деконденсируется.

*Альтернативные промоторы.* У гена может быть несколько промоторов, каждый из которых начинает транскрипцию с разных его экзонов в зависимости от типа клетки. В конечном итоге будут синтезированы разные белки.

*Метилирование и деметилирование ДНК.* Метилирование ДНК происходит в регуляторных областях гена. Метилируется цитозин в последовательности ЦГ, после чего ген инактивируется. При деметилировании активность гена восстанавливается. Процесс регулируется ферментом метилтрансферазой.

*Гормональная регуляция.* При гормональной регуляции гены активируются в ответ на внешний химический сигнал (поступление в клетку определенного гормона). Этот гормон запускает те гены, которые имеют специфические последовательности нуклеотидов в регуляторных областях.

*Геномный импринтинг.* Это малоизученный способ регуляции экспрессии генов у эукариот. Он возможен только у диплоидных организмов

и выражается в том, что активность генов зависит, от какого из родителей они были получены. Выключение генов осуществляется путем метилирования ДНК.

*Альтернативный сплайсинг.* Это регуляция на уровне процессинга. При альтернативном сплайсинге порядок сшивки экзонов может быть различным. Отсюда следует, что на основе одной и той же нуклеотидной последовательности ДНК могут быть синтезированы разные белки. Хотя их отличие друг от друга будет в основном заключаться лишь в разных сочетаниях одних и тех же аминокислот.

Тканеспецифическое редактирование РНК также протекает на уровне процессинга. Выражается в замене отдельных нуклеотидов в РНК в определенных тканях организма.

Кроме того, у эукариот иРНК часто не подвергается процессингу вообще (а распадается) или подвергается с задержкой. Это также можно рассматривать как способ регуляции экспрессии генов.

*Регуляция стабильности иРНК.* У эукариот существует регуляция и на уровне трансляции, когда готовые иРНК не «допускаются» к рибосомам или разрушаются. Другие же иРНК могут дополнительно стабилизироваться для многократного использования.

*Посттрансляционная модификация белка.* Чтобы молекула полипептида превратилась в активную молекулу белка, в ней должны произойти различные модификации определенных аминокислот, должны быть сформированы вторичная, третичная и возможно четвертичная структуры. На этом этапе также можно повлиять на реализацию генетической информации, например, не дав молекуле сформироваться.

*Риборегуляторы.* Были обнаружены РНК, выполняющие регуляторные функции путем ослабления работы отдельных генов.

### ***Задачи на процессы реализации генетической информации***

#### ***Пример задачи:***

Ген состоит из 3 одинаковых смысловых (экзоны) и 4 одинаковых несмысловых (интроны) участков, причем интроны состоят из 120 нуклеотидов каждый, а весь ген имеет 1470 нуклеотидов. Сколько кодонов будет иметь про-мРНК, каждый экзон, мРНК и белок, закодированный в этом гене?

#### **Решение:**

Находим количество кодонов в про-мРНК. Один кодон состоит из трех нуклеотидов. Всего нуклеотидов 1470, значит в про-мРНК:  $(1470 / 3) = 490$  кодонов. мРНК состоит только из экзонов, общая длина которых будет:  $(1470 - 120 \times 4) = 990$  нуклеотидов. Следовательно, мРНК состоит из:  $(990 / 3) = 330$  кодонов. Столько же будет аминокислот в белке. Каждый экзон состоит из:  $(330 / 3) = 110$  кодонов.

*Пример задачи:*

Известно, что определенный ген эукариотической клетки содержит 4 интрона (два по 24 нуклеотида и два по 36 нуклеотидов) и 3 экзона (два по 120 нуклеотидов и один 96 нуклеотидов). Определите: количество нуклеотидов в мРНК; количество кодонов в мРНК; количество аминокислот в полипептидной цепи; количество тРНК, участвующих в трансляции.

Решение: Данная задача на этапы реализации генетической информации. Первым этапом является транскрипция, в результате проведения которой мы получаем про-мРНК. Вторым этапом реализации является процессинг – вырезание не смысловой части про-мРНК и получение цепи матричной РНК. Третьим этапом является трансляция в рибосомах и получение полипептидной цепи. Для определения количества аминокислот в цепи используем такие свойства генетического кода, как коллинеарность и триплетность.

Определим количество нуклеотидов в про-мРНК, так как она является слепком с гена, который ген состоит из суммы экзонной и интронной частей:  $2 \times 120 + 1 \times 96 + 2 \times 24 + 2 \times 36 = 456$ .

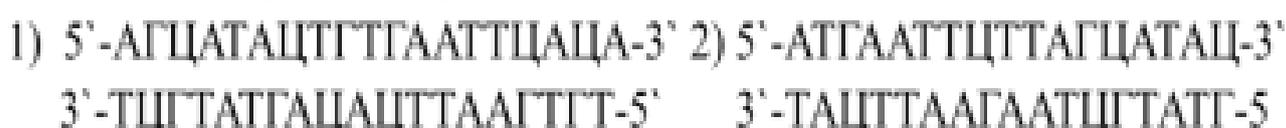
Определим количество нуклеотидов в зрелой мРНК, удалив интроны:  $456 - (2 \times 24 + 2 \times 36) = 336$  определим количество кодонов в зрелой мРНК, используя свойство триплетности генетического кода  $336 / 3 = 112$ .

Определим количество аминокислот в полипептидной цепи, используя принцип коллинеарности  $112$  кодонов =  $112$  аминокислот.

Определим количество тРНК, участвующих в трансляции, учитывая, что одна молекула тРНК доставляет в рибосому одну молекулу аминокислоты:  $112$  аминокислот =  $112$  тРНК.

*Пример задачи:*

Ниже приведены последовательности двух фрагментов ДНК, выделенных из организмов разных видов:



С помощью каких ферментов можно получить гибридную молекулу ДНК из этих фрагментов? Опишите последовательные этапы получения гибридной молекулы.

Решение:

На первом этапе необходимо разрезать представленные фрагменты ДНК разных видов с помощью подходящих рестрикционных ферментов. В данном случае можно использовать рестриктазу EcoRI:



Рестриктаза расщепит ДНК двух видов на четыре новых фрагмента 1а, 1б и 2а, 2б с липкими концами ААТТ и ТТАА:

1а)  
 5`-АГЦАТАЦТГТГ  
 3`-ТЦГТАТГАЦАЦТТАА  
 2а)  
 5`-АТГ  
 3`-ТАЦТТАА

1б)  
 ААТТЦАЦА-3`  
 ГТГТ-5`  
 2б)  
 ААТТЦТТАГЦАТАЦ-3`  
 ГААТЦГТАТГ-5`

В ходе второго этапа необходимо смешать нужные нам фрагменты 1а и 2б. В результате выступающие липкие концы скреплятся между собой, как им и положено, водородными связями в силу комплементарности.

5`-АГЦАТАЦТГТГ А-А-Т-Т-ЦТТАГЦАТАЦ-3`  
 3`-ТЦГТАТГАЦАЦ-Т-Т-А-АГААТЦГТАТГ-5`

Окончательное скрепление фрагментов 1а и 2б двух молекул ДНК производит специализированный фермент ДНК-лигаза, которая «сшивает» между собой сахарофосфатные остовы обоих фрагментов с образованием полной структуры двойной спирали ДНК.

*Пример задачи:*

Установите последовательность этапов получения штамма бактерий, содержащих ген животного, с использованием метода геной инженерии. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) введение гибридной плазмиды в клетку бактерии
- 2) выделение нужного фрагмента ДНК из клетки животного
- 3) подбор животного, содержащего необходимый аллель
- 4) встраивание фрагмента ДНК в плазмиду
- 5) размножение прокариотической клетки с гибридной плазмидой

Решение:

Этапы метода рекомбинантных плазмид:

Рестрикция – разрезание молекулы ДНК, например клетки млекопитающего, ферментами-рестриктазами на фрагменты с одинаковыми липкими концами и нужным геном. Лигирование – «вшивание» гена с липкими концами в плазмидную ДНК с помощью ферментов-лигаз и получение рекомбинантной плазмиды. Трансформация – введение рекомбинантной плазмиды в бактериальную клетку. Скрининг – отбор колоний бактерий, содержащих рекомбинантные плазмиды с нужным геном.

Последовательность будет следующая:

- подбор животного, содержащего необходимый аллель;
- выделение нужного фрагмента ДНК из клетки животного;
- встраивание фрагмента ДНК в плазмиду;
- введение гибридной плазмиды в клетку бактерии;
- размножение прокариотической клетки с гибридной плазмидой.

*Пример задачи:*

Как известно, при использовании клеточной инженерии при создании новых продуцентов широко применяют методику прото-пластирования (получения протопластов) как процесс конструкции гибридных структур.

В плане решения задачи получения новых продуцентов как источников новых ЛС предложите:

- схему получения протопластов и гибридных структур;
- условия сохранения протопластов; – конечные цели, достигаемые с помощью продуктов гибридной природы.

Решение:

Одним из способов модификации биообъекта с целью усиления его функциональной активности является метод клеточной инженерии. Клеточная инженерия – это техника обмена фрагментами ДНК, участками хромосом у прокариот и участками и целыми хромосомами у эукариот независимо от степени эволюции.

Для получения гибридных клеток применяют технику протопластирования, которая включает следующие этапы:

- выбор биообъектов (прокариот, эукариот);
- обработку клеточных стенок ферментами;
- стабилизацию протопластов (10% гипертонический раствор аннита, сахарозы, хлорида натрия);
- слияние протопластов в среде ПЭГ; для облегчения фузии клетки обрабатывают солями металлов, ферментами или быстроменяют температуру, т.е. делают их компетентными; при слиянии (фузии) получается протопласт с двумя наборами хромосом - диплоидный набор (рекомбинация ДНК);
- регенерацию (восстановление стенки протопласта).

Полученный гибрид засевают на плотную питательную среду. Чтобы отличить гибридную клетку от негибридной, необходимо на 4-й стадии включить еще один протопласт, несущий маркер. Маркер – это участок гена, кодирующий образование какого-либо фермента, который «заявляет» о себе при высеве на питательную среду, например маркер  $\beta$ -лактамаза. Если в питательной среде находится бензилпенициллин, то вырастут только клетки, содержащие  $\beta$ -лактамазу, а это могут быть только клетки-гибриды. При протопластировании и слиянии протопластов может происходить явление амплификации (увеличения) количества генов. Например, если амплифицируется ген, ответственный за синтез целевого продукта, то выход последнего (витамины, гормоны, антибиотики) соответственно увеличивается.

*Пример задачи:*

Довольно часто при получении ЛС биотехнологическими методами синтез метаболитов в суспензионной культуре останавливается на промежуточных этапах, не доходя до целевого продукта. В этом случае на помощь приходит биотрансформация (биоконверсия), которая особенно эффективна в бактериальных клетках, но в ряде случаев такой процесс можно провести и с помощью культур растительных клеток, осуществляющих самые различные реакции биотрансформации, такие, как гидроксирование, изомеризация, этерификация и т.д., что в результате приводит к структурно-функциональным изменениям трансформируемого химического соединения.

Успешно применяют биотрансформацию карденолидов, гликозиды которых широко распространены в практике лечения болезней сердца. В качестве примера можно привести биотрансформацию растения *Digitalis Lanata*.

Проанализируйте метод биотрансформации с точки зрения:

- оптимизации условий проведения биотрансформации как метода получения ЛС и ожидаемого результата данной биотрансформации;
- принципиального функционального отличия между тканями *Digitalis Lanata* и культурами клеток этого растения;
- целесообразности использования метода иммобилизации клеток растения *Digitalis Lanata*.

Решение:

Известно, что биотрансформация - метод, использующий локализованные в клетках растения ферменты, которые обладают способностью изменять функциональные группы добавляемых извне химических соединений. Этот метод применяют в основном для повышения биологической активности конкретной химической структуры посредством серии специфических химических реакций одним или несколькими последовательно связанными ферментами. В качестве примера можно привести биотрансформацию дигитокси-на в дигоксин клетками *Digitalis Lanata*. Использование в клинической практике дигоксина предпочтительнее вследствие меньшей его токсичности по сравнению с дигитоксином.

При этом необходимо отметить, что при экстрагировании БАВ из биомассы плантационно-выращиваемых растений преобладает в основном дигитоксин. При решении данной проблемы можно использовать недифференцированные культуры клеток (суспензии) *Digitalis Lanata*, которые сами по себе не образуют сердечных гликозидов, но вполне успешно могут осуществлять реакции биотрансформации субстратов, добавляемых в питательную среду.

Биотрансформация дигитоксина в дигоксин происходит за счет реакции 1,2-гидроксилирования, катализируемой ферментом, находящимся в клетках *Digitalis Lanata*. В данном случае целесообразно применять иммобилизацию растительных клеток путем встраивания их в альгинат кальция или в агарозные шарики, или в сетчатые структуры из нейлона, полиуретана и др. Иммобилизация растительных клеток дает преимущество по сравнению с суспензионными культурами:

- многократное использование биомассы;
- четкое отделение биомассы от продуктов метаболизма;
- увеличение продолжительности культивирования на стадии продуцирования;
- получение большего количества вторичных метаболитов.

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Тематика и задания к практическим занятиям

#### Практическое занятие 1

#### Тема «Клетка – структурная и функциональная единица живых организмов»

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. Определите число хромосом в клетках эндосперма семян лука в профазе и метафазе митоза, в начале и в конце телофазы митоза если клетки корешков лука содержат 16 хромосом. Ответ поясните.

2. Сколько молекул ДНК содержится в биваленте, образованном двумя гомологичными хромосомами? Сколько молекул ДНК содержится в трех бивалентах, образованных тремя парами гомологичных хромосом?

3. Сколько аутомосом содержится в соматической клетке лошади, если в диплоидном наборе 32 хромосомы? Сколько молекул ДНК содержится в ядре клетки перед началом и в конце митоза, в начале и в конце мейоза?

4. В результате мейоза клеток гороха посевного образовались клетки, содержащие по 7 хромосом. Сколько хромосом содержит клетка зародыша гороха посевного?

5. Соматические клетки козы содержат 60 хромосом. Как изменится число хромосом и молекул ДНК в ядре при гаметогенезе перед началом деления и в конце телофазы мейоза I? Объясните результаты в каждом случае.

6. Кариотип собаки включает 78 хромосом. Определите число хромосом и число молекул ДНК в клетках при овогенезе в зоне размножения и в конце зоны созревания гамет. Какие процессы происходят в этих зонах?

7. В культуре ткани человека произошло нарушение митоза, в результате 21 акроцентрическая хромосома переместилась к одному полюсу клетки. Какое количество хромосом оказалось в дочерних клетках после митоза?

8. Во время митоза в культуре ткани человека произошла элиминация (исчезновение) двух хромосом. Сколько хромосом, хроматид и ДНК будет в каждой образовавшейся клетке?

9. Если материнскую клетку шимпанзе ( $2n = 48$ ) обработать колхицином (вещество, препятствующее расхождению хромосом к полюсам, но не влияющее на редупликацию хромосом), то, сколько хромосом будет иметь дочерняя клетка, образовавшаяся в результате митоза?

10. Под действием радиации произошло нарушение расхождения хромосом в периоде размножения сперматогенеза у кролика ( $2n=44$  хромосомы). Одна пара хромосом не разошлась на хроматиды. Сколько хромосом и хроматид будут иметь клетки, образовавшиеся в результате сперматогенеза?

11 В клетке имеется три пары хромосом: пара метацентрических с генами *Aa*, пара субметацентрических с генами *Bb* и пара акроцентрических с

генами *Ss*. Сколько и каких хромосом получают дочерние клетки, образовавшиеся после мейоза?

*Ситуационные задачи для самостоятельного решения:*

1. Студенты изучают строение клеток листа элодеи под микроскопом с электрической подсветкой. Через некоторое время после изготовления препарата и его изучения, они наблюдают движение хлоропластов в клетках. Как вы думаете, каким образом происходит движение хлоропластов. Почему хлоропласты начали перемещаться спустя некоторое время после изучения препарата?

2. Под электронным микроскопом в цитоплазме гранулоцита околоушной слюнной железы выявлены многочисленные тельца размером до 20-25 нм, в которых при цитохимическом исследовании обнаружена резко позитивная реакция на белки и РНК. Что представляют эти структурные образования? Какие их разновидности Вам известны? Какие функции они выполняют?

3. Представлены три клетки. У одной – хорошо развиты микроворсинки, у другой – реснички, у третьей – жгутик. Приведите пример таких клеток, на каких процессах они специализированы?

4. Под электронным микроскопом на одной поверхности изолированной клетки были обнаружены реснички, на другой – десмосомы. Какая из них свободная, а какая контактирует с другими клетками? Для каких клеток характерен такой вид межклеточного контакта?

5. На апикальной поверхности клетки имеются многочисленные пальцевидные выросты цитоплазмы, покрытые снаружи плазмалеммой. Как вы думаете, что собой представляют эти выросты, и какие они выполняют функции?

6. Поверхность одной клетки образует многочисленные микровыросты цитоплазмы. Поверхность другой клетки гладкая. У какой из клеток активнее идет эндоцитоз?

7. С помощью микроманипулятора из клетки удалили центриоль клеточного центра. Как это отразится на дальнейшей жизнедеятельности клетки?

8. При патологических процессах обычно в клетках значительно увеличивается количество лизосом. На основании этого возникло представление, что лизосомы могут играть активную роль при гибели клеток. Однако известно, что при разрыве мембраны лизосом, выходящие гидролазы теряют свою активность, так как в цитоплазме слабощелочная среда. Объясните, какую роль играют лизосомы в данном случае, исходя из функциональной роли этого органоида в клетке.

9. Обычно, если клеточная патология связана с отсутствием в клетках печени и почек пероксисом, то организм с таким заболеванием нежизнеспособен. Дайте объяснение этому факту, исходя из функциональной роли этого органоида в клетке.

10. На электронной микрофотографии клетки видно, что ее поверхность образует многочисленные микровыросты цитоплазмы, а в цитоплазме присутствуют многочисленные лизосомы. Какова функция этой клетки?

11. Экспериментальному животному в течение длительного времени давали снотворные вещества. Какой органоид в клетках печени будет усиленно функционировать?

12. В клетках печени крысы суммарный объем митохондрий по отношению к общему объему клетки составляет 18,4%, в поджелудочной железе – 7,9%, в сердце – 35,8%. Объясните причину такой разницы в содержании митохондрий в клетках.

13. У пациента выявлено наследственное заболевание, связанное с дефектами в функционирования органоида клетки, приводящее к нарушениям энергетических функций в клетках – нарушению тканевого дыхания, синтеза специфических белков. Данное заболевание передается только по материнской линии к детям обоих полов. Объясните, в каком органоиде произошли изменения. Ответ обоснуйте.

14. С помощью микроманипулятора хирургическим путем амёбу разделили на два фрагмента: ядросодержащий и безъядерный. Какова дальнейшая судьба этих фрагментов и с чем она связана?

15. На препарате видны две клетки. Ядро одной из них содержит много интенсивно окрашенных глыбок хроматина. В другой клетке ядро светлое, хроматин распространен диффузно. Какой тип хроматина преобладает в той или иной клетках и чем они отличаются функционально?

16. В процессе судебного разбирательства в генетическую лабораторию для установления половой принадлежности была направлена свинина. После специальной обработки нескольких клеток было установлено, что их ядра не содержат полового хроматина. Животному какого пола принадлежали исследуемые структуры?

17. Культуру ткани обработали препаратом, избирательно разрушающим гистоновые белки. Какая структура при этом пострадает в первую очередь?

18. На электронной микрофотографии представлены две мембраны. Как идентифицировать мембрану ядра?

19. В результате митоза возникло две дочерние клетки. Одна из них вступает в стадию клеточного цикла, вторая – в результате дифференцировки теряет способность к размножению. Какова конечная судьба первой и второй клетки?

20. В процессе митоза диплоидной соматической клетки обычный его ход был нарушен, в результате чего образовалась одна одноядерная тетраплоидная клетка. Какие этапы митотического цикла прошли нормально? На каком этапе нормальное течение митоза было прервано? Какие причины нарушения нормального хода митотического деления могли привести к формированию одной полиплоидной клетки?

21. В клетке нарушился процесс синтеза белков тубулинов. К чему это может привести?

22. В клетках хорошо развита гранулярная эндоплазматическая сеть и комплекс Гольджи. Какую основную функцию выполняют эти клетки?

23. В клетках печени происходит активный синтез гликогена и белков. Какие виды органоидов должны быть хорошо развиты в этих клетках?

24. Как вы думаете, почему в ходе компактизации хроматина во время деления клетки хромосомы не переплетаются между собой и сохраняют свою целостность?

25. Молекулы липидов и белков в составе цитоплазматических мембран обладают латеральной подвижностью. Что собой представляет данное свойство? Какое значение для жизни клетки имеет подвижность липидов и белков мембран? Какие молекулы (белков или липидов) обладают большой подвижностью?

26. Предложите механизм движения цитоплазмы, основываясь на ее свойствах как тиксотропного геля.

27. Приведите примеры тканей человека, в которых клетки образуются постоянно.

## Практическое занятие 2

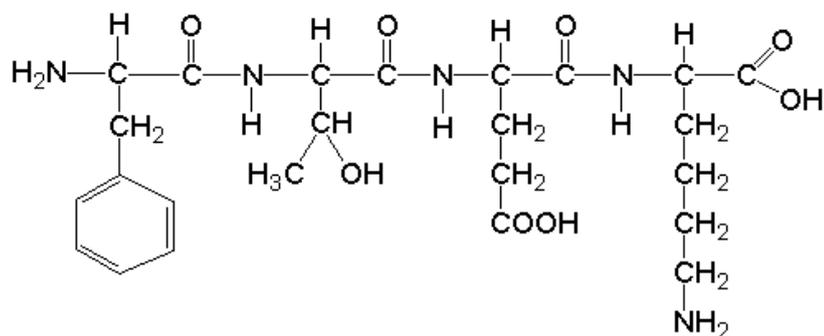
### Тема «Обмен веществ и превращение энергии в организме»

Задачи для самостоятельного решения:

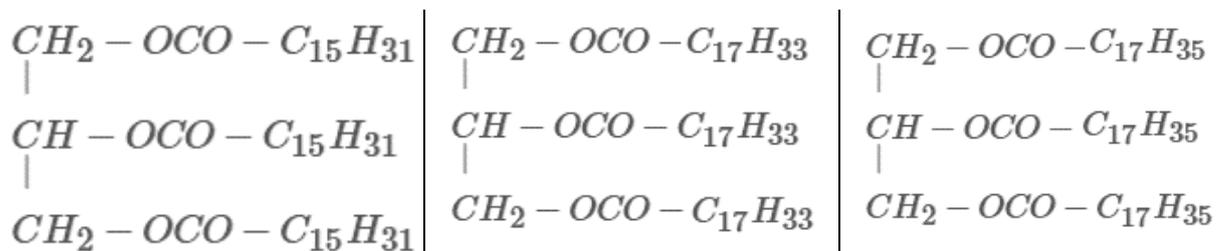
1. Сколько граммов глицерина было израсходовано клетками организма на синтез триглицерида, если известно, что при этом было затрачено 21 моль высших карбоновых кислот.

2. Сколько граммов метаболической воды может быть образовано в организме верблюда при полном окислении 250 г запасенного жира.

3. Рассмотрите структурную формулу пептида. Сколько пептидных связей содержится в его составе, укажите их стрелками. Сколько аминокислотных остатков входит в состав пептида?



4. Рассмотрите структурные формулы триглицеридов. Какой из них будет иметь наибольшую температуру плавления? Наименьшую? Объясните почему?



5. Из четырех разных аминокислот, молекулярные массы которых составляли 75, 89, 105 и 131, синтезировали тетрапептид. Определите его молекулярную массу.

6. В составе крахмала массовая доля амилозы составляет 20%, амилопектина – 80%. Растение образовало 405 грамм крахмала. Сколько остатков глюкозы вошло в состав амилозы.

7. Сколько молей  $\text{CO}_2$  и АТФ необходимо для синтеза 5 моль глюкозы в темновой фазе фотосинтеза?

8. Рассчитайте массу кислорода (г), необходимого для полного окисления 18 г. глюкозы в организме человека. Какое максимальное количество молей АТФ может при этом синтезироваться?

9. Дрожжи расщепили 90 г. глюкозы. При этом часть глюкозы подверглась полному окислению, а другая была расщеплена в ходе спиртового брожения. В результате образовалось 61,6 г. углекислого газа. Какое максимальное количество молей АТФ могло образоваться при этом в клетках дрожжей? Какая часть глюкозы (%) расщепилась в ходе брожения?

10. Молекула хлорофилла а содержит 2,72 % магния по массе. Чему равна минимальная молекулярная масса хлорофилла а, если атомная масса магния  $A(\text{Mg}) = 24,3$ .

11. В молекуле гемоглобина четыре гема. Гем построен из четырех пирольных колец и содержит двухвалентное железо. Молекула гема содержит 0,34 % железа по массе. Чему равна минимальная молекулярная масса гема в гемоглобине, если атомная масса железа  $A(\text{Fe}) = 55,8$ .

12. Молекула белка инулина человека содержит 0,562 % серы по массе. Чему равна минимальная молекулярная масса инулина, если атомная масса серы  $A(\text{S}) = 32$ .

13. Сколько молекул воды выделится в процессе поликонденсации при образовании сахарозы из 10 молекул глюкозы и 10 молекул фруктозы?

14. В лаборатории синтезировали трипептид, в состав которого вошли остатки одной и той же аминокислоты. Определите молекулярную массу использованной аминокислоты, если молекулярная масса трипептида равна 405.

15. Определите, сколько остатков глюкозы содержится в молекуле гликогена, если его относительная молекулярная масса составляет примерно  $1,62 \cdot 10^6$ .

16. В организме полному окислению при участии кислорода подверглось 72 грамма глюкозы. Определите массу (г) образовавшейся воды.

Сколько энергии (кДж) высвободилось, если при окислении 1 грамма глюкозы выделяется 17,6 кДж?

17. Сколько граммов кислорода необходимо для полного окисления 360 г глюкозы? Какое количество АТФ (моль) получит организм при таком окислении?

18. В организме человека при интенсивной мышечной работе было израсходовано 0,1 моль глюкозы. При этом полному аэробному расщеплению подверглось только 60 % глюкозы, а остальная часть была расщеплена в ходе брожения. Какое максимальное количество АТФ (моль) смог получить организм?

19. В процессе гликолиза образовалось 42 молекулы пировиноградной кислоты. Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образуется при полном окислении?

20. Сколько молекул АТФ будет запасаться в бактериальной клетке при неполном окислении 120 молекул глюкозы? Какие продукты при этом образуются? Ответ поясните.

### **Практическое занятие 3**

#### **Тема «Задачи на репликацию ДНК»**

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. Две молекулы ДНК равны по длине (1500 пар нуклеотидов), но отличаются по составу. Содержание А+Т одной молекулы составляет 30%, а другой – 60%. Сколько цитидиловых нуклеотидов находится в первой и второй молекуле ДНК.

2. Определите сколько цитозина содержит участок молекулы ДНК, если известно, что аденин составляет 30% от общего количества азотистых оснований этого участка и с ними связано 1440 остатков дезоксирибозы.

3. В образце ДНК позвоночного животного содержится 0,22 мг/моль дезоксирибозы и 0,03 мг/моль гуанина. Определите содержание аденина в данном образце ДНК.

4. Допустим, что ДНК в клетках кишечной палочки синтезируется со скоростью 100000 нуклеотидов в минуту, а для репликации хромосомы требуется 30 минут. Какова длина такой двуспиральной кольцевой хромосомы кишечной палочки в нуклеотидах, в парах нуклеотидов, в нанометрах.

5. В трансляции участвовало 75 молекул т-РНК. Определите количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка, а также число триплетов и-РНК и нуклеотидов в смысловой молекуле ДНК, которая кодирует данный белок.

6. Фрагмент транскрибируемой ДНК состоит из 102 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в и-РНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.

7. Фрагмент смысловой цепи молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов ЦАТГААААТГАТ. Установите нуклеотидную последовательность т-РНК, которая синтезируется на данном

фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК.

8. Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' – АЦАТГГГАТЦЦАТАТАТЦГЦГ – 3'

3' – ТГТАЦЦЦТАГГАТАТАГАЦГЦ – 5'

Ген содержит информативную и неинформативную части для трансляции. Информативная часть гена начинается с триплета, кодирующего аминокислоту метионин. С какого нуклеотида начинается информативная часть гена? Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи. Ответ поясните. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

9. Фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' – ГТЦАЦАГЦГАТЦААТ – 3'

3' – ЦАГТГТЦГЦТАГТТА – 5'

Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи. Какие изменения могли произойти в результате генной мутации во фрагменте молекулы ДНК, если вторая аминокислота в полипептиде заменилась на аминокислоту пролин? Какое свойство генетического кода определяет возможность существования разных фрагментов мутированной молекулы ДНК?

10. Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по и-РНК в направлении от 5' к 3' концу. Ретровирус в качестве генома содержит молекулу РНК. При заражении клетки он создаёт ДНК-копию своего генома и встраивает её в геном клетки-мишени. Фрагмент генома ретровируса имеет следующую последовательность: 5' -АЦГУАУГЦУАГАУГЦ-3'.

Определите последовательность фрагмента ДНК-копии, которая будет встроена в геном клетки-мишени. Определите последовательность фрагмента белка, синтезируемого на данном фрагменте ДНК-копии, если цепь, комплементарная исходной молекуле РНК, будет служить матрицей для синтеза и-РНК.

11. Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' – АГЦАТГГТААГЦТТТАЦТГАГЦТГЦ – 3'

3' – ТЦГТАЦАТТЦГАААТГАЦТЦГАЦГ – 5'

Определите верную открытую рамку считывания и найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что конечная часть полипептида, кодируемая этим геном, имеет длину более четырех аминокислот.

12. Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки – палиндромы, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли т-РНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов:



Установите нуклеотидную последовательность участка т-РНК, который синтезируется на данном фрагменте. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли т-РНК. Определите аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудален от концов палиндрома. Объясните последовательность решения задачи.

13. Молекулы т-РНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке: 5'–ЦГЦ–3', 5'–ЦЦУ–3', 5'–АЦГ–3', 5'–АГА–3', 5'–АГЦ–3'. Определите последовательность нуклеотидов смысловой и транскрибируемой цепей ДНК, и-РНК и аминокислот в молекуле синтезируемого фрагмента белка. Ответ поясните. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи. При выполнении задания учитывайте, что антикодоны тРНК антипараллельны кодонам и-РНК.

14. Определите количество остатков дезоксирибозы, содержащееся в участке молекулы ДНК, если известно, что и-РНК, синтезированная на этом участке, содержала 250 уридилых нуклеотидов, которые составляли 25% от общего числа нуклеотидов РНК.

15. В ходе эксперимента было установлено, что 30% общего числа нуклеотидов и-РНК приходится на урацил, 20% – на гуанин, а содержание цитозина равно содержанию аденина. Определите процентный состав азотистых оснований соответствующей двухцепочечной ДНК.

16. Определите количество молекул рибозы, использованной на синтез уридилых нуклеотидов, участвующих в построении и-РНК, если известно, что в состав некодирующей цепи ДНК входило 450 гуаниловых нуклеотидов, составляющих 15% от всех нуклеотидов, а другие виды нуклеотидов в этой цепи присутствовали в равных долях.

17. Определите, сколько молекул фосфорной кислоты пошло на синтез нуклеотидов, использованных для построения и-РНК, кодирующей белок цитохром С, состоящий из 112 аминокислот.

18. Какую длину имеет участок молекулы ДНК, кодирующий участок полипептида, содержащего 20 аминокислот, если расстояние между двумя нуклеотидами равно 0,34 нм.

19. Альфа-цепь молекулы гемоглобина содержит 141 аминокислоту. Какое минимальное количество нуклеотидов в и-РНК кодирует эту полипептидную цепь? Сколько кодонов одновременно размещается на рибосоме диаметром 25 нм, если каждый нуклеотид занимает 0,34 нм?

20. Мембранный рецептор, участвующий в транспорте холестерина в клетку, состоит из 900 аминокислот. Рассчитайте, сколько остатков дезоксирибозы содержит ген данного белка, если учесть, что на его кодирующую часть (экзоны) приходится только 6% нуклеотидов.

21. Рассчитайте относительную молекулярную массу гена (двух цепей ДНК), если известно, что в одной цепи запрограммирован белок с относительной молекулярной массой 1500, при условии, что относительная молекулярная масса одной аминокислоты в среднем равна 100, а одного нуклеотида – 345.

#### Практическое занятие 4

##### Тема «Алгоритм анализа расщепления при решении генетических задач»

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. Г. Мендель установил, что у гороха длинностебельность доминирует над короткостебельностью. Обозначим аллель длинностебельности  $A$ , короткостебельности –  $a$ . Определите типы и соотношения гамет, а также расщепление по генотипу и фенотипу в каждом из следующих скрещиваний:  $AA \times Aa$ ,  $Aa \times aa$ ,  $Aa \times Aa$ ,  $AA \times aa$ .

2. Клетки растений-альбиносов не способны синтезировать хлорофилл, поэтому такие растения погибают на стадии проростков. Альбинизм – рецессивный признак, тип взаимодействия аллелей, определяющих зеленую и альбиносную окраску, полное доминирование. Какого расщепления следует ожидать от скрещивания гетерозигот по альбинизму при учете растений: а) на стадии проростков; б) взрослых растений?

3. В 1905 г. У. Бэтсон повторил опыт Г. Менделя по скрещиванию гомозиготных растений гороха с желтыми и зелеными семенами. Семена растений  $F_1$  имели желтую окраску семядолей, а в  $F_2$  было получено 3903 семени с зелеными и 11 902 с желтыми семядолями. Подтвердил ли опыт Бэтсона справедливость закона расщепления? Проверьте вашу гипотезу, используя метод «хи-квадрат».

4. Рецессивный ген, контролирующий дефектность фермента халконфлавононизомеразы, в гомозиготном состоянии приводит к накоплению в лепестках цикламена желтого пигмента халкона. Какого расщепления следует ожидать от скрещивания гомозиготных белоцветковых и желтоцветковых цикламенов в первом и втором поколениях и в обоих возвратных скрещиваниях?

5. При скрещивании кошек породы Сфинкс (с полным отсутствием шерсти) с котами дикого типа все котята были дикого типа. В возвратном скрещивании нормальных котов из  $F_1$  с кошками без шерсти было получено 18 обычных котят и 22 – без шерсти. Решили проверить, какое расщепление получится в  $F_2$ . Получили 28 котят. Сколько из них будет иметь пушистую шкурку?

6. Растение, гетерозиготное по четырем независимо наследуемым генам ( $AaBbCcDd$ ), самоопыляется. С какой вероятностью в первом поколении появятся растения с генотипами:  $aabbccdd$ ,  $aaBBccDD$ ,  $aabbCcDd$ ?

7. При скрещивании растений львиного зева с розовыми зигоморфными цветками между собой было получено следующее расщепление: с красными зигоморфными – 39, с розовыми зигоморфными – 94, с желтыми зигоморфными – 45, с красными пилорическими – 15, с розовыми пилорическими – 28, с желтыми пилорическими – 13. Объясните полученное расщепление, проверьте вашу гипотезу с помощью метода  $\chi^2$ . Определите генотипы родителей.

8. От скрещивания черной курицы без гребня с красным петухом, имеющим гребень, все потомки первого поколения имели гребень и черное оперение. Какие признаки рецессивные, какие – доминантные? Какого расщепления по фенотипу следует ожидать среди 148 потомков второго поколения, если гены, контролирующие эти признаки, наследуются независимо?

9. На Центральной станции по генетике сельскохозяйственных животных А. С. Серебровский провел следующее скрещивание кур:

$P$ : павловский петух             $\times$             орловские куры  
(лохмоногий, черный)                            (голоногие, рыжие)

$F_1$ :    34 голоногих черных цыпленка

$F_2$ :    118 голоногих черных цыплят

         47 голоногих рыжих цыплят

         49 лохмоногих черных цыплят

         15 лохмоногих рыжих цыплят

Объясните результаты скрещиваний. Определите генотипы родителей. Проверьте ваше предположение с помощью метода  $\chi^2$ . Что получится, если особей первого поколения скрестить с родителями?

10. У человека доминантный ген  $D$  определяет наличие на поверхности эритроцитов антигена резус-фактора (фенотип  $Rh^+$ ), его рецессивный аллель обуславливает отсутствие этого антигена (фенотип  $Rh^-$ ). Генотип жены –  $DdIBiB$ , мужа –  $DdIAi0$ . Какова вероятность рождения резус-положительного ребенка с IV группой крови у этой супружеской пары?

## Практическое занятие 5

Тема «Решение задач на дигибридное и полигибридное скрещивание»

Задачи для самостоятельного решения:

1. У человека ген курчавых волос ( $A$ ) не полностью доминирует над геном прямых волос, а оттопыренные уши ( $b$ ) являются рецессивным признаком. Обе пары генов находятся в разных хромосомах. В семье, где

родители имели нормальные уши и один – курчавые волосы, а другой – прямые, родился ребёнок с оттопыренными ушами и волнистыми волосами. Их второй ребёнок имел нормальные уши. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, их родившихся детей и вероятность дальнейшего появления детей с оттопыренными ушами и волнистыми волосами.

2. Группа крови и резус-фактор – аутосомные, несцепленные признаки. Группа крови контролируется тремя аллелями одного гена. Аллели  $I^A$  и  $I^B$  доминируют над аллелем  $I^0$ . Первую группу (0) определяют рецессивные гены, вторую группу (A) определяет доминантный аллель, третью группу (B) также определяет доминантный аллель, а четвёртую (AB) – оба доминантных аллеля одновременно. Положительный резус-фактор (R) доминирует над отрицательным (r). Женщина со второй резус-положительной кровью, имеющая сына с первой резус-отрицательной кровью, подала заявление в суд на мужчину с третьей резус-положительной кровью для установления отцовства. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и ребёнка. Может ли этот мужчина быть отцом ребёнка? Объясните механизм наследования признаков группа крови и резус-фактор.

3. Аниридия (отсутствие радужной оболочки глаза) у человека и брахидактилия (укороченные фаланги пальцев, в гомозиготном состоянии ген летален) – аутосомно-доминантные признаки. Могут ли родиться абсолютно здоровые дети в семье, где мать страдает аниридией и имеет пальцы нормальной длины, а отец – с нормально развитой радужной оболочкой глаза и короткими пальцами. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы возможных потомков и вероятность рождения абсолютно здоровых детей.

4. Курица и петух черные хохлатые. От них получены цыплята: 7 черных и 3 бурых хохлатых, 2 черных и 1 бурый без хохла. Как наследуются указанные признаки у кур? Каковы генотипы родительских особей? Какое потомство можно ожидать от скрещивания родительской особи с потомком бурого оперения и без хохла?

5. Масса плода у одного сорта тыквы определяется тремя парами генов, причем, сочетание всех доминантных аллелей дает плоды массой 3 кг, а сочетание всех рецессивных аллелей – плоды массой 1,5 кг. Каждый доминантный ген добавляет к массе плода 500 г. При скрещивании 3-х килограммовых тыкв с 1,5 килограммовыми все потомки дают плоды массой 2,25 кг. Какой будет масса плодов у гибридов при скрещивании тыкв массой 2 кг с тыквами массой 3 кг?

6. Дикий тип норки имеет темно-коричневую, почти черную окраску меха. Для промышленных целей селекционеры создали несколько линий норки, отличающихся по окраске. Две такие чистые линии – платиновая (сине-серая) и алеутская (голубовато-серая) – использовались в скрещиваниях с результатами:

Родители	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
1) Дикий х платиновый	Дикий	13 диких; 4 платиновых
2) Дикий х алеутский	Дикий	27 диких; 10 алеутских
3) Платиновый х алеутский	Дикий	108 диких; 35 платиновых; 37 алеутских; 12 светло-голубых

7. Так называемые японские вальсирующие мыши имеют тенденцию бегать кругами, кроме того, они глухи. Эти аномалии обусловлены рецессивным аутосомным геном (t). В лаборатории линии мышей произошла мутация, которая привела к аномалии того же типа: как оказалось, эта аномалия также обусловлена рецессивным аутосомным геном, который обозначили *ci* – кружащиеся мыши. Вальсирующий самец скрещен с кружащимися самками. У мышей первого поколения этих дефектов не обнаружено. Поясните аллельными или неаллельными являются указанные гены по отношению друг к другу? Напишите схему скрещивания. Какая часть мышат с дефектами ожидается в потомстве от скрещивания мышей первого поколения между собой и от скрещивания самки первого поколения с ее отцом?

8. Какое расщепление (в %) по фенотипу следует ожидать во втором поколении моногибридного скрещивания при неполном доминировании по признаку завитых перьев у кур (встречаются еще птицы с нормальными перьями и со специфическими шерстистыми перьями, которые быстро выпадают, оставляя птиц голыми), если жизнеспособные женские гаметы образуются с частотой 0,3A : 0,7a; жизнеспособные мужские гаметы образуются с частотой 0,8A : 0,2a.

9. В локусе *white* дрозофилы известна серия множественных аллелей, определяющая окраску глаз от темно-красного до белого цвета, причем каждый предыдущий аллель по мере убывания интенсивности окраски полностью доминирует над последующим. Приводим часть этой серии аллелей:  $w^+$  (красный цвет глаз) >  $w^{bl}$  (кровавый) >  $w^{co}$  (коралловый) >  $w^a$  (абрикосовый) >  $w^{bf}$  (рыжий) >  $w$  (белый). Сколько различных генотипов и фенотипов возможно при участии этих аллелей? Запишите их.

10. Хохлатые утки гетерозиготны по гену А, который в гомозиготном состоянии вызывает гибель эмбрионов. Рецессивная аллель этого гена обуславливает нормальное развитие признака. От скрещивания хохлатых уток и селезней было получено 38 утят.

А) Сколько типов гамет может образовать хохлатая утка?

Б) Сколько утят не вылупились из яиц?

В) Сколько утят, полученных в этом скрещивании, могли быть хохлатыми?

Г) Сколько всего нужно положить яиц в инкубатор, чтобы получить 38 утят?

11. Определите вероятность рождения детей с различными фенотипами в семье, где один из родителей носитель доминантного аутосомного гена

арахнодактилии, а второй нормален. Известно, что пенетрантность этого гена составляет 20 %.

12. Врожденный сахарный диабет обусловлен рецессивным аутосомным геном  $d$  с пенетрантностью у женщин 90 %, у мужчин – 70 %. Определите вероятность появления различных фенотипов у детей в семье, где оба родителя являлись гетерозиготными носителями этого гена.

13. Синдром Ван дер Хеве наследуется как доминантный аутосомный плейотропный ген, определяющий голубую окраску склеры, хрупкость костей, глухоту. Пенетрантность признаков различна: по голубой окраске склеры – 100 %, по хрупкости костей – 63 %, по глухоте – 60 %. Носитель голубой склеры, нормальный в отношении других признаков синдрома, вступает в брак с нормальной женщиной, происходящей из благополучной по данному заболеванию семьи. Определите вероятность рождения в этой семье глухих детей с признаками хрупкости костей.

14. От одной пары домашних птиц за некоторый промежуток времени было получено 140 цыплят, из них 45 курочек, а остальные – петушки. Объясните, почему от этой пары в потомстве было неравное соотношение полов

15. У азиатской щулки коричневая окраска определяется геном  $B$ , а голубая –  $b$ . Ген  $B$  может находиться в  $X$ - и  $Y$ - хромосомах, а его аллель никогда не встречается в  $Y$ -хромосоме. Если скрещивается голубая самка с гомозиготным коричневым самцом, то какое потомство будет в первом и втором поколениях? Самки у этой аквариумной рыбки являются гомогаметным полом.

16. У мышей ген окраски шерсти расположен в аутосоме. Желтая окраска доминирует над темно-серой, при этом гомозиготные зародыши желтых мышей гибнут на ранней стадии развития. Ген, определяющий форму хвоста, сцеплен с  $X$ -хромосомой. Изогнутый хвост доминирует над прямым. При скрещивании желтых мышей с изогнутым хвостом между собой в их потомстве появился темно-серый самец с прямым хвостом. Какова вероятность (%) рождения у этой пары среди самок темно-серых особей с изогнутым хвостом?

17. У некоторых пород кур гены, определяющие белый цвет и полосатую окраску оперения, сцеплены с  $Z$ -хромосомой. Полосатость доминирует над белой сплошной окраской. На птицеферме белых кур скрестили с полосатыми петухами и получили полосатое оперение как у петухов, так и кур. Затем полученных от первого скрещивания особей скрестили между собой и получили 615 полосатых петухов, 620 полосатых и белых кур. Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений.

18. У человека псевдогипертрофическая мускульная дистрофия (смерть в 10-20 лет) в некоторых семьях зависит от рецессивного, сцепленного с полом гена. Болезнь зарегистрирована только у мальчиков. Почему, если больные мальчики умирают до деторождения, эта болезнь не элиминируется из популяции?

19. В Северной Каролине (США) изучали появление в некоторых семьях лиц, характеризующихся недостатком фосфора в крови. Это явление было связано с заболеванием специфической формой рахита, не поддающейся лечению витамином D. В потомстве от браков 14 мужчин, больных этой формой рахита, со здоровыми женщинами родились 21 дочь и 16 сыновей. Все дочери страдали недостатком фосфора в крови, а все сыновья были здоровы. Какова генетическая обусловленность этого заболевания? Чем оно отличается от гемофилии?

20. У человека одна из форм агаммаглобулинемии обусловлена сцепленным с X-хромосомой рецессивным геном. Талассемия наследуется как аутосомный доминантный признак и наблюдается в двух формах: у гомозигот – тяжелая, часто смертельная, у гетерозигот – менее тяжелая. Женщина, не страдающая агаммаглобулинемией, но с легкой формой талассемии, в браке со здоровым мужчиной, но с агаммаглобулинемией, имеет сына с агаммаглобулинемией и легкой формой талассемии. Какова вероятность рождения в семье среди детей сына с аномалиями и без аномалий?

### **Практическое занятие 6-7**

#### **Тема «Решение задач на сцепление генов и кроссинговер»**

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. У кукурузы гены коричневой окраски (А) и гладкой формы (В) семян сцеплены друг с другом и находятся в одной хромосоме, рецессивные гены белой окраски и морщинистой формы семян также сцеплены. При скрещивании двух растений с коричневыми гладкими семенами и белыми морщинистыми семенами было получено 400 растений с коричневыми гладкими семенами и 398 растений с белыми морщинистыми семенами. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских форм и потомства. Обоснуйте результаты скрещивания, укажите какой закон наследственности действует в данном случае.

2. У василька признак рассеченности листьев доминирует над цельными листьями, а синяя окраска цветков – над розовой. При анализирующем скрещивании получено потомство четырех фенотипических классов:

- 1) 358 растений с рассеченными листьями и синими цветками;
- 2) 342 растения с цельными листьями и розовыми цветками;
- 3) 153 растения с рассеченными листьями и розовыми цветками;
- 4) 147 растений с цельными листьями и синими цветками.

Сколько процентов растений будут иметь рассеченные листья и розовые цветки от скрещивания особей первого и четвертого фенотипических классов между собой, учитывая, что признаки наследуются также, как при анализирующем скрещивании?

3. Известно, что гены гемофилии и дальтонизма – рецессивные и локализованы в X-хромосоме, расстояние между ними 6,8 морганид. Здоровая девушка, гетерозиготная по обоим признакам, выходит замуж за мужчину – дальтоника. Причем, ген дальтонизма она получила от матери, а ген

гемофилии – от отца. Определите, какая вероятность (в процентах) появления в этой семье детей, страдающих дальтонизмом.

4. Составьте карту хромосомы, содержащую гены А, В, С, D, Е, если частота кроссинговера между генами С и Е равна 10%, С и А – 1%, А и Е – 9%, В и Е – 6%, А и В – 3%, В и D – 2%, Е и D – 4%.

5. При скрещивании душистого горошка, имеющего яркую окраску цветов и усики на листьях, с растением с бледной окраской цветков и без усиков на листьях, получено первое поколение, состоящее из растений с яркими цветками и усиками на листьях. Во втором поколении этого скрещивания получено расщепление: 424 растения с яркими цветками и усиками, 99 бледных с усиками, 102 ярких без усиков, 91 бледных без усиков. Всего: 716 растений. Объясните полученные результаты.

6. У *Drosophila melanogaster* признаки желтого тела (*yellow*) и киноварных глаз (*vermilion*) сцеплены с полом и рецессивны по отношению к серому телу и красным глазам нормальных особей. Гены желтого тела и киноварных глаз расположены на расстоянии 28 сМ. Ген зачаточных крыльев рецессивен и локализован в одной из аутосом. Скрещена гомозиготная желтая красноглазая длиннокрылая самка с гомозиготным серым киноварным зачаточнокрылым самцом. Каким будет потомство от скрещивания: а) самки из первого поколения с желтым киноварным зачаточнокрылым самцом; б) самца из первого поколения с желтой киноварной зачаточнокрылой самкой?

7. Сцепленные гены С и В дают 20 %, а D и F – 40 % кроссинговера. Гены С и В лежат в одной хромосоме, а D и F – в другой. Какие и с какой частотой будут образовываться гаметы у особи с генотипом:

$$\frac{CB}{Cb} \frac{Df}{dF}$$

8. У человека рецессивный ген *c* обуславливает цветовую слепоту (протанопию), а рецессивный ген *d* – мышечную дистрофию Дюшена. Оба признака определяются генами, локализованными в X-хромосоме. По родословной одной многодетной семьи получены следующие данные: здоровая женщина с нормальным зрением, отец которой страдал мышечной дистрофией, а мать – нарушением цветового зрения, вышла замуж за здорового мужчину с нормальным цветовым зрением. От этого брака родилось 8 мальчиков и 3 девочки. Из них три девочки и один мальчик были здоровы и имели нормальное зрение. Из остальных семи мальчиков 3 страдали мышечной дистрофией, 3 – цветовой слепотой и 1 – обоими заболеваниями. По этим данным была дана приблизительная (ввиду малочисленности материала) оценка расстояния между генами *c* и *d*. Укажите это расстояние.

9. Растение кукурузы, гетерозиготное по трем генам, скрещено с растением, гомозиготным по трем рецессивным аллелям этих генов. В потомстве наблюдалось следующее расщепление по фенотипу:

<i>ABD</i>	– 3200	<i>abd</i>	– 3050
<i>Abd</i>	– 800	<i>aBD</i>	– 540
<i>AbD</i>	– 90	<i>aBd</i>	– 101
<i>abD</i>	– 830	<i>Abd</i>	– 451
		<u>Всего:</u>	9062

Определить расстояние между генами, порядок расположения их в хромосоме, генотип гетерозиготного родителя. Имеет ли место интерференция и каково ее значение?

10. Было установлено, что у особи с генотипом *AaBbCc* гены *B* и *C* сцеплены, а ген *A* находится в другой группе сцепления. Сколько и какие гаметы будут образовываться у такой особи, если между генами *B* и *C* происходит кроссинговер с частотой 40 %?

### Практическое занятие 8

**Тема «Изменчивость организмов. Генетическая структура популяции»**

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. Популяция состоит из 240 особей с генотипом *BB* и 260 особей с генотипом *Bb*. Какова частота встречаемости в данной популяции доминантного и рецессивного аллелей гена?

2. В популяции на долю аллеля *A* приходится 80% от всех аллелей аутосомного гена. Определите частоту встречаемости генотипов в популяции.

3. В популяции имеется три генотипа по аутосомному гену в следующем соотношении: 9*AA* : 6*Aa* : 1*aa*. Определите частоту встречаемости аллелей *A* и *a* в популяции.

4. Подагра встречается у 2% людей и обусловлена доминантным геном. У женщин ген подагры не проявляется, у мужчин его пенетрантность равна 20%. Определите генетическую структуру популяции по анализируемому признаку, исходя из представленных данных.

5. В популяции частота встречаемости аллеля второй группы крови составляет 30%, а аллеля третьей группы крови – 60%. Определите частоту встречаемости людей с первой группой крови в популяции.

6. У озимой ржи антоциановая (красно-фиолетовая) окраска всходов определяется доминантным аллелем *A*, зеленая – рецессивным аллелем *a*. На участке площадью 1000 м<sup>2</sup> произрастает 300 тысяч растений, из них 75 тысяч имеют зеленую окраску всходов. Какова частота аллеля *a* в данной популяции.

7. В один сосуд помещено 10 пар мух дрозофилы из линии с рецессивными коричневыми глазами и 40 пар из красноглазой линии. Какое соотношение фенотипов будет в *F*<sub>5</sub> при условии полной панмиксии.

8. На пустынный остров случайно попало одно зерно пшеницы, гетерозиготное по некоторому гену *B*. Оно возшло и дало начало серии

поколений, размножающихся путем самоопыления. Каким будет доля гетерозиготных растений среди представителей шестого поколения?

9. В одной панмиктической популяции частота аллеля равна 0,2; в другой популяции – 0,8. В какой популяции больше гетерозигот.

10. В популяции, подчиняющейся закону Харди-Вайнберга насчитывается 1000 растений валерианы лекарственной, причем 96% из них имеют розоватые цветки (доминантный признак). Сколько среди них будет гетерозиготных?

11. Каждая двадцатая гамета в популяции содержит рецессивный аллель, вызывающий глухоту. Определите ожидаемую частоту рождения детей с этим видом глухоты, если популяция находится в равновесии и подчиняется закону Харди-Вайнберга.

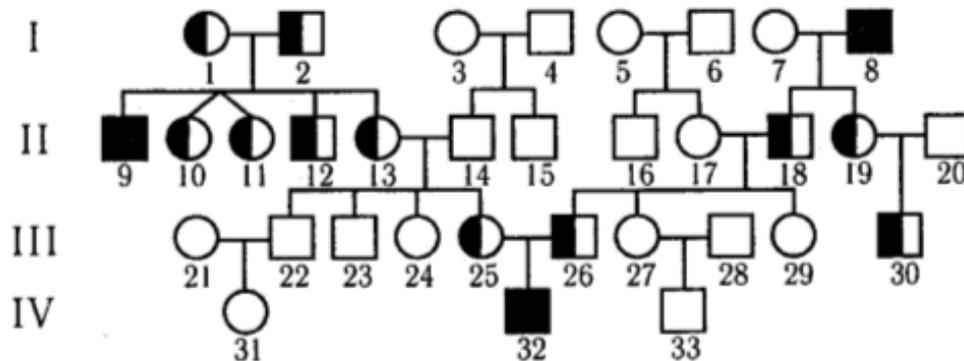
12. В Канаде 7% мужского населения страдает дальтонизмом (признак рецессивный, сцеплен с полом). Какой процент женского населения, не болея дальтонизмом, является носительницами аллеля дальтонизма?

### Практическое занятие 9

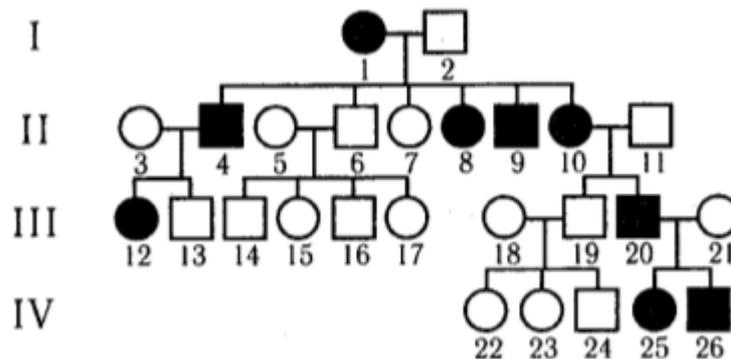
#### Тема «Методы генетики человека»

Задачи для самостоятельного решения:

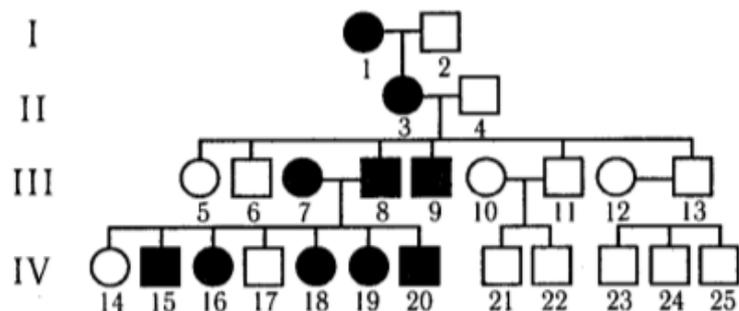
1. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



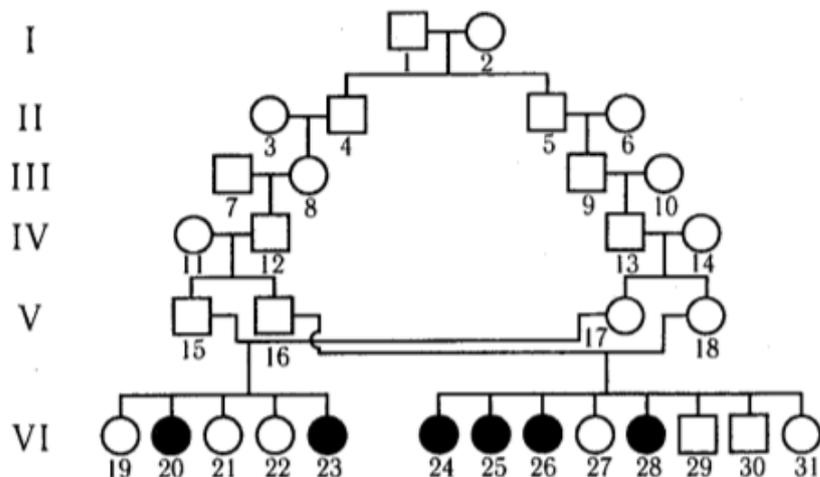
2. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



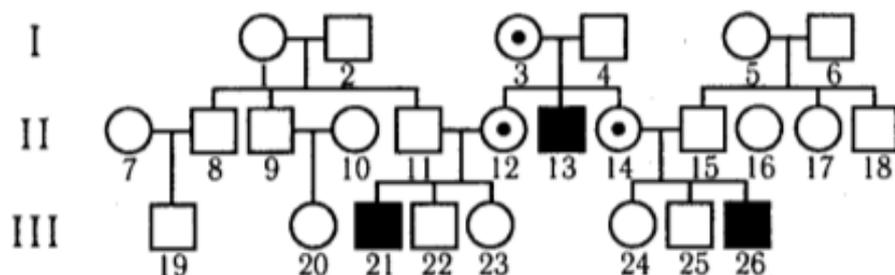
3. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



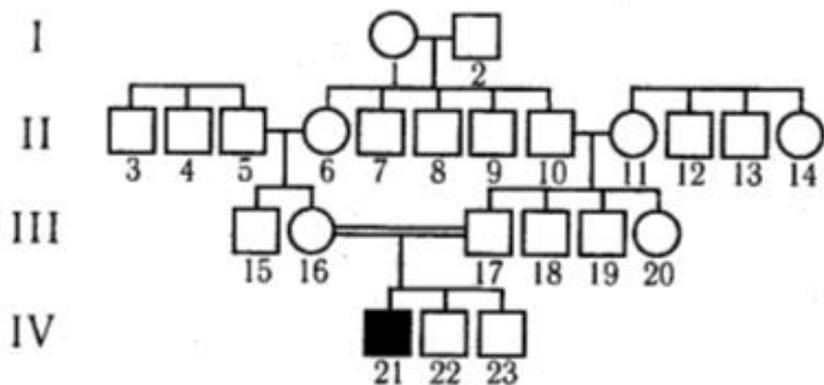
4. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



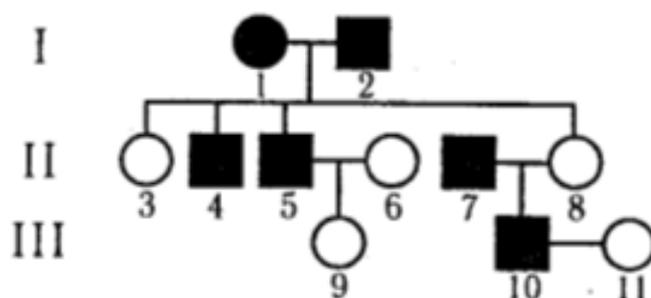
5. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



6. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



7. Определите характер наследования признака и укажите генотипы всех членов родословной:



8. Пробанд – здоровая женщина, имеет двух здоровых братьев и двух братьев, больных алькаптонурией (выделение с мочой гомогенизиновой кислоты). Мать пробанда здорова и имеет двух здоровых братьев. Отец пробанда болен алькаптонурией и приходится двоюродным братом своей жены. У него есть здоровые брат и сестра. Бабушка по линии отца была больной и состояла в браке со своим здоровым двоюродным братом. Бабушка и дедушка пробанда по линии матери здоровы, отец и мать деда также здоровы, при этом мать дедушки приходится родной сестрой прадедушки пробанда со стороны отца. Определите вероятность рождения больных алькаптонурией детей в семье пробанда при условии, если она выйдет замуж за здорового мужчину, мать которого страдала алькаптонурией. Постройте родословную.

9. Пробанд страдает легкой формой серповидно-клеточной анемии. Его супруга здорова, они имеют дочь также с легкой формой анемии. Мать и бабушка пробанда страдали этой же формой анемии, остальные сибсы (братья и сестры) матери и ее отец здоровы. У жены пробанда есть сестра, больная легкой формой анемии, вторая сестра умерла от анемии. Мать и отец жены пробанда страдали анемией. Кроме того, известно, что у отца было два брата и сестра с легкой формой анемии, и что в семье сестры отца двое детей умерли от анемии. Определите вероятность появления детей с тяжелой формой анемии в семье дочери пробанда, если она выйдет замуж за такого же мужчину, как его отец. Постройте родословную.

10. Пробанд здоров, отец пробанда болен эпидермолизом буллезным (образование пузырей при травмах). Мать и ее родственники здоровы. Две сестры пробанда здоровы, один брат болен. Три дяди со стороны отца и их дети здоровы, а три дяди и одна тетя больны. У одного больного дяди от первого брака есть больной сын и здоровая дочь, а от второго брака больные дочь и сын. У второго больного дяди есть две здоровые дочери и больной сын. У третьего больного дяди – два больных сына и две больные дочери. Бабушка по отцу больна, а дедушка здоров, здоровы были две сестры и два брата бабушки. Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда при условии, что он вступит в брак со здоровой женщиной. Постройте родословную.

## Практическое занятие 10-11

### Тема «Решение задач по молекулярной биологии и генной инженерии»

Задачи для самостоятельного решения:

1. Имеется последовательность из 39 нуклеотидных пар двухцепочечной ДНК следующего состава:

5`-ЦЦТТАГГЦЦТГААТТААГГЦААТАГТГТГААТТЦАЦАТГ-3`

3`-ГГААТЦЦГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТАЦ-5`

Каким способом и на сколько частей можно разрезать данную ДНК?

2. Имеется последовательность из 27 нуклеотидных пар двухцепочечной ДНК следующего состава:

5`- ЦТГААТТАГГАТЦЦАГГЦААТАГТГТГ -3`

3`- ГАЦТТААТЦЦТАГГТЦЦГТТАТЦАЦАЦ-5`

Каким способом и на сколько частей можно разрезать представленную ДНК?

3. Ниже приведён фрагмент ДНК:

5`-ГГЦЦТГААТТААГГЦААТАГТГТГААТЦААТТААГГ-3`

3`-ЦЦГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТАГТТААТТЦЦ-5`

можно ли его встроить, если использовать рестриктазу *Hind III*?

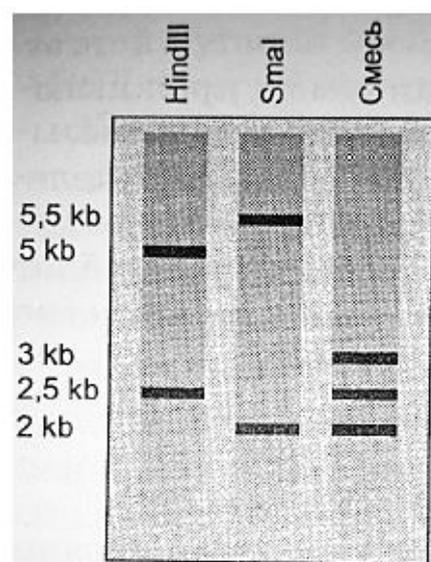
4. Рестрикционный фермент *Hind III* разрезает ДНК по последовательности ААГЦТТ. Насколько часто этот фермент будет разрезать двухцепочечную ДНК? (Иными словами, какова средняя длина фрагментов разрезанной ДНК?)

5. Гаплоидный набор генома человека содержит около  $3 \times 10^9$  нуклеотидных пар (н.п.) ДНК. Если вы порежете человеческую ДНК рестрикционным ферментом *EcoRI*, узнающим гексамерную последовательность ГААТТЦ, то сколько различных рестрикционных фрагментов будет получено?

6. Молекула ДНК величиной 10 кб (читаем «десять килобаз»; 1 килобаза = 1 000 пар нуклеотидов/оснований) была разрезана на фрагменты двумя рестриктазами. При разрезании рестриктазой *EcoRI* ДНК разрезается на фрагменты 2 и 8 кб. При разрезании рестриктазой *BamI* на фрагменты 3 и 7 кб. Постройте карту рестрикции, учитывая, что ДНК, разрезанная сразу двумя рестриктазами, состоит из фрагментов 1, 2 и 7 кб.

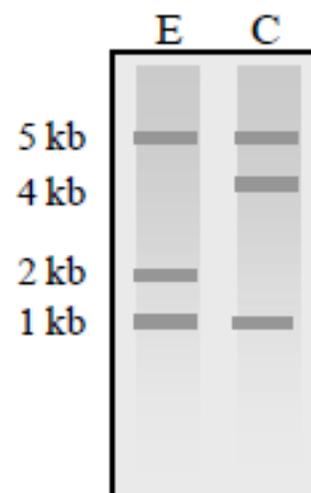
7. Кольцевая молекула ДНК была разрезана на фрагменты двумя рестриктазами. При разрезании рестриктазой А ДНК разрезается на фрагменты 2 и 8 кб. При разрезании рестриктазой Б на фрагменты 1 и 9 кб. Постройте карту рестрикции, учитывая, что ДНК, разрезанная сразу двумя рестриктазами, состоит из фрагментов 1, 2, 3 и 4 кб.

8. Линейный фрагмент ДНК разрезается ферментами *Hind* III и *Sma* I, а затем двумя ферментами вместе. В результате проведенного электрофореза в агарозном геле с последующим окрашиванием этидиум бромидом на электрофореграмме получена картина, представленная на рисунке. Постройте рестрикционную карту для исходной молекулы ДНК.

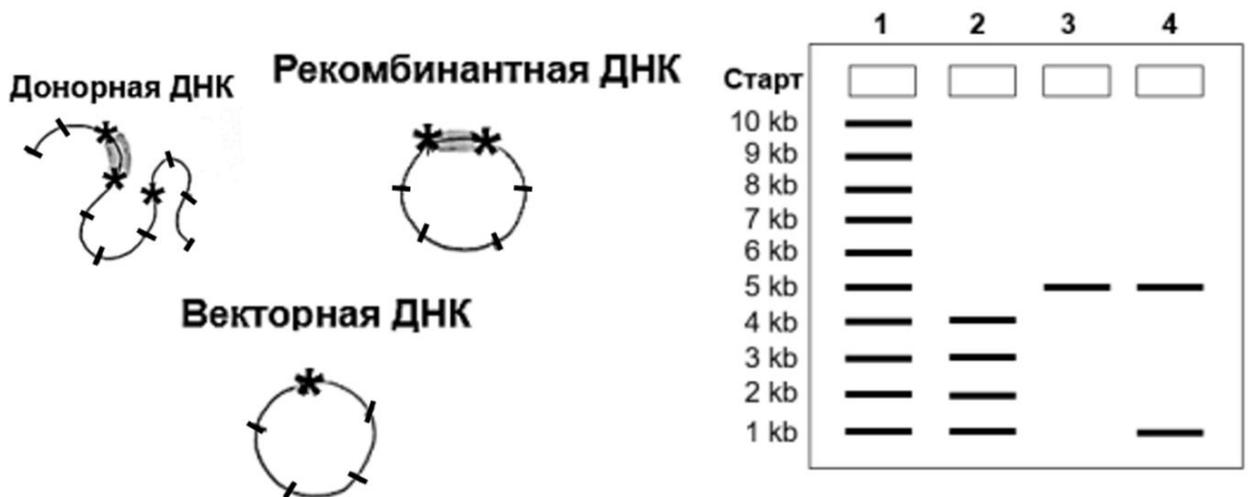


9. Фрагмент человеческой ДНК длиной 4 тысячи нуклеотидных пар имеет два сайта рестрикции для фермента *EcoRI*. Как будет выглядеть электрофореграмма, окрашенная этидиум бромидом, после электрофореза в агарозном геле образца данной ДНК, разрезанной этой рестриктазой на неровные части?

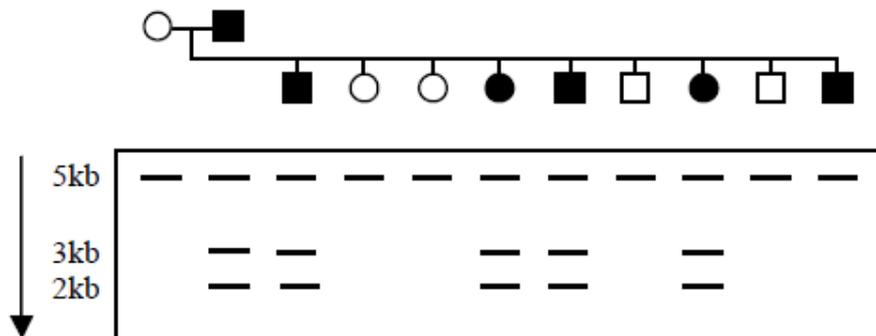
10. Исследователям удалось выделить специальный зонд, способный гибридизоваться с участком хлоропластной ДНК (*хлДНК*) у видов голосеменных. Авторадиограмма образцов хлоропластной ДНК родительских видов пихт европейской (Е) и сибирской (С), обработанных рестрикционным ферментом и результаты последующей Саузерн-блот гибридизации с использованием радиоактивного зонда представлены на рисунке. Каковы будут рестрикционные карты у родительских видов пихт?



11. Провели эксперимент и разделили в агарозном геле векторную, донорную и рекомбинантную ДНК, которые были предварительно обработаны рестриктазой *EcoRI*. Схема рестрикции и агарозного гель-электрофореза образцов рассматриваемых ДНК приведены на рисунках. Определите, на изображении результатов агарозного гель-электрофореза: в какие лунки нанесены образцы векторной, рекомбинантной и донорной ДНК, количество и размер фрагментов в каждом образце. Учитывайте: один отрезок каждой ДНК составляет 1 кб, звездочкой обозначены места разрыва, а в первой лунке нанесен маркер «линейка».



12. Анализ ДНК был проведен в большой семье, среди членов которой наблюдалось доминантное аутосомное заболевание, проявляющееся в 40 лет и позже. Образцы ДНК каждого члена семьи обработали рестрикционным ферментом *TagI* и полученные фрагменты ДНК разделили при помощи электрофореза в агарозном геле. Затем провели Саузерн-блот гибридизацию с использованием радиоактивной пробы, состоящей из фрагмента клонированной ДНК человека. Родословная исследованной семьи и полученная автордиограмма электрофорезированной ДНК представлены на рисунке. Черным отмечены члены семьи, имеющие заболевание:



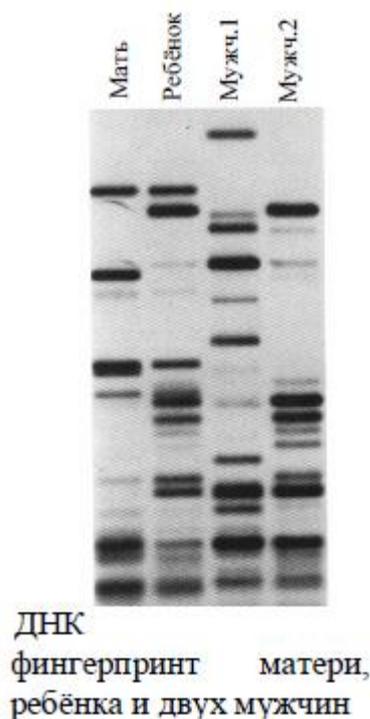
Проанализируйте взаимоотношения между полученными с помощью радиоактивной пробы спектрами ДНК членов семьи и геном болезни. Нарисуйте соответствующие хромосомные участки родителей.

13. Болезнь Хантингтона, является аутосомно-доминантным заболеванием, при котором происходит нейродегенеративное расстройство, приводящее к летальному исходу. Четкие симптомы этой болезни начинают проявляться только у взрослых как правило после 35 лет. Семья, в которой один из супругов страдает заболеванием Хантингтона, ждёт ребенка. Они хотели бы уже на эмбриональной стадии на основе молекулярной диагностики определить, болен ли этим заболеванием их будущий ребенок. Выполнима ли эта задача на современном уровне развития генетики?

14. Линейная молекула ДНК величиной 17 кб была разрезана на фрагменты 2 рестриктазами. При разрезании рестриктазой №1 ДНК разрезается на 3 фракции величиной 8, 6 и 3 кб. При разрезании рестриктазой №2 на две фракции: 10 и 7 кб. ДНК, разрезанная сразу 2 рестриктазами состоит

из 4 фракций: 8,6,2 и 1 кб. В каком порядке полученные рестрикционные фрагменты расположены в исходной молекуле ДНК величиной 17 кб? (Иными словами, необходимо построить рестрикционную карту ДНК величиной 17 кб).

15. Образцы ДНК, взятые у матери, её ребёнка и двух мужчин, претендующих на то, что они являются отцами были проанализированы методом фингерпринта минисателлитной ДНК. Радиограмма полученных спектров ДНК четырёх человек представлена на рисунке. Проанализируйте представленные спектры ДНК после фингерпринта и укажите, кто из двух мужчин является биологическим отцом данного ребёнка?



## Практическое занятие 12

### Тема «Методика решения экологических задач»

*Задачи для самостоятельного решения:*

1. Имея список растений и животных, требуется составить пищевую сеть. Например, нам даны волк, лиса, лось, белка, бобр, сосна лесная, клен, заяц-беляк, пихта, осина и рогоз. Учитывайте тот факт, что каждый компонент этой трофической сети может служить пищей одному или нескольким другим видам и иметь более чем один источник питания.

2. Постройте пищевую цепь экосистемы леса, в которой продуцентами являются древесные растения, а консументом высшего порядка – ястреб.

3. В упрощенной экосистеме африканской саванны имеется четыре компонента: растения (акации), травоядные (антилопы), хищники (гепарды) и падальщики (гиены). Какие организмы занимают в этой экосистеме второй трофический уровень?

4. Какое количество чаек может прокормиться на участке акватории моря, на котором в год образуется 1200 кг сухой массы фитопланктона? Масса чайки составляет 1 кг (сухое вещество – 40%), чайка питается рыбой, а рыба – фитопланктоном. При решении задачи следует учитывать правило экологической пирамиды.

5. Средняя масса годовалой лисицы – 20,5 кг. Предположим, что с одномесячного возраста, когда масса лисенка составляла 500 г, он перешел на питание исключительно куропатками (средняя масса – 800 г). Какое

количество куропаток понадобилось ему съесть для достижения массы годовалой лисы? Какой прирост биомассы продуцентов понадобился для этого? Какая площадь (в га) достаточна для пропитания одной лисицы, если продуктивность растительной биомассы составляет 2 т/га?

6. Составьте сеть питания организмов, обитающих в школьном аквариуме: водоросли, водные растения, инфузории, дафнии, моллюски, рыбы, бактерии, плесневые грибы. Объясните, почему исключение из этой системы моллюсков и инфузорий приведет к резкому нарушению ее равновесия.

7. Одна рысь съедает в сутки 5 кг. пищи. Какое максимальное количество рысей выживет в лесу с биомассой 10950 тонн в год, если количество доступной пищи 0,1%.

8. В 1 кг массы синиц – К2 (консументы II порядка) содержится 4000 ккал энергии, КПД фотосинтеза в лесу составляет 1%. Какое максимальное количество птиц со средней массой 20 г сможет прокормиться в сообществе, на поверхность которого поступает  $2 \cdot 10^7$  ккал солнечной энергии.

9. Мыши за лето съели в поле 80 кг зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (кг), если известно, что прирост биомассы мышей к концу лета составил 0,02% от урожая.

10. Скворцы на яблоне питаются гусеницами яблонной плодовой жорки. Рассчитайте оставшийся урожай яблок в (кг), если за лето гусеницы могли бы уничтожить 25% яблок и достигнуть биомассы 4 кг. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи составляет 20%.

11. Какое максимальное количество консументов II порядка со средней массой 5 кг сможет прокормиться в сообществе, на поверхность которого поступает  $5 \times 10^8$  ккал солнечной энергии, если в 1 кг тела хищника содержится 500 ккал энергии, а КПД фотосинтеза в лесу 1%? (Процесс трансформации энергии с одного трофического уровня на другой протекает в соответствии с правилом Линдемана).

12. Какая площадь соответствующего биогеоценоза может выкормить одну особь последнего звена в цепи питания: растения – грызуны – лиса? Масса лисы 25 кг, из них вода – 65%. Продуктивность наземных растений – 200 г с  $1 \text{ м}^2/\text{год}$ .

13. Какая площадь экосистемы нужна, чтобы прокормить 1 хищника (масса – 1000 кг, 30% составляет сухое вещество), что находится на четвертом трофическом уровне (первичная продуктивность экосистемы –  $200 \text{ г}/\text{м}^2$ )?

14. Гидробиологи поставили цель оценить размер популяции карпа в небольшом пруду. С помощью сети отловили 50 экземпляров и поместили их краской, выпустили обратно в пруд. Через 24 часа снова отловили 50 экземпляров, среди которых оказалось 20 меченых. Рассчитайте количество особей в популяции карпа, если за время проведения исследований ее численный состав не изменился.

15. Консументами первого порядка образовано 1000 кг вторичной продукции, усвояемость корма составила 40 %, 60 % затрачено на дыхание.

Сколько чистой первичной продукции в килограммах на первом трофическом уровне, если с I на II переходит 10 %?

## 2.2 Тематика и задания к практическим занятиям УСР

### Практическое занятие 1 (УСР)

**Тема «Методика применения современных педагогических технологий при решении биологических задач»**

1) *Задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания:* изучить классификацию учебных познавательных задач (по способу действия; по характеру познавательной деятельности; по содержанию; по способу и форме предъявления; по способу решения; по месту предъявления; по назначению).

2) *Задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения:* решить обучающие задачи:

Задача 1: Безветренная погода во время цветения ржи и пшеницы может стать причиной снижения урожайности ржи, а на урожай пшеницы такая погода не повлияет. Объясните почему?

Задача 2: За одно сокращение сердце выбрасывает в сосуды у взрослого человека в среднем 80 мл крови. Сколько крови перекачивает сердце за сутки у подростков в возрасте 14 лет, если частота сокращений в минуту у него составляет 78, а ударный объем сердца  $38,5 \text{ см}^3$ ?

Задача 3: Катаясь на велосипеде мы затрачиваем 40 кДж энергии в минуту. Сколько граммов глюкозы израсходуется за 30 минут поездки на велосипеде?

3) *Задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний:* разработать три обучающие задачи с решением по учебному предмету «Биология».

### Практическое занятие 2 (УСР)

**Тема «Химические компоненты живых организмов»**

1) *Задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания:* подготовить опорный конспект по теме.

2) *Задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения:* решить задачи:

Задача 1: Вычислите молекулярную массу дисахарида мальтозы, учитывая, что его молекула состоит из двух остатков глюкозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

Задача 2: Определите, сколько граммов углеводов или жиров необходимо употребить спортсмену, чтобы компенсировать расход в 5500 кДж энергии на одну тренировку в день.

Задача 3: Фрагмент молекулы ДНК (двойная спираль) имеет длину 68 нм и содержит 120 адениловых нуклеотидов. Рассчитайте процентное содержание цитидиловых нуклеотидов, входящих в состав данного фрагмента

ДНК, учитывая, что один виток двойной спирали содержит 10 пар нуклеотидов и имеет длину 3,4 нм.

3) *Задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний*: разработать практическую работу с решением по теме «Химические компоненты живых организмов» по учебному предмету «Биология»

(в соответствии с содержанием учебной программы общего среднего образования на базовом уровне).

### **Практическое занятие 3 (УСР)**

#### **Тема «Регуляция экспрессии генов»**

1) *Задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания*: подготовить опорный конспект по теме.

2) *Задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения*: подготовить презентацию по одной из тем: «Хроматин и регуляция активности генов», «Короткие некодирующие РНК и регуляция экспрессии генов эукариот», «Гены развития», Эпигенетические модификации ДНК и их роль в регуляции экспрессии генов».

3) *Задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний*: разработать 10 тестовых заданий по механизмам регуляции экспрессии генов эукариот и прокариот.

### **Практическое занятие 4 (УСР)**

#### **Тема «Решение задач на дигибридное и полигибридное скрещивание»**

1) *Задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания*: составить глоссарий по теме.

2) *Задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения*: решить генетические задачи:

Задача 1: Растение самоопылитель с четырьмя парами независимо наследуемых генов имеет генотип  $AaBbCcDd$ . Сколько типов гамет образует родительское растение? С какой вероятностью в первом поколении появятся растения с генотипами:  $aabbccdd$ ,  $aaBBccDD$ ,  $aabbCcDd$ ?

Задача 2: Скрещивались две линии тутового шелкопряда, отличающиеся следующими признаками: одна из них дает одноцветных гусениц, плетущих желтые коконы, а другая – полосатых гусениц, плетущих белые коконы. В первом поколении все гусеницы – полосатые и плетут желтые коконы. Во втором поколении наблюдалось следующее расщепление: 6385 полосатых гусениц, плетущих желтые коконы, 2147 – полосатых с белыми коконами, 2099 – одноцветных с желтыми коконами и 691 – одноцветных с белыми коконами. Определите генотипы исходных форм, а также потомков первого и второго поколений.

Задача 3: Голубоглазый близорукий мужчина, мать которого имела нормальное зрение, женился на кареглазой женщине с нормальным зрением.

Первый ребенок в браке кареглазый и близорукий, второй – голубоглазый, близорукий. Определите генотипы родителей. Возможно ли рождение в этой семье голубоглазых детей с нормальным зрением?

3) *Задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний:* разработать практическую работу с решением по теме «Дигибридное скрещивание» по учебному предмету «Биология» (в соответствии с содержанием учебной программы общего среднего образования на базовом уровне).

### **Практическое занятие 5 (УСР)**

#### **Тема «Мутационная изменчивость»**

1) *Задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания:* составить глоссарий по теме.

2) *Задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения:* решить задачи:

Задача 1: Было установлено, что из 94 075 детей, зарегистрированных в клинике одного из городов Европы, обнаружено 10 случаев заболевания ахондроплазией. Двое из них имели больных родителей, а 8 – имели здоровых родителей, следовательно, их болезнь – результат новой мутации. Какова частота мутирования гена ахондроплазии?

Задача 2: Пусть в кодоне, соответствующем аминокислоте *Asp*, произошла точковая мутация, которая привела к тому, что кодон стал кодировать другую аминокислоту – *Ala*. Пользуясь таблицей генетического кода, определите все типы кодонов для аминокислот *Asp* и *Ala* и определите, мутация является транзицией или трансверсией.

Задача 3: Участок гена, кодирующего полипептид, имеет в норме следующий порядок азотистых оснований:

3'-ТААЦАААГААЦАААА-5'.

Какие изменения произойдут в полипептиде, если между 10-м и 11-м нуклеотидами в результате мутации включился гуанин, между 13-м и 14-м – цитозин, а к концу цепочки ДНК добавился аденин? Как называются произошедшие мутации?

3) *Задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний:* разработать 10 тестовых заданий по механизмам возникновения генных, хромосомных и геномных мутаций.

### **Практическое занятие 6 (УСР)**

#### **Тема «Методика решения задач по физиологии человека и животных»**

1) *Задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания:* подготовить опорный конспект по теме.

2) *Задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения:* решить познавательные задачи:

Задача 1: В пустыне одной группе участников экспедиции дали леденцы, которые содержали лимонную кислоту, другой группе их не дали. Воды было выдано поровну. Первой группе хватило воды, а второй потребовался дополнительный объем воды. Объясните причину.

Задача 2: Длина кишечника человека в 4 раза превышает длину туловища, у собаки – в 4,5 раза, у овцы – в 24 раза. Чем объяснит разную длину кишечника у разных организмов?

Задача 3: В организме человека нет ни одного участка, где бы не было окончаний нервов. Они всюду: в мышцах, сердце, костях, сосудах. Если все нервные волокна сложить в одну нить, то она составила бы четырехкратный путь между Землей и Луной. Какое значение имеет такое развитие нервной системы?

3) *Задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний:* разработать три познавательные задачи с решением по физиологии человека и животных.

### 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

#### 3.1 Формы и критерии контроля знаний

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Методика решения биологических задач» рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- тестовый контроль;
- устный опрос (фронтальная, групповая, индивидуальная форма);
- оформление и защита рабочей тетради по учебной дисциплине;
- письменные самостоятельные работы;
- сдача зачёта по учебной дисциплине.

#### ***Зачтено:***

– систематизированные и полные знания по всем разделам учебной программы дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

– грамотное использование генетической терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы;

– полное усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;

– умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях генетики, давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения смежных дисциплин;

– творческая самостоятельная работа на практических занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры выполнения заданий;

– овладение умениями и навыками решения генетических задач;

– написание письменных самостоятельных работ и тестового контроля знаний на отметку не ниже «б» баллов.

#### ***Не зачтено:***

– недостаточно полный объем знаний в рамках учебной программы;

– фрагментарное знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;

– неграмотное использование генетической терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками;

– отсутствие умений и навыков оформлять и решать генетические задачи;

– пассивность на практических занятиях, низкий уровень культуры выполнения заданий;

– написание письменных контрольных работ и тестового контроля знаний на отметку ниже «4» баллов.

– отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта, отказ от ответа, неотработанные пропуски учебных занятий, неявка на промежуточную аттестацию без уважительной причины.

### 3.2 Тестовые задания для текущего контроля знаний

1. Укажите одномембранную клеточную структуру, которая представляет собой систему уплощенных цистерн и связанных с ними пузырьков:

- 1) ядро;
- 2) центриоль;
- 3) хлоропласт;
- 4) клеточный центр;
- 5) комплекс Гольджи.

2. Укажите правильно составленные пары, включающие химический элемент и его биологическую роль в живом организме:

- 1) кальций – обеспечивает сокращение мышц;
- 2) натрий – участвует в водно-солевом обмене;
- 3) кобальт – является основой строения гемоглобина;
- 4) йод – входит в состав гормонов щитовидной железы;
- 5) фосфор – является основным участником процесса свертывания

крови.

3. Установите соответствие:

Структура клетки	Основная функция
А) лизосома	1) внутриклеточное пищеварение
Б) гликокаликс	2) образование субъединиц рибосом
В) митохондрия	3) узнавание клеткой других клеток
Г) эндоплазматическая сеть	4) синтез белков, углеводов и липидов
	5) формирование веретена деления клетки
	6) осуществление кислородного этапа клеточного дыхания

4. Определите структуру клетки по краткой характеристике.

Характеристика:

А) двумембранный органоид, в котором протекает кислородный этап клеточного дыхания

Б) бесцветные пластиды, в которых запасаются питательные вещества – крахмал, белки, липиды

В) система микротрубочек, не ограниченная собственной мембраной; участвует в формировании веретена деления

Г) система каналов и полостей, окруженных мембраной, на поверхности которых синтезируются углеводы и липиды

Структура:

- 1) рибосома
- 2) лейкопласты
- 3) митохондрия
- 4) клеточный центр
- 5) гладкая эндоплазматическая сеть

5. Дополните предложение.

Способность некоторых клеток и тканей организма человека быстро изменять проницаемость плазмалеммы и ее электрический заряд в ответ на действие раздражителя, в результате чего клетка (ткань) переходит из состояния относительного покоя к состоянию физиологической активности и выполняет определенную функцию, это ... .

6. Формулой  $2n4c$  ( $n$  – набор хромосом,  $c$  – количество хроматид) описывается содержание генетической информации в клетке человека во-время:

- 1) профазы митоза;
- 2) телофазы мейоза I;
- 3) метафазы мейоза II;
- 4) анафазы митоза у каждого полюса клетки;
- 5) анафазы мейоза у каждого полюса клетки;
- 6) пресинтетического ( $G_1$ ) периода интерфазы.

7. В профазе митоза:

- 1) происходит репликация молекулы ДНК;
- 2) начинает формироваться веретено деления;
- 3) хромосомы упорядоченно располагаются на экваторе клетки;
- 4) хромосомы деспирализуются, разрушаются нити веретена деления;
- 5) сестринские хроматиды расходятся к противоположным полюсам клетки.

8. Участок транскрибируемой цепи молекулы ДНК имеет следующую нуклеотидную последовательность:

ТГЦ ГТТ ГГТ ГАА ГГГ АТЦ ГГЦ.

Сколько молекул пролина включится в пептид при трансляции, если известно, что аминокислоту про- лин в рибосому могут доставить тРНК, имеющие антикодоны ГГА, ГГГ, ГГУ, ГГЦ, а стоп-кодоном является кодон УАГ?

9. Участок молекулы мРНК имеет следующую нуклеотидную последовательность: ГГАУЦУЦЦ. Транскрибируемая цепь молекулы ДНК, на матрице которой была синтезирована мРНК, содержит также участок ТЦТТ, не несущий информации о биосинтезе белка, и терминатор АТТ. Сколько пиримидиновых азотистых оснований содержит транскрибируемая цепь молекулы ДНК?

10. Нуклеиновая кислота вируса содержит 18 % адениловых нуклеотидов, 32 % – цитидиловых, 32 % – гуаниловых и 18 % – уридиловых. Вероятнее всего, генетический материал вируса представлен:

- 1) двуцепочечной молекулой РНК;
- 2) двуцепочечной молекулой ДНК;
- 3) одноцепочечной молекулой РНК;
- 4) одноцепочечной молекулой ДНК.

11. В транскрибируемой цепи ДНК триплет ТАЦ кодирует аминокислоту метионин. Определите антикодон метиониновой тРНК:

- 1) АТГ;
- 2) АУГ;
- 3) ТАЦ;
- 4) УАЦ.

12. В кариотипе льна обыкновенного в норме 30 хромосом. В результате мутагенеза получено пять мутантных форм с разным набором хромосом (А–Д). Для каждой из этих форм укажите вид мутации, в результате которой она образовалась.

Набор хромосом мутантной формы:

- А) 45
- Б) 27
- В) 54
- Г) 19
- Д) 17

Вид мутации:

- 1) инверсия
- 2) трисомия
- 3) моносомия
- 4) нуллисомия
- 5) полиплоидия

13. Для каждого метода изучения наследственности и изменчивости человека подберите соответствующее описание:

Метод(-ы)	Описание
А) близнецовый Б) биохимические В) генеалогический	1) изучение строения дифференциально окрашенных хромосом 2) сравнительное изучение фенотипа детей, развившихся из одной зиготы 3) определение типа наследования признаков путем построения и изучения родословной 4) определение изменений биологической активности белков при наследственном заболевании

14. Организм с генотипом FFgg является:

- 1) дигомозиготой;
- 2) дигетерозиготой;
- 3) гетерозиготой по первой паре аллелей и гомозиготой по второй паре аллелей;
- 4) рецессивной гомозиготой по первой паре аллелей и гетерозиготой по второй паре аллелей;
- 5) доминантной гомозиготой по первой паре аллелей и гетерозиготой по второй паре аллелей.

15. Среди наследственных заболеваний человека различают генные и хромосомные болезни. Укажите, какие из приведенных болезней относятся к хромосомным:

- 1) гемофилия;
- 2) синдром Дауна;
- 3) язвенная болезнь желудка;
- 4) атрофия зрительного нерва;
- 5) синдром «кошачьего крика».

16. Установите соответствие:

Пример:

А) увеличение надоев молока у коров при изменении качества корма;  
Б) рождение ребенка с синдромом Кляйнфельтера у здоровых родителей;

В) повышение густоты шерсти у овец при понижении температуры окружающей среды;

Г) появление мух с черным телом при скрещивании дрозофил, имеющих серый цвет тела;

Д) появление цветков различной окраски у примулы в зависимости от температуры окружающей среды.

Тип изменчивости:

- 1) генотипическая
- 2) модификационная

17. Геном картофеля был изменен путем генно-инженерных операций и содержит активно функционирующие гены другого организма. Такой картофель называется:

- 1) трансгенным;
- 2) чистой линией;
- 3) искусственным;
- 4) гетерозиготным;
- 5) автополиплоидным.

18. Ген, содержащий закодированную информацию о 660 аминокислотах, включает также промотор из 17 нуклеотидов и терминатор из 1 триплета. Рассчитайте, какую длину (нм) имеет этот ген, если длина одного нуклеотида равна 0,34 нм.

19. Заболевание человека, связанное с дефектом обмена липидов, наследуется как рецессивный признак. Одна из его форм определяется аутомсомным геном, другая – сцеплена с X-хромосомой. Определите вероятность (%) рождения больных (любой из форм заболевания) детей в семье, где родители здоровы, при этом оба являются носителями гена этого заболевания (мать дигетерозиготная).

20. В лаборатории студенты изучают полиплоидию. В их распоряжении имеется восемь образцов клеток незабудки, содержащих разное количество хромосом:

- 1)19; 2)17; 3)27; 4)36; 5)9; 6)16; 7)54; 8)38.

Укажите номера трех образцов, которые являются объектами исследования студентов, если известно, что в кариотипе диплоидного вида тысячелистника 18 хромосом.

21. Укажите функциональную группу, в которую входит организм, пропущенный в приведенной пастбищной цепи питания: вишня → тля → ....

- 1) редуценты;
- 2) продуценты;
- 3) детритофаги;
- 4) консументы I порядка;
- 5) консументы II порядка.

22. Прочитайте текст. Укажите номера предложений, в которых приведены сведения, относящиеся к экологическому критерию вида Жук-олень:

(1) Жук-олень обитает в старых широколиственных лесах и парках. (2) Самец несколько длиннее самки, надкрылья и верхние челюсти у него обычно светлее. (3) Голова самца несет длинные, массивные верхние челюсти, которые разветвлены наподобие рогов оленя. (4) Жук-олень активен в сумерки, питается вытекающим соком деревьев. (5) Личинки развиваются в гнилой древесине старых деревьев, чаще всего дуба. (6) Реже они встречаются в древесине березы, ивы, груши, бука, ясеня.

23. Биологический признак жизненного цикла популяции, характеризующий изменение во времени соотношения полов и возрастных групп особей, это ... популяции:

- 1) гибель;
- 2) развитие;
- 3) плотность;
- 4) смертность;
- 5) численность.

24. Растительное сообщество, произрастающее на определенной территории с однородными условиями среды, это:

- 1) биотоп;
- 2) зооценоз;
- 3) микоценоз;
- 4) фитоценоз;
- 5) микробоценоз.

25. Укажите верные утверждения:

1) примерами эдафических абиотических факторов являются высота над уровнем моря, широта, магнитное поле Земли;

2) гигрофиты – это многолетние растения, способные запасать воду в своих тканях и органах, а затем экономно ее расходовать;

3) типичные адаптации планктона – хорошо развитая мускулатура, обтекаемая форма тела, эластичные кожные покровы, наличие плавников, ласт;

4) экологический фактор, наиболее отклонившийся от своего оптимального значения в пределах выносливости или вышедший за эти пределы, называется лимитирующим;

5) у холодостойких растений при низких температурах окружающей среды происходит накопление в цитоплазме клеток определенных веществ, снижающих точку замерзания.

26. Определите, какой тип связей популяций в биоценозах описан в каждом примере:

Пример:

- А) жуки-усачи поедают кору и древесину сосны
- Б) жуки-навозники переносят сапротрофных клещей
- В) мелкие насекомые в жару концентрируются в тени дерновин ковыля
- Г) выделения корней березы подщелачивают почву, что делает ее более благоприятной для роста и развития дуба

Тип связей:

- 1) топические
- 2) форические
- 3) трофические

27. Укажите верные утверждения:

- 1) стенобионты – организмы, имеющие узкие пределы выносливости;
- 2) представители nekтона имеют хорошо развитую мускулатуру, обтекаемую форму тела, эластичные кожные покровы;

3) орографические абиотические факторы подразделяют на физические и химические, примером последних является кислотность почвы;

4) при отсутствии дефицита воды эффективной защитой растений от перегрева может быть усиленная транспирация благодаря большому количеству устьиц в листьях;

5) у светолюбивых растений в листовых пластинках столбчатая паренхима обычно развита слабо и представлена одним слоем клеток, хлоропласты крупные, много межклетников;

6) у ксерофитов тонкие листовые пластинки с постоянно открытыми устьицами, у некоторых имеются специфические «водяные устьица», через которые вода выделяется в капельно-жидком состоянии.

28. Птицы используют сухие веточки, траву, пух и шерсть животных для строительства и утепления гнезд. Данный пример отражает существование этих связей популяций в биоценозах:

- 1) топических;
- 2) форических;
- 3) фабрических;
- 4) трофических.

29. Популяцией является совокупность:

- 1) рабочих пчел одного улья;
- 2) бурых медведей, обитающих в Европе;
- 3) домовых мышей, проживающих в зернохранилище;
- 4) гусениц березовой пяденицы, живущих на одной березе.

30. Установите последовательность прохождения нервного импульса по рефлекторной дуге автономного рефлекса от тела чувствительного нейрона к рабочему органу, используя предложенные элементы:

- а – передний спинномозговой корешок
  - б – вегетативный узел периферической нервной системы
  - в – аксон чувствительного нейрона
  - г – тело нейрона в центральной нервной системе
- 1) а → в → г → б
  - 2) б → в → г → а
  - 3) в → г → а → б
  - 4) в → б → а → г

31. Новорожденный ребенок непроизвольно обхватывает кистью вложенный ему в ладонь палец. Установите последовательность прохождения нервного импульса по рефлекторной дуге этого соматического рефлекса от рецепторов кожи к скелетным мышцам, используя все предложенные элементы:

- 1) спинномозговой ганглий
- 2) аксон вставочного нейрона
- 3) задние рога спинного мозга
- 4) аксон двигательного нейрона
- 5) аксон чувствительного нейрона
- 6) дендрит чувствительного нейрона

32. Во время интенсивной физической нагрузки у человека наблюдается увеличение частоты и силы сердечных сокращений. Составьте последовательность прохождения нервного импульса по рефлекторной дуге этого автономного рефлекса, используя все предложенные элементы:

- 1) симпатический ганглий
- 2) аксон вставочного нейрона
- 3) аксон чувствительного нейрона
- 4) дендрит чувствительного нейрона
- 5) передние спинномозговые корешки
- 6) постганглионарное нервное волокно
- 7) рецепторные окончания мышц и сосудов

33. От сильной боли у человека расширяются зрачки. Составьте последовательность прохождения нервного импульса по рефлекторной дуге этого автономного рефлекса, используя все предложенные элементы:

- 1) мышца радужки
- 2) симпатический ганглий
- 3) болевые рецепторы кожи
- 4) аксон вставочного нейрона
- 5) аксон чувствительного нейрона
- 6) передние спинномозговые корешки
- 7) постганглионарное нервное волокно

34. Схватив горячую сковородку, человек непроизвольно выпустил ее из рук. Составьте последовательность прохождения нервного импульса по рефлекторной дуге этого соматического рефлекса, используя все предложенные элементы:

- 1) передние спинномозговые корешки;
- 2) дендрит чувствительного нейрона;
- 3) задние спинномозговые корешки;
- 4) чувствительные окончания кожи;
- 5) аксон вставочного нейрона;
- 6) спинномозговой ганглий;
- 7) скелетные мышцы

35. Опустив ногу в ледяную воду, человек непроизвольно ее выдернул. Составьте последовательность передачи нервного импульса по рефлекторной дуге этого соматического рефлекса, выбрав пять подходящих элементов из приведенных:

- 1) спинномозговой ганглий;
- 2) аксон вставочного нейрона;
- 3) аксон двигательного нейрона;
- 4) дендрит чувствительного нейрона;
- 5) тело вставочного нейрона в дерме кожи ноги;
- 6) тело нейрона в передних рогах спинного мозга;
- 7) двигательная зона в передней центральной извилине коры больших полушарий.

36. Укажите утверждение, верное для дыхательной системы человека:

- 1) нижняя часть трахеи переходит в гортань
- 2) дыхательный центр расположен в спинном мозге
- 3) между бронхами и альвеолами находится плевральная полость
- 4) чихание возникает при раздражении рецепторов носовой полости

37. В предложения, характеризующие дыхание человека, на месте пропусков вставьте подходящие по смыслу слова:

а – вход в гортань при глотании закрывает...

б – снижение частоты дыхательных движений является следствием уменьшения в крови концентрации...

- 1) а – кадык; б – глюкозы
- 2) а – надгортанник; б –  $\text{CO}_2$
- 3) а – щитовидный хрящ; б –  $\text{O}_2$
- 4) а – твердое нёбо; б – эритроцитов

38. Укажите утверждение, верное для дыхательной системы человека:

- 1) легкие расположены в брюшной полости
- 2) гортань образована хрящевыми полукольцами
- 3) при вдохе воздух из носоглотки попадает в носовую полость
- 4) газообмен в альвеолах и тканях происходит путем диффузии

39. Укажите утверждение, верное для дыхательной системы человека:

- 1) трахея и бронхи участвуют в газообмене

- 2) вдох осуществляется с участием диафрагмы
- 3) гортань образована хрящевыми полукольцами
- 4) дыхательный центр расположен в промежуточном мозге

40. В предложения, характеризующие дыхание человека, на месте пропусков вставьте подходящие по смыслу слова:

а – во время вдоха воздух из трахеи поступает в ...

б – объем воздуха, который человек может дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха, называется ...

- 1) а – гортань; б – резервный объем вдоха
- 2) а – бронхи; б – резервный объем выдоха
- 3) а – носоглотку; б – жизненная емкость легких
- 4) а – плевральную полость; б – дыхательный объем

41. В предложения, характеризующие дыхание человека, на месте пропусков вставьте подходящие по смыслу слова:

а – давление в плевральной полости в норме всегда ...

б – бронхи образованы ...

- 1) а – ниже атмосферного; б – хрящевыми кольцами
- 2) а – равно атмосферному; б – грудными позвонками
- 3) а – выше атмосферного; б – хрящевыми полукольцами
- 4) а – равно максимальному артериальному; б – хрящами, соединенными

связками и мышцами

42. Ребенку, имеющему резус-положительную кровь третьей группы, после аварии требуется переливание крови. Донором для пострадавшей может стать:

а) женщина с резус-положительной кровью, содержащей антиген А и антитела В

б) мужчина с резус-положительной кровью, содержащей антиген В и антитела α

в) мужчина с резус-отрицательной кровью, содержащей антигены А и В

г) отец ребенка, так как набор генов и белков у родственников всегда одинаковый

д) мужчина с кровью, содержащей антигены А и В, резус-фактор не имеет значения

43. Мальчику, имеющему резус-отрицательную кровь первой группы, после аварии требуется переливание крови. Донором для пострадавшего может стать:

а) мужчина с первой группой крови, резус-фактор не имеет значения

б) женщина с резус-отрицательной кровью, содержащей антитела α и β

в) мужчина с резус-отрицательной кровью, содержащей антигены А и В

г) мать мальчика, так как набор генов и белков у родственников всегда одинаковый

д) женщина с резус-отрицательной кровью, содержащей антиген А и антитела В

44. Определите группу крови человека, в плазме которой содержится только один тип антител (агглютининов) –  $\beta$ :

- 1) I
- 2) II
- 3) III
- 4) IV

45. Лимфоциты – это незернистые лейкоциты крови человека, одна из основных функций которых:

- 1) перенос газов
- 2) свертывание крови
- 3) обеспечение специфического иммунитета
- 4) транспорт питательных веществ и лекарственных препаратов

46. У человека кровь из правого желудочка поступает в:

- 1) аорту
- 2) легочный ствол
- 3) правое предсердие
- 4) верхнюю полую вену

47. Лейкоциты – это форменные элементы крови человека, одна из основных функций которых:

- 1) свертывание крови
- 2) перенос питательных веществ
- 3) поддержание постоянной температуры тела
- 4) защита от инфекций, чужеродных белков, инородных тел

48. У человека кровь из верхней полой вены поступает в:

- 1) левое предсердие
- 2) правый желудочек
- 3) правое предсердие
- 4) легочный ствол

49. Зрелые эритроциты – это форменные элементы крови человека, которые представляют собой:

- 1) двояковогнутые безъядерные клетки
- 2) двояковогнутые ядросодержащие клетки
- 3) уплощенные многоядерные клетки
- 4) двояковыпуклые безъядерные пластинки

50. У человека кровь из левого желудочка поступает в:

- 1) аорту
- 2) легочный ствол
- 3) левое предсердие
- 4) правый желудочек

51. Человек находится в помещении, воздух в котором умеренно увлажнен и охлажден до  $+5^{\circ}\text{C}$ . Укажите наиболее эффективный в данных условиях механизм терморегуляции:

- 1) уменьшение теплопродукции путем мышечной дрожи;
- 2) увеличение теплоотдачи путем снижения потоотделения;

- 3) уменьшение теплоотдачи путем сужения кровеносных сосудов кожи;
- 4) уменьшение теплоотдачи путем расширения кровеносных сосудов кожи;
- 5) уменьшение теплопродукции путем сужения кровеносных сосудов кожи.

52. Человек находится в комнате, воздух в которой насыщен водяными парами и нагрет до +32 °С. Укажите наиболее эффективный в данных условиях механизм терморегуляции:

- 1) увеличение теплоотдачи путем усиления потоотделения;
- 2) увеличение теплопродукции путем усиления потоотделения;
- 3) уменьшение теплоотдачи путем сужения кровеносных сосудов кожи;
- 4) увеличение теплоотдачи путем расширения кровеносных сосудов кожи;
- 5) увеличение теплопродукции путем расширения кровеносных сосудов кожи.

53. Укажите недостающее звено в схеме кровоснабжения почки человека: приносящая артериола → ? → выносящая артериола.

- 1) извитой каналец
- 2) почечная артерия
- 3) капиллярный клубочек
- 4) вторичная капиллярная сеть

54. Определите компонент крови человека по описанию:

получают из жидкой части крови путем удаления белков фибриногена и протромбина; можно использовать при переливании крови.

- 1) лимфа
- 2) плазма
- 3) сыворотка
- 4) физиологический раствор

55. Даны элементы сердечно-сосудистой системы человека:

- а – нижняя полая вена
- б – легочный ствол
- в – правый желудочек
- г – правое предсердие
- д – трехстворчатый клапан

Установите последовательность движения крови по ним, начиная от нижней полой вены:

- 1) а → б → г → д → в
- 2) а → г → в → д → б
- 3) а → г → д → в → б
- 4) а → д → г → в → б

56. Для лечения пиелонефрита лекарственный препарат ввели путем инъекции в ягодичную мышцу. Проследите путь перемещения лекарства в организме человека до органа-мишени, выбрав семь подходящих элементов из предложенных:

- 1) аорта
- 2) легочная артерия
- 3) почечная артерия

- 4) капилляры легких
- 5) верхняя полая вена
- 6) нижняя полая вена
- 7) левая половина сердца
- 8) правая половина сердца

57. Для лечения воспаления мочеочника использовали лекарственный препарат в таблетках. Проследите путь перемещения лекарства в организме человека до органа-мишени, выбрав семь подходящих элементов из предложенных:

- 1) легочная вена
- 2) легочная артерия
- 3) нижняя полая вена
- 4) верхняя полая вена
- 5) подвздошная артерия
- 6) левая половина сердца
- 7) правая половина сердца
- 8) капилляры тонкого кишечника

58. У человека было диагностировано воспаление оболочек головного мозга. Назначенный лекарственный препарат вводили в локтевую вену правой руки. Установите последовательность перемещения лекарства до органа-мишени, используя все приведенные элементы:

- 1) левая половина сердца;
- 2) правая половина сердца;
- 3) вены малого круга кровообращения;
- 4) артерии малого круга кровообращения;
- 5) вены большого круга кровообращения;
- 6) капилляры малого круга кровообращения;
- 7) артерии большого круга кровообращения.

59. В схему гуморальной регуляции в организме человека вставьте пропущенное звено (обозначено знаком ?):



- 1) инсулин
- 2) глюкагон
- 3) адреналин
- 4) альдостерон

60. Выберите утверждения, верные в отношении эндокринной системы человека:

- а – эндокринные железы выделяют свои продукты в кровь
- б – гонадотропины и пролактин вырабатывают клетки передней доли гипофиза
- в – по химической природе гормоны инсулин и глюкагон являются стероидами
- г – тироксин влияет на рост, развитие, обмен веществ

д – при недостатке гормонов мозгового слоя надпочечников развивается бронзовая болезнь

61. Выберите утверждения, верные в отношении эндокринной системы человека:

а – гипофиз относится к железам смешанной секреции

б – кортизол и альдостерон вырабатывают клетки коркового слоя надпочечников

в – по химической природе половые гормоны являются стероидами

г – глюкагон снижает уровень глюкозы в крови

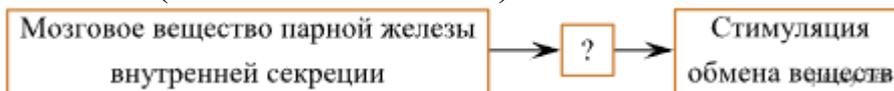
д – при гиперфункции щитовидной железы развивается базедова болезнь

62. В схему гуморальной регуляции в организме человека вставьте пропущенное звено (обозначено знаком ?).



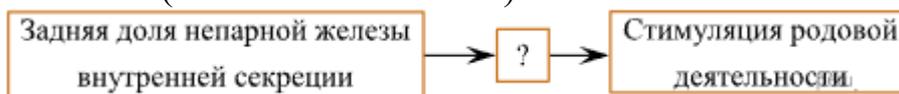
- 1) инсулин
- 2) кортизон
- 3) тироксин
- 4) адреналин

63. В схему гуморальной регуляции в организме человека вставьте пропущенное звено (обозначено знаком ?):



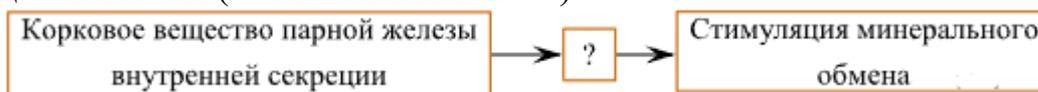
- 1) инсулин
- 2) тироксин
- 3) адреналин
- 4) альдостерон

64. В схему гуморальной регуляции в организме человека вставьте пропущенное звено (обозначено знаком ?):



- 1) эстроген
- 2) адреналин
- 3) пролактин
- 4) окситоцин

65. В схему гуморальной регуляции в организме человека вставьте пропущенное звено (обозначено знаком ?):



- 1) адреналин
- 2) альдостерон
- 3) соматотропин
- 4) трийодтиронин

66. Укажите три признака, верно характеризующие эстрогены организма человека:

- 1) вырабатываются в половых железах
- 2) синтезируются в щитовидной железе
- 3) регулируют работу коры надпочечников
- 4) по химической природе относятся к стероидам
- 5) при снижении их выработки развивается бронзовая болезнь
- 6) принимают участие в регуляции процессов роста и физического развития

67. Укажите три признака, верно характеризующие вазопрессин организма человека:

- 1) регулирует образование мочи
- 2) синтезируется в гипоталамусе
- 3) вырабатывается клетками передней доли гипофиза
- 4) увеличивает частоту и силу сердечных сокращений
- 5) при снижении его выработки развивается несахарный диабет
- 6) стимулирует рост молочных желез и образование молока после родов

68. Укажите две правильно составленные пары, включающие гормон и следствие его избыточной продукции в организме человека:

- 1) тироксин – базедова болезнь;
- 2) кортизол – бронзовая болезнь;
- 3) вазопрессин – несахарный диабет;
- 4) актин – резкие произвольные сокращения мышц;
- 5) меланотропин – отсутствие пигмента в клетках кожи;
- 6) адреналин – устойчивое увеличение частоты и силы сердечных сокращений.

69. Укажите две правильно составленные пары, включающие гормон и следствие его избыточной продукции в организме человека:

- 1) фибриноген – гемофилия
- 2) соматотропин – гигантизм
- 3) инсулин – сахарный диабет
- 4) кортизол – бронзовая болезнь
- 5) меланотропин – отсутствие пигмента в клетках кожи
- 6) адреналин – устойчивое увеличение частоты и силы сердечных сокращений

70. Укажите утверждения, верные в отношении пищеварительной системы и обмена веществ в организме человека:

- а) в ротовой полости взрослого человека в норме — 4 клыка;
- б) соляная кислота желудочного сока активирует амилазу и мальтазу;
- в) слизистая оболочка тонкой кишки имеет железы, вырабатывающие кишечный сок;
- г) в толстой кишке происходит всасывание воды и некоторых витаминов;
- д) при недостатке жирорастворимого витамина В<sub>6</sub> развивается куриная слепота.

71. Укажите утверждения, верные в отношении пищеварительной системы и обмена веществ в организме человека:

- а) ротовая полость сообщается с глоткой отверстием, которое называется зевом
- б) лизоцим слюны расщепляет углеводы пищи
- в) содержащаяся в желудочном соке липаза расщепляет жиры молока
- г) желчь, вырабатываемая поджелудочной железой, по протоку поступает в кишечник
- д) жирорастворимый витамин D регулирует обмен кальция и фосфора

72. В схему, касающуюся пищеварительной системы человека, вставьте пропущенное звено: ротовая полость → ? → Расщепление дисахаридов

- 1) мальтаза
- 2) пепсин
- 3) липаза
- 4) трипсин
- 5) желчь

73. Человек находится в помещении, воздух в котором нагрет до +34 °С. Укажите эффективные в данных условиях механизмы терморегуляции в организме человека:

- 1) увеличение теплоотдачи путем усиления потоотделения
- 2) увеличение теплопродукции путем усиления потоотделения
- 3) уменьшение теплоотдачи путем сужения кровеносных сосудов кожи
- 4) увеличение теплоотдачи путем расширения кровеносных сосудов кожи
- 5) увеличение теплопродукции путем расширения кровеносных сосудов кожи

### 3.3 Комплекс задач для подготовки к зачету

1. В лаборатории синтезировали пептид из 6 остатков одной и той же аминокислоты. Определите молекулярную массу использованной аминокислоты, если молекулярная масса пептида равна 570.

2. Сколько энергии усвоит организм за сутки при КПД 50 %, если человек потребил 450 г углеводов?

3. Сколько граммов кислорода необходимо для полного окисления 360 г глюкозы? Какое количество АТФ (моль) получит организм при таком окислении?

4. На бег трусцой в течение часа тратится 2100 кДж. Сколько граммов жира необходимо для компенсации потерь энергии за 20 минут такой пробежки?

5. В процессе диссимиляции произошло расщепление 7 молей глюкозы, из которых полному расщеплению подверглись только 2 моля. Определите, сколько молей молочной кислоты и углекислого газа при этом образовалось? Сколько молей АТФ синтезировалось? Сколько молей кислорода следует

добавить для полного окисления образовавшейся в данных условиях молочной кислоты?

6. Жизненная ёмкость лёгких молодого специалиста составляет 3500 мл, резервный объём выдоха 1500 мл, резервный объём вдоха 1500 мл, частота дыхания 15 движений в минуту. Определите минутный объём дыхания обследуемого?

7. В таблице приведены данные о фазах сердечного цикла взрослого человека. Рассчитайте в течение какого времени в общей сложности у 32-летнего человека были закрыты полулунные клапаны сердца и отдыхали мышцы предсердий, если предположить, что сердечный ритм стабилен на протяжении всей жизни.

Фазы сердечного цикла	Длительность фазы, с	Движение крови	Состояние клапанов	
			створчатые	полулунные
Сокращение предсердий	0,1	Из предсердий в желудочки	Открыты	Закрыты
Сокращение желудочков	0,3	Из желудочков в сосуды	Закрыты	Открыты
Расслабление	0,4	Кровь переходит в предсердия и желудочки	Открыты	Закрыты

8. Рассчитайте ЛВ человека ( $\text{см}^3/\text{мин}$ ), если известно, что резервный объём выдоха составляет  $1500 \text{ см}^3$ , жизненная ёмкость лёгких –  $4200 \text{ см}^3$ , частота дыхания – 15 дыхательных движений (вдох-выдох) за 1 минуту, резервные объёмы вдоха и выдоха равны.

9. При подготовке пациента к хирургической операции медперсонал наблюдал за работой его сердца в течение 48 часов. Сердце человека сокращалось в среднем 75 раз в минуту. Определите, сколько часов за данный период времени при таком ритме предсердия находились в состоянии систолы.

10. Диплоидный набор соматических клеток растений картофеля равен 48 хромосом. Определите сколько хромосом и молекул ДНК будет в клетках:

- а) в G1 периоде интерфазы;
- б) в профазе и телофазе митоза;
- в) метафазе 1, анафазе 2 и телофазе 2 мейоза.

11. В клетках завязи цветка пшеницы по 42 хромосомы. Макроспора образуется в семязачатке путем мейоза, а затем ее ядро делится митотически, и далее этот процесс повторяется для дочерних ядер синхронно еще два раза. Сколько хромосом будет в ядре макроспоры до митоза и после него? Сколько ядер образуется после трех митотических делений?

12. В кариотипе организма 14 хромосом. Сколько хромосом и хроматид будет в клетке: в синтетический период интерфазы, на стадии телофазы митоза, на стадии метафазы 2 мейоза, на стадии телофазы 2 мейоза?

13. Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 103 500, из них 17 250 приходится на долю цитидиловых нуклеотидов.

Сколько и каких нуклеотидов содержится в молекуле ДНК, какую длину имеет ДНК, сколько полных витков образует данная ДНК? Средняя относительная молекулярная масса нуклеотида 345.

14. Транскрибируемый участок цепи ДНК имеет последовательность триплетов:

3' ТАЦ ГАА ТТЦ ТЦТ ТАА ТТТ ГЦТ ГАТ АТТ ТТТ АГГ ТГГ 5'.

Определите сколько молекул аминокислоты лизина может включиться в полипептидную цепь?

15. В молекуле белка 128 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов включает структурная часть гена, кодирующего этот белок?

16. Был исследован участок транскрибируемой цепи молекулы ДНК с последовательностью из 180 нуклеотидов. Перед транскрипцией из молекулы ДНК было вырезано два участка по 14 и 26 нуклеотидов соответственно, а затем инициирована мутация – делеция 20 нуклеотидов. Сколько аминокислотных остатков будет содержать белок, синтезированный на основе иРНК, полученной на данном участке ДНК? При расчетах наличие стоп-кодонов не учитывается.

17. Молекула синтезированного белка содержит 120 аминокислотных остатков. Известно, что участок транскрибируемой цепи ДНК содержал два интрона по 20 и 24 нуклеотида соответственно. Перед транскрипцией в ДНК произошла мутация – дупликация 6 нуклеотидов. Сколько всего нуклеотидов содержал участок цепи молекулы ДНК до мутации? При расчетах наличие стоп-кодонов не учитывается.

18. В цепи питания переход энергии с первого трофического уровня на второй составляет 15 %, а со второго на третий – 10 %. Рассчитайте прирост биомассы (кг) на третьем трофическом уровне, если на первом трофическом уровне накоплено  $3 \times 10^4$  кДж энергии. В 1 кг биомассы на третьем трофическом уровне запасается 45 кДж энергии.

19. Человек массой 70 кг в течение суток питается исключительно крольчатинной и потребляет с ней 80 кКал энергии на 1 кг массы своего тела. Пищей для кроликов служит только морковь. Содержание сухого вещества в моркови составляет 20 %, сухое вещество на 70 % состоит из углеводов. При окислении 1 г углеводов в клетке освобождается 4 кКал энергии. Используя правило Линдемана, рассчитайте, сколько (кг) сырой моркови надо скормить кроликам, чтобы получить необходимое количество крольчатины для питания человека в течение суток.

20. Дана пищевая цепь: дуб → шелкопряд → поползень → ястреб. На первом трофическом уровне энергетический запас в виде чистой первичной продукции составляет  $5 \cdot 10^4$  кДж энергии. На втором и третьем трофическом уровне на прирост биомассы организмы используют по 10 % своего пищевого рациона. Рассчитайте, сколько энергии (кДж) используют на прирост биомассы консументы третьего порядка, если на дыхание они расходуют 60 % и с экскрементами выделяют 35 % энергии рациона.

21. У тыквы белая окраска плодов доминирует по отношению к желтой, а дисковидная форма плодов доминирует над сферической. От скрещивания гомозиготного растения, имеющего белую окраску и сферическую форму плодов, с гомозиготным, имеющим желтую окраску и дисковидную форму плодов, в  $F_1$  получили 122 растения, в  $F_2$  – 816 растений. Определите:

- 1) Сколько разных генотипов могут иметь растения  $F_1$ ?
- 2) Сколько растений  $F_1$  будут иметь желтую окраску и дисковидную форму плода?
- 3) Сколько растений в  $F_2$  будут рецессивными дигомозиготами?
- 4) Сколько растений в  $F_2$  могут иметь желтую окраску и дисковидную форму плода?
- 5) Сколько разных генотипов и фенотипов может быть в  $F_2$ ?

22. Мужчина-дальтоник, имеющий вторую группу крови и гетерозиготный по данному признаку, женится на женщине-носителнице гена дальтонизма, у которой первая группа крови. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы возможного потомства, вероятность рождения детей-дальтоников любого пола с первой группой крови.

23. При скрещивании курицы с гладкими перьями, чёрным оперением и петуха с шелковистыми перьями, рябым оперением в потомстве получились самцы с гладкими перьями, чёрным оперением и самки с гладкими перьями, рябым оперением. Составьте схемы скрещиваний. Определите генотипы родительских особей и генотипы, фенотипы, пол потомства в двух скрещиваниях. Объясните результаты фенотипического расщепления.

24. Анализ потомства от скрещивания двух дрозофил с закрученными крыльями и укороченными щетинками показал наличие разных фенотипов в следующем соотношении:

- 4 – с закрученными крыльями, укороченными щетинками;
- 2 – с закрученными крыльями, нормальными щетинками;
- 2 – с нормальными крыльями, укороченными щетинками;
- 1 – с нормальными крыльями, нормальными щетинками.

Как объяснить полученные результаты? Определите генотип исходных мух.

25. Вычислите частоту встречаемости в популяции доминантного и рецессивного аллелей, если популяция состоит из 440 особей NN и 60 особей Nn.

## 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Учебная программа учебной дисциплины «Методика решения биологических задач»

КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

Учреждение образования  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»



УТВЕРЖДАЮ

Ректор А.И. Жук

«25» июня 2024 г.

Регистрационный № УД 25-01-14-2024 уч.

## МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-02 04 01 Биология и химия

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования (20.04.2022, №85) учебных планов специальности 1-02 04 01 Биология и химия, утвержденных 15.07.2021, №014-2021/у; 23.06.2022, рег. № 071-2022/у.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

А.А.Путик, старший преподаватель кафедры биологии и методики преподавания биологии,  
А.В.Волнистая, учитель биологии ГУО «Гимназия №7 им. В.И.Ливенцева»

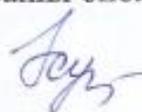
**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В.А.Кравченко, доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова Белорусского государственного университета», кандидат биологических наук, доцент;

В.Э.Огородник, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат педагогических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биологии и методики преподавания биологии  
(протокол № 4 от 21.03.2024);  
Заведующий кафедрой



И.И.Жукова

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»  
(протокол № 8 от «18» 06 2024 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического отдела БГПУ  Е.А.Кравченко

Директор библиотеки БГПУ



Н.П.Сятковская

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Методика решения биологических задач» входит в модуль «Методика обучения биологии и химии-3» государственного компонента учреждения высшего образования подготовки обучающихся по специальности 1-02 04 01 Биология и химия.

**Цель** освоения учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» – формирование у обучающихся системы методических знаний и способов деятельности, необходимых для организации школьного практикума по решению задач и обеспечивающих эффективное осуществление процесса обучения биологии на базовом и повышенном уровне изучения биологии.

**Задачи** учебной дисциплины:

- выработка профессиональных практических навыков по решению биологических задач разных типов;
- освоение методики обучения учащихся приемам решения биологических задач на повышенном уровне изучения учебного предмета;
- формирование естественнонаучной функциональной грамотности в ходе использования методов по развитию разных видов и способов мыслительной деятельности.

Учебная дисциплина «Методика решения биологических задач» базируется на знаниях, полученных обучающимися при освоении учебных дисциплин «Методика обучения биологии: общие вопросы», «Методика обучения биологии: частные вопросы», «Микробиология», «Цитология», «Генетика», «Экология», «Физиология человека», «Эволюционное учение».

Учебная программа предполагает формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение ими требований обязательного минимума Государственного образовательного стандарта. Владение методикой решения биологических задач предусмотрено профессиограммой учителя биологии, которая является идеальной моделью квалификационной подготовки специалиста и отражает важнейшие аспекты деятельности преподавателя.

Освоение учебной дисциплины «Методика обучения биологии: частные вопросы» должно обеспечивать формирование у обучающихся предусмотренной образовательным стандартом специальной компетенции:

СК-23. Решать биологические задачи разных типов, применять методики обучения решению биологических задач в педагогической деятельности.

В результате изучения учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» будущий специалист должен

**знать:**

- классификацию школьных биологических задач, их роль в активизации познавательной деятельности и развитии интеллектуальных умений учащихся;

- требования программы учебного предмета «Биология» в средней школе к умениям учащихся решать задачи;
- приемы современных технологий по составлению и решению биологических задач.

В результате изучения учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» будущий специалист должен

**уметь:**

- использовать знания методики решения биологических задач при организации процесса обучения биологии;
- определять роль и возможности биологических задач на всех этапах уроков биологии разных типов, во внеклассной и внеурочной работе;
- обучать учащихся приемам решения биологических задач.

Система организационных форм обучения методике решения биологических задач включает лекции, практические занятия и самостоятельную (внеаудиторную, учебно-исследовательскую) работу.

Лекции вводят студентов в методику решения биологических задач, формируют методологические и теоретические ориентиры для дальнейшей самостоятельной работы с содержанием учебного материала.

Практические занятия детализируют лекционный материал и обеспечивают переход знаний в интеллектуальные и практические способы деятельности.

Самостоятельная работа студентов по усвоению алгоритма решения задач усиливает все другие формы подготовки, усложняет учебные мотивы, совершенствует обобщенные приемы учения, обеспечивает развитие функциональной грамотности.

Освоение дисциплины предполагает использование методов современных педагогических технологий развивающего, продуктивного и личностно-ориентированного характера, информационно-коммуникационных технологий.

Всего на изучение учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» по специальности 1-02 04 01 Биология и химия в восьмом семестре отводится 98 часов, из них аудиторных 48 часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 10 часов лекции, 38 часов практические занятия. Самостоятельная работа обучающихся 50 часов.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета в восьмом семестре (3 зачетные единицы).

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Введение в учебную дисциплину «Методика решения биологических задач»**

Цель и задачи учебной дисциплины. Требования к владению методикой решения школьных биологических задач в соответствии с квалификационной характеристикой учителя биологии. Роль биологических задач в формировании знаний, способов действий, эмоционально-ценностных отношений, опыта творческой деятельности и функциональной грамотности учащихся. Требования образовательных стандартов и учебной программы к результатам обучения учащихся и уровню владения умениями решения биологических задач.

### **Тема 2. Методика решения и составления школьных биологических задач**

Система школьных биологических задач. Классификация биологических задач по положению в курсе школьной биологии, соответствию уровню возрастных и интеллектуальных возможностей, формируемым способам и видам мышления учащихся, дидактическим целям урока, уровню сложности.

Потенциальные возможности биологических задач для эффективной организации и реализации ориентировочно-мотивационного, операционно-познавательного и оценочно-рефлексивного этапов урока. Задачи в курсе «Биология» 7 класса, их роль в активизации познавательной деятельности учащихся. Создание и развитие образовательной ситуации с помощью биологических задач в курсе «Биология» 8 класса. Актуализация опорных знаний и субъектного опыта учащихся путем использования биологических задач при освоении школьной биологии 9 класса.

Методика применения биологических задач в практикуме по применению новых знаний, на этапе обобщения и систематизации информации в 10–11 классах. Организация образовательной рефлексии, диагностики и контроля знаний с помощью решения биологических задач. Приемы современных педагогических технологий в моделировании и решении школьных биологических задач. Методика решения задач с помощью технологии ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) и ТРКМ (технологии развития критического мышления).

### **Тема 3. Методика решения цитологических задач**

Химические компоненты живых организмов. Решение задач повышенной сложности на строение и свойства белков, углеводов, липидов. Решение задач на механизм действия ферментов. Решение задач повышенной сложности на строение и свойства нуклеиновых кислот».

Клетка – структурная и функциональная единица живых организмов. Решение задач на деление клетки. Определение результатов деления, плоидность клетки.

Обмен веществ и превращение энергии в организме. Решение задач повышенной сложности на пластический обмен. Решение задач повышенной сложности энергетический обмен. Решение задач на неполное и полное окисление глюкозы.

#### **Тема 4. Методика решения генетических задач**

Реакции матричного синтеза. Задачи на репликацию ДНК. Механизм репликации ДНК. Генетический анализ репликации ДНК. Биохимический анализ репликации ДНК. Исправление ошибок репликации и репарация ДНК.

Рестрикционный анализ молекул ДНК. Секвенирование ДНК.

Регуляция экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов у прокариот. Регуляция экспрессии генов с помощью сайт-специфичной рекомбинации. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Решение задач повышенной сложности на транскрипцию и трансляцию.

Наследственность организмов. Алгоритм анализа расщепления при решении генетических задач. Решение задач на моногибридное скрещивание. Наследование признаков при полном, неполном доминировании и кодоминировании. Решение задач на дигибридное и полигибридное скрещивание. Задачи на независимое наследование признаков. Способы взаимодействия неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Задачи на плейотропное действие генов. Задачи на пенетрантность и экспрессивность.

Решение задач на сцепление генов и кроссинговер. Решение задач на наследование признаков, сцепленных с полом. Решение задач на гибель гамет до оплодотворения и летальное сочетание аллелей. Общая рекомбинация. Генетический анализ рекомбинации и генная конверсия. Генетическая интерференция. Трехфакторные скрещивания. Двойной кроссинговер. Правило аддитивности Коэффициент коинциденции. Задачи повышенной сложности на рекомбинацию сцепленных генов. Задачи на составление генетических карт.

Генетическая структура популяции. Закон Харди – Вайнберга. Алгоритм решения задач на закон Харди-Вайнберга. Закон Харди-Вайнберга в случае множественного аллелизма. Закон Харди-Вайнберга и дрейф генов.

Методы генетики человека. Близнецовый метод генетики человека. Генеалогический метод генетики человека. Задачи на составление и определение типа наследования по анализу родословных.

Решение задач по молекулярной биологии и генной инженерии. Задачи на генетическое картирование у прокариот. Задачи на генетическое картирование у эукариот. Трансгенная биотехнология. Эндонуклеазы рестрикции. Векторы для клонирования ДНК.

### **Тема 5. Методика решения экологических задач**

Задачи повышенной сложности по теме «Вид и популяция».

Задачи повышенной сложности темы «Экосистемы». Задачи на составление и анализ цепей и сетей питания». Решение задач на построение и анализ экологических пирамид. Решение задач на балансовое равенство и продуктивность экосистем.

### **Тема 6. Задачи по физиологии человека и животных**

Нейрогуморальная регуляция деятельности организма. Задачи на составление рефлекторных дуг безусловных рефлексов соматической и вегетативной нервной системы. Задачи на составление рефлекторных дуг условных рефлексов. Задачи на механизм передвижения биологически активных соединений в кровеносно-сосудистой системе.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА**  
**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»**  
 Дневная форма получения образования

		Лекции	Практические (семинарские) занятия	самостоятельная работа студента	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
1	2	3	4	6	7	8	9
<b>4 курс 8 семестр</b>							
1.	<b>Введение в учебную дисциплину «Методика решения биологических задач».</b> 1. Цель и задачи учебной дисциплины. Требования к владению методикой решения школьных биологических задач в соответствии с квалификационной характеристикой учителя биологии. 2. Роль биологических задач в формировании знаний, способов действий, эмоционально – ценностных отношений, опыта творческой деятельности и функциональной грамотности учащихся. 3. Требования образовательных стандартов и учебной программы к результатам обучения учащихся и уровню владения умениями решения биологических задач.	1			Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[7-14]	Конспект лекций
2.	<b>Методика решения и составления школьных биологических задач.</b>	1	2	4			
2.1	Система школьных биологических задач.	1			Компьютерная презентация,	[7-14]	Конспект лекций,

	<p>1. Классификации биологических задач по положению в курсе школьной биологии, соответствию уровню возрастных и интеллектуальных возможностей, формируемым способам и видам мышления учащихся, дидактическим целям урока, уровню сложности.</p> <p>2. Потенциальные возможности биологических задач для эффективной организации и реализации ориентировочно-мотивационного, операционно-познавательного и оценочно-рефлексивного этапов урока.</p> <p>3. Задачи в курсе «Биология» 7 класса, их роль в активизации познавательной деятельности школьников.</p> <p>4. Создание и развитие образовательной ситуации с помощью биологических задач в курсе «Биология» 8 класса.</p> <p>5. Актуализация опорных знаний и субъектного опыта учащихся путем использования биологических задач при освоении школьной биологии 9 класса.</p>				дидактические материалы в СДО Moodle		проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
2.2	<p>Методика применения современных педагогических технологий при решении биологических задач.</p> <p>1. Методика применения биологических задач в практикуме по применению новых знаний, на этапе обобщения и систематизации информации в 10–11 классах.</p> <p>2. Организация образовательной рефлексии, диагностики и контроля знаний с помощью биологических задач.</p> <p>3. Приемы современных педагогических технологий в моделировании и решении и школьных биологических задач.</p> <p>4. Методика решения задач с помощью технологии ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) и ТРКМ (технологии развития критического мышления).</p>		2	4	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[7-14]	Конспект лекций, проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
3.	<b>Методика решения цитологических задач.</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>12</b>			
3.1	Химические компоненты живых организмов.	2	2	6	Компьютерная презентация,	[1,2, 4,6]]	Конспект лекций,

	1. Решение задач повышенной сложности на строение и свойства белков, углеводов, липидов. 2. Решение задач на механизм действия ферментов. 3. Решение задач повышенной сложности на строение и свойства нуклеиновых кислот.				дидактические материалы в СДО Moodle		проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
3.2	Клетка – структурная и функциональная единица живых организмов. 1. Решение задач на деления клетки. 2. Определение результатов деления, плоидность клетки.		2		Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[8]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
3.3	Обмен веществ и превращение энергии в организме. 1. Решение задач повышенной сложности на пластический обмен. 2. Решение задач повышенной сложности энергетический обмен. 3. Решение задач на неполное и полное окисление глюкозы.	2	2	6	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[8]	Конспект лекций, проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.	<b>Методика решения генетических задач</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>24</b>			
4.1	Реакции матричного синтеза.	4	4	6			
4.1.1	Задачи на репликацию ДНК. 1. Механизм репликации ДНК. 2. Генетический анализ репликации ДНК. Биохимический анализ репликации ДНК. 3. Исправление ошибок репликации и репарация ДНК. 4. Рестрикционный анализ молекул ДНК 5. Секвенирование ДНК.	2	2		Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.1.2	Регуляция экспрессии генов. 1. Регуляция экспрессии генов у прокариот. 2. Регуляция экспрессии генов с помощью сайт-специфичной рекомбинации. 3. Регуляция экспрессии генов у эукариот.	2	2	6	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Конспект лекций, проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач

	4. Решение задач повышенной сложности на транскрипцию и трансляцию.						
4.2	Наследственность организмов.		10				
4.2.1	Алгоритм анализа расщепления при решении генетических задач. 1. Решение задач на моногибридное скрещивание. 2. Наследование признаков при полном, неполном доминировании и кодоминировании.		2		Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.2.2	Решение задач на дигибридное и полигибридное скрещивание. 1. Задачи на независимое наследование признаков. 2. Способы взаимодействия неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. 3. Задачи на плейотропное действие генов. 4. Задачи на пенетрантность и экспрессивность.		4		Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.2.3	Решение задач на сцепление генов и кроссинговер. 1. Решение задач на наследование признаков, сцепленных с полом. 2. Решение задач на гибель гамет до оплодотворения и летальное сочетание аллелей. 3. Общая рекомбинация. Генетический анализ рекомбинации и генная конверсия. 4. Генетическая интерференция. 5. Трехфакторные скрещивания. Двойной кроссинговер. Правило аддитивности Коэффициент коинциденции. 6. Задачи повышенной сложности на рекомбинацию сцепленных генов. Задачи на составление генетических карт.		4	6	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.3	Изменчивость организмов. Генетическая структура популяции. 1. Алгоритм решения задач на закон Харди-Вайнберга. 2. Закон Харди-Вайнберга в случае множественного аллелизма.		2	6	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач

	3. Закон Харди-Вайнберга и дрейф генов.						
4.4	Мутационная изменчивость. 1. Генные мутации. 2. Хромосомные мутации. 3. Геномные мутации.		2		Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.5	Методы генетики человека. 1. Близнецовый метод генетики человека. 2. Генеалогический метод генетики человека. 3. Задачи на составление и определение типа наследования по анализу родословных.		2		Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
4.6	Решение задач по молекулярной биологии и генной инженерии. 1. Задачи на генетическое картирование у прокариот. 2. Задачи на генетическое картирование у эукариот. 3. Трансгенная биотехнология. 4. Эндонуклеазы рестрикции. Векторы для клонирования ДНК.		4	6	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[4-6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
5.	<b>Методика решения экологических задач.</b> 1. Использование приёмов ТРИЗ для решения экологических задач. 2. Задачи повышенной сложности по теме «Вид и популяция». 3. Задачи повышенной сложности темы «Экосистемы». Решение задач на составление и анализ цепей и сетей питания. 4. Задачи на построение и анализ экологических пирамид. Решение задач на балансовое равенство и продуктивность экосистем.		2	6	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[1,2, 4,6]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач
6.	<b>Методика решения задач по физиологии человека и животных.</b> 1. Нейрогуморальная регуляция деятельности организма.		2	4	Компьютерная презентация, дидактические материалы в СДО Moodle	[3]	Проверка рабочей тетради с алгоритмом решения задач

	2. Задачи на составление рефлекторных дуг безусловных рефлексов соматической и вегетативной нервной системы. Задачи на составление рефлекторных дуг условных рефлексов. 3. Задачи на механизм передвижения биологически активных соединений в кровеносно-сосудистой системе.						
<b>Всего</b>		<b>10</b>	<b>38</b>	<b>50</b>			Зачет

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Борщевская, Е. В. Биология. 6–7 классы : дидакт. и диагност. материалы : пособие для учителей общ. сред. образования с белорус. и рус. яз. обучения / Е. В. Борщевская ; Нац. ин-т образования. – 2-е изд. – Минск : Аверсэв, 2021. – 127 с.
2. Воблов, В. А. Биология. 9 класс : тестовые задания : пособие для учителей учреждений общ. сред. образования / В. А. Воблов. – Минск : Аверсэв, 2021. – 158 с.
3. Лукашевич, И. Г. Задачи по генетике : сб. задач по биологии с решениями / И. Г. Лукашевич. – Минск : Конкурс, 2016. – 304 с.

### Дополнительная литература

4. Воблов, В. А. Биология. Животные. 8 класс : тестовые задания : пособие для учителей учреждений общ. сред. образования / В. А. Воблов. – 2-е изд. – Минск : Аверсэв, 2018. – 142 с.
5. Гончаренко, Г. Г. Основы генетической инженерии : учеб. пособие для студентов биол. специальностей учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / Г. Г. Гончаренко. – Минск : Выш. шк., 2005. – 183 с.
6. Дубков, С. Г. Сборник задач по общей биологии для 10–11 классов : пособие для учащихся / С. Г. Дубков, И. В. Богачева, И. Р. Клевец. – 3-е изд., испр. и доп. – Минск : Сэр-Вит, 2016. – 101 с.
7. Минец, М. Л. Биология. 8–9 классы : дидакт. и диагност. материалы : пособие для учителей / М. Л. Минец, А. С. Чубарова, Е. В. Борщевская ; Нац. ин-т образования. – Минск : Аверсэв, 2019. – 143 с.
8. Министерство образования Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.gov.by/>. – Дата доступа: 13.06.2024.
9. Писарчик, Г. А. Биология : 10–11 кл. : сб. задач и упражнений / Г. А. Писарчик, Н. Д. Лисов. – 2-е изд., доп. – Минск : Аверсэв, 2011. – 192 с.
10. Писарчик, Г. А. Сборник задач по генетике / Г. А. Писарчик, А. В. Писарчик. – 2-е изд. – Минск : Аверсэв, 2008. – 240 с.
11. Селевко, Г. К. Энциклопедия образовательных технологий : в 2 т. / Г. К. Селевко. – М. : Науч. исслед. ин-т шк. технологий, 2006. – 2 т.
12. Тамберг, Ю. Г. Как научить ребенка думать : учеб. пособие для родителей, воспитателей и учителей / Ю. Г. Тамберг. – СПб. : Сизов, 2002. – 320 с.
13. Хуторской, А. В. Развитие одаренности школьников: методика продуктивного обучения : пособие для учителя / А. В. Хуторской. – М. : ВЛАДОС, 2000. – 319 с.
14. Яцына, И. Д. Самостоятельные и контрольные работы по биологии в 6–11 классах : пособие для учителей учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / И. Д. Яцына. – Минск : Зорны Верасок, 2017. – 91 с.

15. Централизованный экзамен. Централизованное тестирование. Биология : полный сборник тестов / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Респ. Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2025. – 349 с.

16. Биология: полный школьный курс / Н.Д. Лисов, Л.В. Камлюк // Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Респ. Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2024. – 512 с.

17. Айбазова, Ф.У. Сборник задач по биологии: учебно-методическое пособие обучающихся 1 курса по специальности 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.02 «Педиатрия», 31.05.03 «Стоматология», 33.05.01 «Фармация» / Ф.У. Айбазова, Р.Б. Семенова, Ф.Х. Шаманова, О.М. Батчаева. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2023. – 88 с.

**Методические рекомендации  
по организации и выполнению самостоятельной работы  
по учебной дисциплине**

Самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине «Методика решения биологических задач» предполагает освоение содержания дисциплины в объеме учебной программы в ходе решения биологических задач разных типов по темам, предусмотренным образовательными стандартами для учреждений среднего образования на базовом и повышенном уровнях изучения биологии.

В ходе самостоятельной подготовки к учебным занятиям студенты выполняют следующие формы работы:

- подготовка к лекциям;
- подготовка к практическим занятиям;
- проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;
- составление задач;
- подготовка к зачету.

**Требования к выполнению самостоятельной работы студентов**

№ п/п	Название темы, раздела	Кол-во часов для СРС	Задание	Формы выполнения
1	2	3	4	5
1.	<b>Методика решения и составления школьных биологических задач</b>	<b>4</b>		
1.1	Методика применения современных педагогических технологий при решении биологических задач	4	Решить задачи с использованием приемов ТРИЗ (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
2.	<b>Методика решения цитологических задач</b>	<b>12</b>		
2.1	Химические компоненты живых организмов	6	Решить задачи на строение и свойства белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот (дидактические материалы СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
2.2	Обмен веществ и превращение энергии в организме	6	Решить задачи по теме «Обмен веществ и превращение энергии в организме»	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач

№ п/п	Название темы, раздела	Кол-во часов для СРС	Задание	Формы выполнения
			(дидактические материалы в СДО Moodle)	
3	<b>Методика решения генетических задач</b>	<b>24</b>		
3.1	Реакции матричного синтеза	6	Решить задачи по теме «Транскрипция, Трансляция» (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
3.2	Наследственность организмов	6	Решить задачи по теме «Сцепленное наследование признаков» (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
3.3	Изменчивость организмов. Генетическая структура популяции	6	Решить задачи по теме «Закон Харди – Вайнберга» (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
3.4	Решение задач по молекулярной биологии и генной инженерии	6	Решить задачи по теме «Рестрикция» (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
4.	<b>Методика решения экологических задач</b>	6	Решить задачи по теме «Балансовое равенство» (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
5.	<b>Методика решения задач по физиологии человека и животных</b>	4	Решить задачи по теме «Физиология человека и животных» (дидактические материалы в СДО Moodle)	Рабочая тетрадь с алгоритмом решения задач
<b>Всего</b>		<b>50</b>		

## Примерный перечень задач к зачету

1. Сколько шоколада с содержанием масла какао 45 % необходимо съесть, чтобы компенсировать энергию, затраченную на бег трусцой (2500 кДж/ч) в течение получаса, только за счет жиров, содержащихся в шоколаде? КПД процесса усвоения энергии 65%.

2. Транскрибируемый участок цепи молекулы ДНК имеет следующую нуклеотидную последовательность: ГЦА ЦГТ ААА ЦГТ АТЦ ЦГА. Сколько молекул аланина включится в пептид при трансляции, если известно, что аминокислоту аланин в рибосому могут доставить тРНК, имеющие антикодоны ЦГА, ЦГГ, ЦГУ, ЦГЦ, а терминирующим является кодон УАГ?

3. Одна из разводимых в декоративных целях пород лебедей характеризуется укороченными крыльями. Признак носит доминантный характер. Его развитие связано с дефектом в структуре костной ткани, при этом гомозиготы имеют не совместимые с жизнью дефекты в строении скелета и погибают сразу после вылупления. В хозяйстве разводят лебедей с укороченными крыльями. Определите, какой процент годовалых птиц выбраковывается в каждом поколении.

4. Определите, каким будет расщепление по фенотипу во втором поколении моногибридного скрещивания при неполном доминировании, если у мужских организмов жизнеспособные гаметы образуются в соотношении 0,9 А: 0,1 а, а у женских – в соотношении 0,3 А: 0,7 а?

5. У гречихи размер зерна определяется взаимодействием двух аллелей одного гена, цвет – взаимодействием двух других аллелей. При скрещивании растений со светлыми зернами в F<sub>1</sub> выявилось расщепление: 1 часть растений была с темными семенами, 2 части – со светлыми, 1 часть – с белыми. Известно также, что половина растений имела крупные семена, половина – мелкие. Рассчитайте долю растений (в %) со светлыми мелкими семенами в F<sub>1</sub>.

6. При скрещивании серебристой курицы с нормальными ногами и серебристого петуха с короткими ногами в потомстве все петухи были серебристыми с короткими ногами, половина кур серебристая с короткими ногами, а половина – коричневая с короткими ногами. При скрещивании коричневой курицы с ее отцом все потомство имело короткие ноги, половина из них была серебристая, половина – коричневая независимо от пола. От серебристой курицы первого поколения и ее брата были получены потомки с нормальными и короткими ногами в отношении 1:3 независимо от пола. Как наследуются признаки окраски и коротконогости? Каковы генотипы родителей и гибридов первого поколения? Какое потомство можно ожидать при скрещивании коричневой курицы первого поколения с одним из ее братьев?

7. У василька признак рассеченности листьев доминирует над цельными листьями, а синяя окраска цветков - над розовой. Гены расположены в одной хромосоме. При анализирующем скрещивании получено потомство четырех фенотипических классов:

- 358 растений с рассеченными листьями и синими цветками;

- 342 растения с цельными листьями и розовыми цветками;
- 153 растения с рассеченными листьями и розовыми цветками;
- 147 растений с цельными листьями и синими цветками.

Рассчитайте, сколько процентов растений будут иметь рассеченные листья и синие цветки от скрещивания особей первого и четвертого фенотипических классов между собой, учитывая, что признаки наследуются так же, как при анализирующем скрещивании.

8. При скрещивании в табуне лошадей серой и рыжей масти в первом поколении все потомство оказалось серым. Во втором поколении на каждые 16 лошадей в среднем появлялось 12 серых, 3 вороные и 1 рыжая. Определите тип наследования масти у лошадей и установите генотипы указанных животных.

9. Среди ферментов, участвующих в образовании хлорофилла у ячменя, имеется два фермента, отсутствие которых приводит к нарушению синтеза этого пигмента. Если нет одного из них, то зеленое растение становится белым, если нет другого – желтым. При отсутствии обоих ферментов растение также белое. Синтез каждого фермента контролируется доминантным геном. Гены находятся в разных хромосомах. Какой процент желтых растений следует ожидать в потомстве при самоопылении дигетерозиготного ячменя?

10. Среди ферментов, участвующих в образовании хлорофилла у ячменя, имеется два фермента, отсутствие которых приводит к нарушению синтеза этого пигмента. Если нет одного из них, то зеленое растение становится белым, если нет другого – желтым. При отсутствии обоих ферментов растение также белое. Синтез каждого фермента контролируется доминантным геном. Гены находятся в разных хромосомах. Какой процент желтых растений следует ожидать в потомстве при самоопылении дигетерозиготного ячменя?

11. В лаборатории студенты изучают гетероплоидию. В их распоряжении имеются семь образцов клеток донника, содержащих разное количество хромосом: 1) 14; 2) 32; 3) 8; 4) 64; 5) 15; 6) 48; 7) 17. Укажите номера образцов, которые являются объектами исследования студентов, кариотип донника – 16 хромосом.

12. Для одной из сельскохозяйственных культур ( $n = 12$ ) было замечено улучшение качественных признаков вследствие спонтанной мутации – трисомии по пятой хромосоме. Для стабилизации данной мутации в новом сорте число хромосом было удвоено. Определите количество хромосом в клетках потомка, полученного при скрещивании растений нового сорта с исходным.

13. Определите соотношение фенотипов в потомстве от скрещивания самки с генотипом Аа с самцом-трисомиком Ааа. Следует учесть, что у отцовского организма жизнеспособны только гаплоидные гаметы. Вероятность образования гамет, несущих разные аллели, одинакова.

14. Пробанд – больной миопатией Дюшена (атрофия скелетной мускулатуры) мальчик. По данным собранного у родителей анамнеза, сами родители две сестры пробанда здоровы. По отцовской линии два дяди, тетка, дед и бабушка пробанда – здоровы, две двоюродные сестры от дяди и двоюродный брат от тетки пробанда – здоровы. По линии матери пробанда один из двух дядей

(старший) болел миопатией. Второй дядя (здоровый) имел двух здоровых сыновей и здоровую дочь. Тётя пробанда имела больного сына. Дед и бабка – здоровы. Составьте родословную. Определите тип наследования, генотипы лиц родословной, вероятность рождения больного ребёнка в семье, если пробанд женится на здоровой женщине, отец которой болен миопатией Дюшена.

15. Для определения численности популяции тритонов на площади 100 квадратных метров были отловлены 40 животных, помечены и отпущены. На следующий день на этом участке поймали 40 тритонов, из них 10 оказались помеченными. Определите плотность популяции тритонов.

16. Плотность популяции воробья домового составляет 164 особи/га. За период размножения (один раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1,6 птенца. В популяции равное число самцов и самок. Смертность воробьев постоянна, в среднем за год погибает 28 % взрослых особей. Определите, какой будет плотность популяции воробьев (особей/га) через год.

17. Известно, что студент, сердце которого сокращается в среднем 75 раз в минуту, решал задачи в течение 1 часа 30 минут. Какое количество времени предсердия студента находились в состоянии расслабления в течении этого времени.

18. Млекопитающее массой 20 г съело 25 г семян. 70% пищи не усвоилось. Какая часть энергии потребленной пищи израсходуется на дыхание, если калорийность семян составляет 1500 кДж/кг, тканей животного – 4000 кДж/кг. Прирост массы животного – 1% от исходной?

19. Популяция находится в состоянии равновесия, частоты встречаемости различных аллелей групп крови соответствуют следующим значениям: А – 0,3; В – 0,2; О – 0,5. С какой частотой в данной популяции будут встречаться люди с группами крови А, В, АВ и О?

20. Легочная вентиляция (ЛВ) определяется по формуле:  $ЛВ = \text{частота дыхания} \times \text{дыхательный объем}$ . Рассчитайте ЛВ человека ( $\text{дм}^3/\text{мин}$ ), если известно, что резервный объем выдоха составляет  $1,6 \text{ дм}^3$ , жизненная емкость легких –  $3,8 \text{ дм}^3$ , частота дыхания – 15 дыхательных актов (вдох – выдох) за 1 минуту, резервные объемы вдоха и выдоха равны.

## Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности студентов

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- проверка конспектов с алгоритмом решения задач;
- контрольная работа;
- сдача зачёта по дисциплине в восьмом семестре.

## Протокол согласования учебной программы учебной дисциплины «Методика решения биологических задач» с другими учебными программами дисциплин специальности

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Микробиология Цитология Генетика Эволюционная биология Методика обучения биологии: общие вопросы Методика обучения биологии: частные вопросы	Кафедра биологии и методики преподавания биологии	Адаптировать содержание учебных программ с требованиями к итоговым результатам освоения учебного предмета «Биология» на повышенном уровне в учреждениях общего среднего образования	Утверждено протокол № 8 от 21.03.2024 г.
Физиология человека и животных Экология	Кафедра географии и экологии человека	Адаптировать содержание учебных программ с требованиями к итоговым результатам освоения учебного предмета «Биология» на повышенном уровне в учреждениях общего среднего образования	Утверждено Утверждено протокол № 9 от 21.03.2024 г.