

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой  
генетики, цитологии и биоинженерии

 Калаев В.Н.

05.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.31 Генетика и эволюция**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки:** Биомедицина, Биофизика, Биохимия, Ботаника, Генетика, Зоология, Физиология
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** генетики, цитологии и биоинженерии
- 6. Составители программы:**  
Калаев Владислав Николаевич, доктор биологических наук, профессор  
Машкина Ольга Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент  
Кокина Анастасия Васильевна, кандидат биологических наук, ассистент  
Лавлинский Александр Викторович, преподаватель
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета 29 мая 2023, протокол № 4
- 8. Учебный год:** 2025-2026 **Семестр(ы):** 5-6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: получение теоретических основ и базовых представлений о генетике и теории эволюции.

### Задачи учебной дисциплины:

- формирование представлений о генетике как фундаментальной науке, изучающей наследственность и изменчивость на разных уровнях организации живых организмов.
- формирование базовых представлений о цитологических и молекулярных основах и закономерностях наследственности; типах и молекулярных основах изменчивости генетического материала; современном представлении о структуре и типах генов, их матричной активности, типах регуляции генов у прокариот и эукариот; основных подходах изучения генов и геномов.
- овладение методами исследования генетического материала на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях. Умение планировать эксперимент по изучению характера наследования признаков и анализа его результатов;
- формирование у студентов современных представлений об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Генетика и эволюция» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (бакалавриат).

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности	ОПК-3.1	Демонстрирует знание основ эволюционной теории и современных направлений исследования эволюционных процессов, обосновывает роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении, владеет современными представлениями о микро- и макроэволюции, применяет знания для решения практических задач	Знать: основы эволюционной теории и современные направления исследования эволюционных процессов  Уметь: обосновывать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении, применять знания об эволюции органического мира для решения практических задач  Владеть: современными представлениями о микро- и макроэволюции
		ОПК-3.2	Демонстрирует сформированные представления о современных принципах молекулярной биологии и генетики, проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого, знание молекулярных основ передачи генетической	Знать: основы и современные достижения общей и молекулярной генетики; молекулярные основы передачи генетической информации  Уметь: применять фундаментальные знания и спланировать эксперимент по изучению характера наследования признаков и проанализировать его результаты; решать задачи по общей, молекулярной и медицинской генетике

			информации в биообъектах, геномики, протеомики, генетики развития, использует их на практике.	Владеть: основными понятиями современной генетики; интерпретации полученных данных; навыками решения задач по различным направлениям генетики.
		ОПК-3.3	Применяет основные методы молекулярно-биологического и генетического анализа для решения профессиональных задач	Знать: основные подходы и методы молекулярно-биологического и генетического анализа; базовые представления о проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого  Уметь: применять методы молекулярно-биологического и генетического анализа в научно-исследовательской и практической работе с биологическими объектами  Владеть: методами генетического анализа на разных уровнях организации живого (молекулярном, клеточном, организменном, популяционном)

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 7 ЗЕТ / 252 час.**

**Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой, экзамен**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия		112	48	64
в том числе:	лекции	48	16	32
	практические			
	лабораторные	64	32	32
Самостоятельная работа		104	60	44
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой, экзамен		36		36
Итого:		252	108	144

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Предмет, методы и основные этапы становления генетики. Структура молекулы ДНК, отражающая ее свойства как материального носителя наследственности.	Задачи, этапы развития и основные методы генетики. Применение генетики в селекции, медицине, экологии, биотехнологии. Представление о модельных объектах. Структура молекулы ДНК, отражающая ее свойства как материального носителя наследственности. Основные понятия генетики: ген, генотип, фенотип, геном, аллель, аллельные гены, гомозигота, гетерозигота, доминантные и рецессивные признаки.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
1.2	Наследственность ядерная и внеядерная.	Дискретность в наследовании признаков (менделизм). Цитологические основы	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>

		<p>наследственности. Основные закономерности наследования признаков (по Г. Менделю). Изучение закономерностей наследования признаков при использовании дрозофилы в качестве модельного объекта. Взаимодействие генов. Основные положения хромосомной теории наследственности. Ошибочность отдельных положений с точки зрения современной биологии. Наследование признаков, сцепленное с полом. Гемизиготное состояние генов. Группы сцепления. Кроссинговер как причина нарушения сцепления. Множественный аллелизм. Генетический анализ: картирование генов. Генетические, цитологические и физические карты хромосом. Воспроизведение генетической информации - репликация ДНК. Хромосомный уровень организации генетического материала. Особенности репликации концевых участков линейных молекул ДНК эукариот (проблема "концевой недорепликация"). Плазмой и плазмогены. Митохондриальная и пластидная наследственность. Хромосомные болезни человека, связанные с мутациями мтДНК. Генетическая природа цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и ее значение для селекции растений. Плазмиды и эписомы. Инфекционная наследственность. Гибридный дисгенез. Преддетерминация цитоплазмы.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">hp?id=6904</a>
1.3	Генетика определения пола.	<p>Пол как генетически детерминированный признак. Прогамное, сингамное, эпигамное и зусингамное (гапло-диплоидный тип) определение пола. Хромосомные механизмы определения пола. Гомо- и гетерогаметный пол у дрозофилы и млекопитающих, у птиц и бабочек. Балансовая теория определения пола К. Бриджеса. Гинандроморфы и мозаики. Определение пола у пчел и ос. Бисексуальность зиготы и роль гормонов в определении и переопределении пола. Гермафродитизм. Гены, изменяющие пол. Хромосомные и молекулярно-генетические основы первичной детерминации пола у человека. Отклонения, связанные с нарушением механизмов определения пола. Наследственные болезни человека, связанные с нарушениями в системе половых хромосом. Использование цитогенетического метода для изучения наследственных болезней человека. Определение полового хроматина.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
1.4	Изменчивость генетического материала.	<p>Ненаследственная (модификационная) изменчивость. Адаптивные модификации; онтогенетическая изменчивость. Неадаптивные изменения генотипа - морфозы (тераты). Фенокопии мутаций. Генокопии. Норма реакции. Модификационная изменчивость, её закономерности и статистический характер проявления. Наследственная (генотипическая) изменчивость. Рекомбинационная (комбинативная) изменчивость, ее источники. Мутационная изменчивость. Классификация мутаций. Спонтанные и индуцированные мутации. Достижения мутационной селекции. Типы мутаций по характеру изменения генетического материала: геномные, генные, хромосомные aberrации. Полиплоиды: аутополиплоиды, аллополиплоиды. Аллополиплоидия как способ преодоления</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>

		бесплодия отдаленных гибридов (опыты Г.Д. Карпеченко). Эволюция мягких пшениц. Анеуплоидия (примеры наследственных заболеваний человека, связанных с анеуплоидией). Гаплоидия и ее значение для селекции. Типы хромосомных aberrаций: делеции, дупликации, инверсии, транслокации. Робертсоновские транслокации. Хромосомные перестройки и видообразование. Типы генных мутаций: замена оснований, сдвиг рамки считывания = фреймшифт мутации. Транзиции и трансверсии. Генетические последствия замены оснований: нонсенс-мутации, сеймсенс-мутации, миссенс-мутации. Экспрессия мутантного гена: пенетрантность и экспрессивность. Экспансия тринуклеотидных повторов (динамические мутации). Генетическая антиципация. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова: теоретическое и практическое значение. Эпигенетическая изменчивость: механизмы, формы проявления. Гистоновый код.	
1.5	Репарация повреждений ДНК. Генетические основы и методы селекции. Генетическая структура популяций.	Репарация повреждений ДНК. Проблема стабильности генетического материала. Становление мутаций - процесс многоэтапный. Многообразие систем репарации нарушений ДНК: фотореактивация, эксцизионная репарация, пострепликативная и (SOS-) репарация. Наследственные болезни человека, связанные с дефектами систем репарации ДНК. Роль генетической нестабильности в старении клетки. Генетические основы и методы селекции (гибридизация, гетерозис; искусственный мутагенез и полиплоидия; клеточная, хромосомная и генная инженерия). Генетика популяций. Основные свойства и генетическая структура популяций. Закон Харди-Вайнберга. Факторы, влияющие на генетическую структуру популяций.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
1.6	Современное представление о гене. Типы и структура генов. Кодирование генетической информации.	История развития представления о гене. Современное представление о гене. Особенности строения генов эукариот, прокариот и вирусов. Мозаичная (экзон-интронная) организация генов эукариот. Структура промотора генов прокариот и эукариот. Типы генов: уникальные (их строение у эукариот), гены-кластеры и мультигенные семейства. Псевдогены, их возникновение и возможная роль в эволюции генома. Уникальные и повторяющиеся последовательности в ДНК. Сателлитная ДНК. Понятие о микро- и минисателлитах. Роль сателлитной ДНК в эволюции генома. Эволюция посредством дупликации и дивергенции генов. История открытия и типы мобильных генетических элементов (МГЭ) прокариот и эукариот. Механизмы и генетические последствия транспозиции МГЭ. Понятие об ортологичных и паралогичных генах. Колинеарность структуры гена и кодируемого им белка. Генетический код и его свойства. Вырожденность, неперекрываемость, универсальность генетического кода. Смысловые и бессмысленные кодоны. Понятие о рамке считывания. Рамки считывания могут перекрываться (перекрывающиеся гены вирусов). Генетический и гистоновый код.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
1.7	Матричная активность	Принцип комплементарности в генетических	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>

	генов. Пути передачи генетической информации в клетке.	процессах. Общий и специализированный переносы генетической информации в клетке. Центральная догма молекулярной биологии, сформулированная Ф. Криком. Транскрипция и процессинг первичных транскриптов. Транскрипция - первая стадия реализации генетической информации. Отличие матричного синтеза РНК от репликации ДНК. Этапы и молекулярный механизм транскрипции. Процессинг различных типов РНК у эукариот. Альтернативный сплайсинг и его последствия. Открытие обратной транскрипции и фермента обратной транскриптазы (ревертазы). Ретровирусы. Провирусы. Понятие о комплементарной ДНК (кДНК). Этапы обратной транскрипции ретровирусной РНК. Фермент теломераза как одна из форм обратной транскриптазы и ее роль в обеспечении "бессмертия" клеток. Прионы и Центральная догма молекулярной биологии Конформационные матрицы. Прионизация белков и прионные заболевания.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">u/course/view.php?id=6904</a>
1.8	Регуляция экспрессии генов.	Оперонная система регуляции действия генов у прокариот. Каскадный тип регуляции действия генов у эукариот: на уровне транскрипции, посттранскрипционном уровне, трансляции и посттрансляционной модификации белков. Механизмы регуляции генов у эукариот: конденсация и деконденсация хроматина, гормональная регуляция. Ознакомление с особенностями строения и функционирования полигенных хромосом, освоение метода изготовления препаратов слюнных желез личинок <i>Chironomus</i> . Регуляторные элементы в структуре уникальных генов эукариот (энхансеры и сайленсеры). Гомеобокс и его участие в регуляции генов. Участие гомеозисных генов в раннем развитии организма. Метилирование ДНК как способ контроля активности генов. Регуляция активности генов при альтернативном сплайсинге. РНК-интерференция - механизм регуляции генов на посттранскрипционном уровне. Роль малых интерферирующих РНК в защите генома клетки от вирусных инфекций и ретротранспозонов. Использование РНК-интерференции для изучения функции генов. Антисмысловая РНК (асРНК) и ее роль в регуляции на уровне трансляции. Понятие об информосомах. Основные подходы к изучению функции генов и геномов. Нокаутные гены и трансгены. Обратная генетика. Геномика и протеомика.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
1.9	Введение в эволюционное учение	Определение понятия «эволюция». Предмет изучения теории эволюции и место этой области знания в системе биологических дисциплин.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>
1.10	Дискуссия вокруг проблемы факторов эволюции	Неоламаркизм (механоламаркизм, ортоламаркизм). Генетический антидарвинизм (мутационизм, гибридогенез, преадапационизм). Номогенез. Концепция неокатастрофизма.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>
1.11	История развития эволюционных представлений с древности до XX века	Состояние идеи развития у народов древности и в Средневековье. Эпоха Возрождения как величайший поворот в развитии человеческой мысли. Метафизические представления о живой природе.. Первое целостное учение об эволюции органического мира Ж.Б. Ламарка. Эволюционная теория Ч. Дарвина. Механизмы процесса эволюции	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>

		по Ч. Дарвину.	
1.12	Теория эволюции как интенсивно развивающаяся область знаний в XX и в конце второго десятилетия XXI века.	Значение генетических и экологических исследований для развития эволюционной теории. Создание синтетической теории эволюции, её основные положения. Вклад молекулярной биологии в углубление и расширение знаний о живой природе. Развитие структурной, функциональной, эволюционной геномики и вклад этих разделов биологии в познание молекулярных механизмов эволюционного процесса. Сальтационные теории: концепция нейтральной эволюции, горизонтального переноса.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>
1.13	Учение о микроэволюции	Возникновение учения о микроэволюции. Популяция — элементарная единица эволюции. Генетические основы эволюции. Элементарные факторы эволюции. Естественный отбор — движущая и направляющая сила эволюции. Возникновение адаптаций — результат действия естественного отбора. Вид — основной этап эволюционного процесса. Видообразование — результат микроэволюции.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>
1.14	Проблемы макроэволюции	Эволюция онтогенеза. Эволюция филогенетических групп. Эволюция органов и функций. Эволюционный прогресс.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>
1.15	Проблемы и перспективы эволюционного учения	Монофилия и полифилия. Сетчатая эволюция. Проблема вида. Эволюция эволюционных механизмов. Соотношение микро- и макроэволюции. Современный сальтационизм. Значение теории эволюции для научной и практической деятельности человека.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.2	Наследственность ядерная и внеядерная	Ознакомление с особенностями работы Г. Менделя. Использование метода гибридологического анализа в генетических исследованиях. Основные закономерности наследования признаков при моногибридном, дигибридном и полигибридном скрещивании. Взаимодействие генов. Взаимодействие аллельных генов: полное доминирование, неполное доминирование, кодоминирование. Множественный аллелизм. Взаимодействие неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Изучение закономерностей наследования признаков при использовании дрозофилы в качестве модельного объекта. Наследование признаков, сцепленное с полом. Кроссинговер и локализация генов в хромосоме (вычисление расстояний между генами в группах сцепления). Решение типовых задач.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
2.3	Генетика определения пола.	-	
2.4	Изменчивость генетического материала.	Модификационная изменчивость, её закономерности и статистический характер проявления. Биометрические измерения гербарных образцов растений, построение вариационных рядов по отдельным признакам, вычисление их основных статистических показателей.	
2.5	Репарация повреждений ДНК. Генетические основы и методы селекции. Генетическая структура популяций.	Ознакомление с законом Харди-Вайнберга, определение генетической структуры популяции. Решение типовых задач.	-
2.8	Регуляция экспрессии генов.	-	-
2.9	Введение в эволюционное	Доказательства эволюции.	



	учение		
2.10	Дискуссия вокруг проблемы факторов эволюции	-	
2.11	История развития эволюционных представлений с древности до XX века	Метафизический период в биологии. К. Линней, Ж. Кювье, значение их работ для формирования исторического взгляда на природу. Развитие представлений о единстве органического мира, целесообразности и изменяемости организмов. Предпосылки возникновения эволюционной теории Ч. Дарвина. Формирование Ч. Дарвина как эволюциониста. Общая характеристика труда «Происхождение видов» и развитие идеи эволюции в других произведениях Ч. Дарвина. Представления Ч. Дарвина о формах изменчивости, наследственности. Анализ происхождения сортов культурных растений и пород домашних животных. Ч. Дарвин о борьбе за существование, естественном отборе, виде и видообразовании. Отношение Ч. Дарвина к проблеме органической целесообразности.	
2.12	Теория эволюции как интенсивно развивающаяся область знаний в XX и в конце второго десятилетия XXI века.	-	
2.13	Учение о микроэволюции	Элементарные факторы эволюции. Основные закономерности изменчивости. Приспособленность и ее относительность. Критерии вида в систематике. Популяционно-статистический метод.	
2.14	Проблемы макроэволюции	Соотношение онтогенеза и филогенеза. Главные направления эволюционного процесса.	
2.15	Проблемы и перспективы эволюционного учения	-	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Предмет, методы и основные этапы становления генетики. Структура молекулы ДНК, отражающая ее свойства как материального носителя наследственности.	2		-	7	9
2	Наследственность ядерная и внеядерная.	2		24	7	33
3	Генетика определения пола.	2		2	7	11
4	Изменчивость генетического материала.	2		2	7	11
5	Репарация повреждений ДНК. Генетические основы и методы селекции. Генетическая структура популяций.	2		2	7	11
6	Современное представление о гене. Типы и структура генов. Кодирование генетической информации.	2		-	9	11
7	Матричная активность генов. Пути передачи генетической	2		-	9	11



	информации в клетке.					
8	Регуляция экспрессии генов.	2		2	7	11
9	Введение в эволюционное учение	1		2	5	8
10	Дискуссия вокруг проблемы факторов эволюции	4			3	7
11	История развития эволюционных представлений с древности до XX века	1		14	14	29
12	Теория эволюции как интенсивно развивающаяся область знаний в XX и в конце второго десятилетия XXI века.	4			3	7
13	Учение о микроэволюции	12		12	12	36
14	Проблемы макроэволюции	8		4	4	16
15	Проблемы и перспективы эволюционного учения	2			3	5
	Экзамен					36
	Итого:	48		64	104	252

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Программа дисциплины предусматривает проведение лекционных и лабораторных занятий. Лекционный материал раскрывает основные теоретические вопросы данной дисциплины. Лабораторные занятия обеспечивают формирование необходимых умений и навыков (в рамках соответствующих дисциплине компетенций).

На лабораторных занятиях регулярно проводится опрос по теоретическим вопросам изучаемых тем, разбирается методика решения типовых задач, выполняются лабораторные задания. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, приобретают навыки решения типовых задач по общей, молекулярной и медицинской генетике. Результаты лабораторной работы оформляются в рабочей тетради студента в виде рисунка, расчетов, составления таблиц, выводов. В конце лабораторного занятия результаты работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе. В случае пропуска лабораторного занятия студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Выполнение самостоятельной работы (СР) предполагает качественную подготовку ко всем видам заданий: освоение теоретического материала в процессе лекционного курса; подготовку к лабораторным занятиям (освоение теории вопроса; выполнение заданий, предусмотренных программой лабораторного практикума); к текущему и промежуточному контролю знаний. Студенты самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендованных преподавателем учебной литературы и электронных ресурсов (пункты 15 и 16), работы с текстом конспекта лекций, а также презентаций лекционных занятий, которые размещены в электронном учебно-методических комплексах (УМК) (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904>, <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767>). В процессе самостоятельной подготовки при освоении дисциплины необходимо сначала изучить основную литературу, а затем – дополнительную, что будет способствовать более глубокому освоению материала.

Контроль результатов СР обучающихся проводится в ходе проведения лабораторных занятий (устный опрос (решение задач у доски), практические задания) и текущей аттестации (практические задания, тестовые задания, рефераты). Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы.

При необходимости учебный процесс реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) на платформах Moodle (<https://edu.vsu.ru>), ВГУ «Открытое образование» (<https://openedu.ru/university/vsu/>). В этом случае лекции и лабораторные занятия проводятся в режиме «Видеоконференция», после чего студент предоставляет преподавателю конспект занятия, выполняет тест, или контрольную работу. При использовании ДОТ обучающийся самостоятельно прослушивает онлайн-курс, содержащий

лекционный и лабораторный материал, выполняет задания для самопроверки, а затем проходит промежуточный контроль знаний по материалам онлайн-курса.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге-Вечтомов. - СПб. : Изд-во Н-Л, 2015. 718 с.
2	Курчанов Н.А. Генетика человека с основами общей генетики / Н.А. Курчанов – СПб. : СпецЛит, 2009. – 192 с. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=105728">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=105728</a>
3	Машкина О.С. Основы генетики : учебное пособие / О.С. Машкина, М.Н. Назарова, В.Н. Попов ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. - 191с.
4	Генетика: практикум для лабораторных занятий : учебно-методическое пособие / сост. : М. Н. Назарова, А. В. Лавлинский, О. С. Машкина. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. – 130 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Асанов А.Ю. Медицинская генетика / А.Ю. Асанов, Н.П. Бочков, Н.А. Жученко. – М : Гэотар-Медиа, 2008. – 224 с.
6	Гайнутдинов И.К. Медицинская генетика / И.К. Гайнутдинов, Э.Д. Юровская. – М. : Дашков и Ко, 2008. – 336 с.
7	Генетика / В.И. Иванов [и др.]. – М. : Академкнига, 2006. – 638 с.
8	Генетика человека с основами медицинской генетики : учебник / Е.К. Хандогина [и др.]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. — 191 с.
9	Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика / И.Ф. Жимулев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. – 480 с. - <a href="http://www.knigafund.ru/books/18890">http://www.knigafund.ru/books/18890</a>
10	Клаг У. Основы генетики / У. Клаг, М.Р. Каммингс. - М. : Техносфера, 2007. - 896 с.
11	Мишакова В.Н. Решение задач по генетике / В.Н. Мишакова, Л.В. Дорогина, И.В. Агафонова. – М. : Дрофа, 2010. – 160 с.
12	Николаев А.П. Основы цитологии и генетики / А.П. Николаев – М. : Изд-во - МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2011. - 39 с. - <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52549">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52549</a>
13	Сборник задач по общей генетике : учеб. пособие / под ред. М.М. Асланяна. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 144 с.
14	Северцов А.С. Теория эволюции: учеб. /А.С. Северцов. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 380 с.
15	Яблоков А.В. Эволюционное учение / А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 2006. – 310 с.
16	Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н. Воронцов. – М. : Изд. отдел УНЦДО МГУ, Прогресс-Традиция, АБФ, 2004. - 432 с
17	Воронцов Н.Н. Эволюция, видообразование, система органического мира: Избр.тр. / Н.Н. Воронцов. – М: Наука, 2005. -365 с.
18	Грант В. Эволюционный процесс / В. Грант;– М.: Мир, 2008. – 488 с.
19	Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора / Ч. Дарвин. – СПб. : Наука, 2001.– 568 с.
20	Иорданский Н.Н. Организмы, виды и эволюция / Н.Н.Иорданский. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ»,.: 2011. – 176 с.
21	Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину: смена эволюционной модели/ В.И. Назаров. – М.: КомКнига, 2005. – 520 с.
22	Филиппченко Ю.А. Эволюционная идея в биологии: исторический обзор эволюционных учений XIX века. - М.: URSS: Либроком, 2012. - 222 с.
23	Юсуфов А.Г. История и методология биологии : учеб. пособие для вузов / А.Г. Юсуфов, М.А. Магомедова. – М.: Высш шк., 2003. – 239с.
24	Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий / Марков А., Наймарк Е. – М. : АСТ: CORPUS, 2014. - 656 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
22	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>
23	<a href="http://www.edu.vsu.ru">http://www.edu.vsu.ru</a> Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

24	<a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a> Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза
25	<a href="http://eLIBRARY.RU">eLIBRARY.RU</a> – научная электронная библиотека
26	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904</a>
27	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Машкина О.С. Генетическая инженерия и биобезопасность: Учебное пособие / О.С. Машкина, А.К. Буторина. - Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005. - 71с.
2	Буторина А.К. Картирование генома и обратная генетика : учебное пособие / А.К. Буторина, О.С. Машкина. — Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005. - 67 с.
3	Общая биология : учеб. пособие для вузов / А.К. Буторина [и др.]. — Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2007. — 140 с.
4	Лабораторный практикум по экологической генетике : учеб.-метод. пособие / В.Н. Калаев, М.Н. Назарова, А.В. Лавлинский, И.В. Игнатова, С.С. Карпова. - Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012. - 109 с.
5	Генетика: практикум для лабораторных занятий : учебно-методическое пособие / сост. : М. Н. Назарова, А. В. Лавлинский, О. С. Машкина. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. – 130 с.
6	Машкина О.С. Основы генетики : учебное пособие / О.С. Машкина, М.Н. Назарова, В.Н. Попов ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. - 191с.
7	Системный и исторический подход в изучении органического мира на разных этапах развития человеческого познания / сост.: М.Н. Назарова, А.В. Лавлинский, И.Э. Мазурова. – Воронеж, изд-во ВГУ, 2013. – 100 с.
8	Формы отбора и их роль в увеличении и поддержании биоразнообразия органического мира : учебное пособие / сост.: М.Н. Назарова, И.Э. Мазурова, А.В. Лавлинский.– Воронеж, изд-во ВГУ, 2014. – 100 с.
9	Эволюция генома и коэволюция генетических систем / сост.: М.Н. Назарова, Е.В. Богданова. – Воронеж, изд-во ВГУ, 2009. – 82 с.
10	Представление о виде и видообразовании на разных этапах развития человеческого познания : учеб. – метод. пособие / сост. : М.Н. Назарова, Е.В. Богданова, А.В. Лавлинский. – Воронеж : изд-во ВГУ, 2009. – 45 с.
11	Теория эволюции : учеб. – метод. пособие / сост.: М.Н. Назарова, А.В. Лавлинский. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017.. – с. 76.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии (ДОТ). Программа курса реализуется с применением УМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904> и <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767>

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

<b>Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа):</b> специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 190
<b>Учебная аудитория (для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации):</b> специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора, микроскопы WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 184
<b>Учебная аудитория (для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации):</b> специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора, микроскопы WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 187
<b>Дисплейный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы:</b> специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 67

к сети «Интернет»	
<b>Помещение для самостоятельной работы (Компьютерный класс):</b> специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/3
<b>Помещение для самостоятельной работы (Компьютерный класс):</b> специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры, принтер, сканер) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 40/5
<b>Помещение для самостоятельной работы (Компьютерный класс):</b> специализированная мебель, компьютерная техника (компьютеры) с возможностью подключения к сети "Интернет" WinPro 8, OfficeSTD, Google Chrome, Kaspersky Endpoint Security	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 67
<b>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> ноутбук, проектор	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 184а

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Предмет, методы и основные этапы становления генетики. Структура молекулы ДНК, отражающая ее свойства как материального носителя наследственности.	ОПК-3	ОПК-3.2	Тест
2	Наследственность ядерная и внеядерная.	ОПК-3	ОПК-3.1	Практическое задание, Тест
3	Генетика определения пола.	ОПК-3	ОПК-3.2	Практическое задание, Тест
4	Изменчивость генетического материала.	ОПК-3	ОПК-3.1	Практическое задание, Ситуационные задания, Тест, Реферат
5	Репарация повреждений ДНК. Генетические основы и методы селекции. Генетическая структура популяций.	ОПК-3	ОПК-3.1	Практическое задание, Тест
6	Современное представление о гене. Типы и структура генов. Кодирование генетической информации.	ОПК-3	ОПК-3.2	Тест, Реферат
7	Матричная активность генов. Пути передачи генетической информации в клетке.	ОПК-3	ОПК-3.2	Тест, Реферат
8	Регуляция экспрессии генов.	ОПК-3	ОПК-3.2	Практическое задание, Тест, Реферат
9	Введение в эволюционное учение	ОПК-3	ОПК-3.1	Темы докладов с презентацией, Тест
10	Дискуссия вокруг проблемы факторов эволюции	ОПК-3	ОПК-3.1	Тест
11	История развития эволюционных представлений с древности до XX века	ОПК-3	ОПК-3.1	Темы докладов с презентацией, Тест
12	Теория эволюции как	ОПК-3	ОПК-3.1	Тест

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	интенсивно развивающаяся область знаний в XX и в конце второго десятилетия XXI века.			
13	Учение о микроэволюции	ОПК-3	ОПК-3.1	Практическое задание, Тест
14	Проблемы макроэволюции	ОПК-3	ОПК-3.1	Практическое задание, Тест
15	Проблемы и перспективы эволюционного учения	ОПК-3	ОПК-3.1	Тест
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой, экзамен				Вопросы к зачету с оценкой, Комплект разноуровневых заданий

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Практические задания.
2. Ситуационные задания.
3. Тест.
4. Реферат.
5. Темы докладов с презентацией.

#### 20.1.1 Примеры практических заданий

1. У фасоли чёрная окраска семенной кожуры (А) доминирует над белой окраской (а). Определить окраску семян у растений, полученных в результате следующих скрещиваний: 1) Аа х Аа; 2) АА х Аа; 3) аа х АА; 4) Аа х аа
2. Дурман с пурпурными цветками при самоопылении дал 30 потомков с пурпурными и 9 - с белыми цветками. Какие можно сделать выводы относительно наследования окраски цветков у этого вида? Какая часть потомков, имеющих пурпурную окраску цветков, должна давать чистое по этому признаку потомство?
3. Врожденный сахарный диабет обусловлен рецессивным аутосомным геном с пенетрантностью у женщин 90 %, у мужчин – 70 %. Определите вероятность рождения здоровых и больных детей в семье, где оба родителя являлись гетерозиготными носителями этого гена.
4. Некоторые формы катаракты и глухонемоты передаются как аутосомные рецессивные несцепленные между собой признаки. Отсутствие резцов и клыков в верхней челюсти также может передаваться как рецессивный признак. Какова вероятность рождения детей со всем тремя аномалиями в семье, где: 1) оба родителя гетерозиготны по всем трем парам генов; 2) один из родителей страдает катарактой и глухонемотой, но гетерозиготен по третьему признаку, а второй супруг гетерозиготен по катаракте и красными двугнездными плодами, с красными многогнездными и с желтыми двугнездными. Каковы генотипы исходных растений? Каких еще растений следует ожидать в этом скрещивании? Какова вероятность их появления?
5. Отсутствие потовых желез у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Не страдающий этим заболеванием юноша женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность, что сыновья и дочери от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез: Каков прогноз в отношении внуков того и другого пола, если жены сыновей и мужья дочерей будут здоровыми людьми?

6. Зеленозерный сорт ржи при скрещивании с белозерным дает в первом поколении растения с зелеными зернами, а во втором поколении расщепление по окраске: 89 растений с зелеными зернами, 28 растений с желтыми зернами, 39 растений с белыми зернами. Вопросы:

- 1) Определите тип наследования и напишите схему скрещивания.
- 2) Что получится, если скрестить гибриды первого поколения с гомозиготным желтозерным растением?
- 3) Что получится, если скрестить гибриды первого поколения с гомозиготным белозерным растением?

**Критерии оценки:**

«зачтено» выставляется студенту, если правильно оформил и решил задачу.

«не зачтено» выставляется студенту, если он не решил задачу (или решил ее с ошибками)

**20.1.2 Примеры ситуационных заданий**

1. Освоить метод экспресс-диагностики определения числа X-хромосом в интерфазных клетках буккального эпителия человека. На микропрепарате буккального эпителия подсчитать число клеток с тельцами Барра и без них. Данные внести в таблицу. Выполнить рисунок ядер с половым хроматином и без него. Указать (заполнив таблицу) количество аутосом, половых хромосом и полный кариотип индивидуума с соответствующим заболеванием.
2. Ознакомиться с особенностями строения и функционирования политенных хромосом, используя готовые препараты слюнных желез личинок *Chironomus*. Рассмотреть под микроскопом (объективы 40x и 90x) и зарисовать строение гигантских хромосом (обратив внимание на чередование дисков и междисковых участков, пuffed, кольца Бальбиани).
3. Овладеть методикой наркотизации мух и научиться отличать самцов от самок внутри линии. Провести скрещивание в соответствии с заданием, предложенным преподавателем. Получить F<sub>1</sub> и проанализировать его. Скрестить мух из F<sub>1</sub>. Получить F<sub>2</sub> и проанализировать потомство. Ознакомиться с основными закономерностями наследования признаков (доминированием, расщеплением, независимым наследованием). Провести статистическую обработку полученных результатов.
4. Ознакомиться с особенностями модификационной изменчивости. На основе гербарных образцов растений построить вариационные ряды по отдельным признакам и вычислить их основные показатели.

**Критерии оценки:**

«зачтено» выставляется студенту, если все задание выполнено и правильно оформлено в тетради (название, цель, схема опыта, снятие и оформление результатов опыта), самостоятельно сформулированы выводы.

«не зачтено» выставляется студенту, если задание не выполнено (или выполнено с ошибками).

**20.1.3 Примеры тестовых заданий**

**Выбрать правильные ответы (один или несколько)**

1. Назовите год рождения генетики: 1) 1865; 2) 1900; 3) 1953
2. Какие клеточные структуры отвечают за цитоплазматическое наследование?  
1) Ядро; 2) Хлоропласты; 3) Митохондрии; 4) Лизосомы; 5) Пероксисомы; 6) Плазмиды
3. Выделите типы наследственной изменчивости  
1) Модификационная; 2) Комбинативная; 3) Мутационная; 4) Онтогенетическая
4. Как называется мутация, связанная с некратным умножением генома вида?  
1) Автополиплоидия; 2) Аллополиплоидия; 3) Анеуплоидия
5. Кто является создателем хромосомной теории наследственности?  
1) Т. Морган; 2) Г. Меллер; 3) Де Фриз; 4) У. Сеттон и Т. Бовери
6. Каким сочетанием ядерных и митохондриальных генов обеспечивается ЦМС у кукурузы?  
1) Cyt<sup>S</sup> RfRf; 2) Cyt<sup>S</sup> Rfrf; 3) Cyt<sup>N</sup> RfRf; 4) Cyt<sup>S</sup> rfrf; 5) Cyt<sup>N</sup> Rfrf; 6) Cyt<sup>N</sup> rfrf
7. К какому типу геномной мутации можно отнести кариотип человека ♀45, x?  
1) анеуплоидия; 2) гаплоидия; 3) полиплоидия

8. Какие виды хромосомных аномалий не встречаются у живорождённых:
  - 1) трисомия по аутосомам; 2) трисомия по половым хромосомам; 3) моносомия по аутосомам; 4) моносомия по X-хромосоме
9. При каком типе взаимодействия генов один аллельный ген подавляет действие другого?
  - 1) Кодоминировании; 2) Доминантно-рецессивном; 3) Эпистазе
10. Укажите правильный ответ. При кодоминировании:
  - 1) Один ген полностью подавляет проявление другого; 2) Каждый из двух аллелей частично проявляет свое действие; 3) Аллельные гены независимо действуют в гетерозиготе, обеспечивая равноценный вклад в формирование фенотипа
11. Как называется не проявление мутантного гена у некоторых его носителей в популяции?
  - 1) Экспрессивность; 2) Пенетрантность; 3) Лабильность
12. Как называется организм, у которого отсутствует одна хромосома?
  - 1) Моносомик; 2) Нуллисомик; 3) Трисомик
13. Укажите правильные ответы. Какие из нижеприведенных генотипов можно отнести к автополиплоидам? 1) AABV; 2) AABVCC; 3) ABC; 4) AAAA; 5) AA
14. Укажите положения, верные для SOS-репарации:
  - 1) Происходит до репликации ДНК; 2) Относится к пострепликативной; 3) Связана с удалением поврежденных нуклеотидов с последующим застраиванием "бреши"; 4) Это репарация, "склонная к ошибкам"
15. К какому типу мобильных генетических элементов относится вирус саркомы Рауса?
  - 1) Транспозон; 2) Ретротранспозон; 3) Is-элемент
16. Регуляторные участки гена, ослабляющие его активность, называются:
  - 1) Энхансеры; 2) Модификаторы; 3) Сайленсеры; 4) Промоторы
17. Какие из ниже перечисленных участков хромосомы являются генетически неактивными?
  - 1) Эухроматин; 2) Интроны; 3) Экзоны; 4) Метилированные участки ДНК
18. Синтез белков теплового шока (БТШ) в ответ на повышение температуры – это:
  - 1) Мутация; 2) Механизм адаптивной модификации; 3) Необратимый процесс
19. Какие способы рекомбинации у бактерий вы знаете?
  - 1) Трансформация; 2) Трансдукция; 3) Конъюгация; 4) Мейотический кроссинговер; 5) Трансляция
20. Какие типы кроссоверных гамет соответствуют генотипу AD//ad?
  - 1) ad; 2) aD; 3) Ad; 4) AD
21. Укажите типы наследственной изменчивости.
  - 1) Модификационная; 2) Комбинативная; 3) Мутационная; 4) Онтогенетическая.
22. Какие из нижеприведенных генотипов можно отнести к автополиплоидам?
  - 1) AABV; 2) AABVCC; 3) ABC; 4) AAAA; 5) AA; 6) CCC
23. Определите, какое число телец полового хроматина можно обнаружить в большинстве интерфазных ядер людей со следующими кариотипами:
  - 1) 46, XX; 2) 46, XY; 3) 47, XXY; 4) 48, XXXY; 5) 45, X; 6) 47, XXX; 7) 48, XXXX

### Укажите соответствия

1 Укажите соответствия

Группы крови	Генотипы, их определяющие	Ответ
1. АВ (IV)	а) I <sup>A</sup> I <sup>A</sup>	√
2. 0 (I)	б) I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>	√
3. А (II)	в) I <sup>O</sup> I <sup>O</sup>	√
4. В (III)	г) I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>	√

2. Укажите соответствия.

Понятие	Определение
1. Репликация	а) Увеличение числа копий генов, количества ДНК
2. Амплификация	б) Синтез ДНК на матрице РНК
3. Обратная транскрипция	в) Синтез РНК на матрице ДНК
	г) Удвоение ДНК

### Дать письменный ответ

1. Напишите формулы гомозигот по одной и двум парам генов



2. Как называется хромосомная aberrация, связанная с переносом участка одной хромосомы на другую (негомологичную)?
3. Какой пол является гомогаметным у птиц и бабочек?
4. Как называется синдром у человека с комплексом половых хромосом ХХУ? Укажите фенотип – мужской (♂) или женский (♀)?
5. У потомства больных хореей Гентингтона происходит увеличение числа тринуклеотидных повторов, усиление тяжести заболевания и более раннее его проявление. Как называется это явление?
6. Дайте определение понятию ГЕН. Какие типы генов вам известны (назовите не менее трех).
7. Что означает выражение “Ген и его продукт колинеарны”?
8. Что такое “лимит Хейфлика”?
9. Кто и на каком объекте впервые открыл мобильные генетические элементы? К какому типу МГЭ они относятся?
10. Как называются сигнальные последовательности гена, указывающие, где начинается транскрипция и где она заканчивается?
11. Могут ли у эукариот с одного гена считываться несколько разных белков? Ответ поясните.
12. При каком типе взаимодействия генов один ген влияет на проявление всех остальных?
13. Как называется вероятность (частота) проявления мутантного фенотипа среди особей популяции, несущих данную мутацию.
14. Каким сочетанием ядерных и митохондриальных генов обеспечивается цитоплазматическая мужская стерильность у растений? Напишите формулу.

### **Работа с рисунком.**

1. На схеме изображен пример регуляции транскрипции гена эукариот с помощью энхансерных участков. Подпишите всех “участников” и укажите последствия регуляции (заполните пропуски, помеченные многоточиями). Какие выделяют типы энхансеров по способу регуляции?
2. На каком из рисунков (А, В или С) изображен мобильный генетический элемент? Подпишите его составляющие, используя нумерацию, указанную на рисунке. Какие ферменты используют МГЭ для своего перемещения?
3. Какой процесс изображен на рисунке? В чем суть этого процесса?
4. Подпишите все составляющие лактозного оперона. Используйте нумерацию, указанную на рисунке. Для каких организмов он характерен?

### **Ситуационные задачи**

1. Одна из цепей ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: А С G T A . Укажите последовательность нуклеотидов в комплементарной (матричной=смысловой) цепи ДНК и последовательность нуклеотидов мРНК, синтезированной с этой цепи. 5- А С G T A- 3
2. В соматических клетках капусты установлено 36 хромосом вместо 18. Охарактеризуйте эту мутацию.
3. С какой мутацией связано происхождение кариотипа вида Homo sapiens от человекообразного предка? Что происходит в этом случае?
4. В геноме организма в результате действия токсинов произошла хромосомная перестройка между генами, находившимися в разных хромосомах. Последовательность генов изменилась в первой хромосоме с **ABCDEFGH** на **ABCDEOP**, а во второй с **KLMNOP** на **KLMNFGH**. Определите тип мутации. Ответ поясните.
5. Какое число хромосом должен иметь фертильный гибрид растений от скрещивания вида А ( $2n=18$ ) с видом В ( $2n=24$ ). Ответ поясните.
6. В геноме организма в результате действия токсинов произошла хромосомная перестройка между участками, находившимися в разных хромосомах. Последовательность генов изменилась в первой хромосоме с **ABCDEFGH** на **ABCDEOP**, а во второй с **KLMNOP** на **KLMNFGH**. Определите тип мутации. Ответ поясните.

**Критерии оценки:**

«отлично» выставляется студенту, если он набирает более 85% от максимально возможного балла за тест.

«хорошо» выставляется студенту, если он набирает от 65 до 84% от максимально возможного балла за тест.

«удовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает от 45 до 64% от максимально возможного балла за тест.

«неудовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает менее 45% от максимально возможного балла за тест.

#### **20.1.4 Темы рефератов (примеры):**

1. Закономерности наследования признаков в популяциях организмов.
2. Синдромы наследственных заболеваний у человека и механизмы их возникновения.
3. Модификационная изменчивость и норма реакции.
4. Дрозофила как классический объект генетических исследований.
5. Картирование генов. Генетические, цитологические и физические карты хромосом.
6. Генетическая природа цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и ее значение для селекции растений.
7. Геномные мутации: полиплоидия, ее значение для селекции растений. Авто- и аллополиплоиды. Аллополиплоидия как способ преодоления бесплодия отдаленных гибридов. Ресинтез видов. Происхождение культурной пшеницы.
8. Хромосомные мутации и их типы. Робертсоновские транслокации. «Филадельфийская хромосома».
9. Генные мутации: их типы, генетические последствия.
10. Способы репарации повреждений ДНК. Наследственные болезни человека, связанные с нарушением систем репарации.
11. Мобильные генетические элементы прокариот и эукариот: типы, структура, генетические последствия и механизмы транспозиции.
12. Конформационные матрицы. Прионизация и прионные болезни.
13. Использование знаний о генетическом коде для объяснения эффекта мутаций (нонсенс-мутации, сеймсенс-мутации, миссенс-мутации, сдвиг рамки считывания).
14. Оперонная регуляция действия генов у прокариот (на примере лактозного оперона). Схемы негативного и позитивного контроля экспрессии генов.
15. Особенности регуляции экспрессии генов эукариот. Примеры регуляции активности генов на уровне транскрипции. Энхансеры и сайленсеры. Инсуляторы.
16. Регуляция активности генов на посттранскрипционном уровне (РНК-интерференция). Регуляция трансляции с помощью антисмысловой РНК

#### **Критерии оценки:**

«зачтено» ставится студенту, если он раскрыл тему реферата, опираясь на современные исследования, в тексте отсутствуют орфографические и синтаксические ошибки, стилистических погрешностей, соблюдены требования к оформлению.

«не зачтено» ставится студенту, если он не раскрыл тему реферата, оформил его небрежно, с ошибками.

#### **20.1.5. Примерные темы докладов с презентацией**

1. Общая характеристика метафизического периода в развитии естествознания.
2. Социально-исторические предпосылки развития научной систематики в эпоху первоначального накопления материала (сбор и описание фактов, первые попытки классификации).
3. Научные основы систематики, заложенные К. Линнеем.
4. Взгляды К. Линнея на происхождение органического мира. Отступление К. Линнея от представлений о постоянстве видов под давлением фактического материала.
5. Ж. Кювье.
7. Концепции преформизма и эпигенеза.
8. Зарождение идеи трансформизма (на примере работ Ж. Бюффона, Э. Дарвина и Э.Ж. Сент-Илера).
9. Борьба трансформизма с креационизмом (на примере дискуссии Э.Ж. Сент-Илера с Ж. Кювье).
10. Эволюционное учение Ж.Б. Ламарка. Значение эволюционной теории Ж.Б. Ламарка с позиции современной биологии.

11. Социально-экономические и естественнонаучные предпосылки возникновения эволюционной теории Ч. Дарвина.
12. Формирование Ч. Дарвина как эволюциониста.
13. Всеобщность явлений изменчивости и определение этого понятия Ч. Дарвином. Формы и причины изменчивости по Ч. Дарвину, их значение для эволюции.
14. Ч. Дарвин о соотношении изменчивости и наследственности. Широкие обобщения по вопросу наследственности.
15. Формы искусственного отбора и их примеры из практики селекции. Значение бессознательного и методического отбора в породе- и сортообразовании.
16. Открытие Ч. Дарвином закона борьбы за существование и широкий смысл, вкладываемый в это понятие. Основные формы борьбы за существование и их значение для эволюционного процесса
17. Открытие Ч. Дарвином естественного отбора, его отличие от искусственного.
18. Расхождение признаков (дивергенция) и механизмы видообразования.
19. Половой отбор как частный случай естественного отбора.
20. Основные положения учения Ч. Дарвина и его влияние на развитие биологии.
21. Использование палеонтологических методов для доказательства эволюции органического мира (ископаемая летопись, биостратиграфия, переходные формы, палеонтологические ряды).
22. Закономерности географического распространения и размещения живых организмов и их сообществ на Земле.
23. Использование морфологических и эмбриологических методов для доказательства сходства и развития органических форм.
24. Вклад систематики в эволюционное учение (корреляция и иерархия признаков, родословные древа, иерархия внутривидовых групп, концепция политипического вида, переходные формы).
25. Влияние открытий в области генетики, биохимии и молекулярной биологии для развития представлений о единстве органического мира и его эволюционных преобразованиях.

#### Критерии оценки:

Отлично - студент усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; связывает знания с практической деятельностью; аргументирует научные положения; делает выводы и обобщения; владеет системой основных понятий. Имеется оформленная презентация.

Хорошо - студент усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; связывает знания с практической деятельностью; аргументирует научные положения; делает выводы и обобщения; владеет системой основных понятий. Презентация отсутствует.

Удовлетворительно - студент излагает тему доклада, опираясь на знания основной литературы. Презентация отсутствует.

**Технология проведения.** Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация производится в формах:

- письменных работ (рефераты);
- практических заданий;

- тестирования проводится с использованием электронных учебно-методических комплексов <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6904> и

<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11767> по всем темам лекционных и лабораторных занятий. Тестирование включает в себя разноуровневые задания (вопросы, работу с рисунками, ситуационные задачи), позволяющие лучше оценить знания обучающегося. Для ответа на вопросы требуется знание материала лекционных и лабораторных занятий, а также материала, рекомендованного для самостоятельной работы.

Критерии оценивания приведены выше. При оценивании используются количественные и качественные шкалы оценок.

Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Контроль результатов самостоятельной работы (СР) обучающихся проводится в ходе проведения лабораторных занятий (устный опрос, выполнение и сдача лабораторных работ) и

текущей аттестации (написание рефератов). Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- вопросов к зачету с оценкой
- Комплект разноуровневых заданий

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. Задачи, этапы развития и основные методы генетики. Основные заслуги Г. Менделя, Т. Моргана.
2. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Структура ДНК. Свойства ДНК как субстрата наследственного материала.
3. Цитологические и молекулярные основы наследственности.
4. Принципы гибридологического анализа. Закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем. Анализирующее скрещивание. Правило «чистоты гамет».
5. Генетические понятия: аллель, аллельные и неаллельные гены. Множественные аллели. Типы взаимодействия аллельных генов: полное доминирование, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование.
6. Генотип как система взаимодействующих генов. Типы взаимодействия неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия). Плейотропия.
7. Наследование признаков, сцепленное с полом (эксперимент Моргана). Гемизиготное состояние генов. Примеры признаков, сцепленных с полом у человека, особенности их наследования.
8. Основные положения хромосомной теории наследственности. Ошибочность отдельных положений, сформулированных Т. Морганом, с точки зрения современной биологии. Принципы построения генетических карт хромосом.
9. Кроссинговер как причина нарушения сцепления. Мейотический и митотический кроссинговер, их генетические последствия; использование для картирования генов.
10. Генетические, цитологические и физические карты хромосом.
11. Воспроизведение генетической информации – репликация ДНК у прокариот и эукариот.
12. Особенности репликации теломерных участков линейных хромосом эукариот.
13. Пол как генетически детерминированный признак. Типы определения пола у эукариот (прогамное, сингамное и эпигамное определение пола).
14. Хромосомный механизм определения пола на примере человека. Наследственные болезни человека, связанные с нарушениями в системе половых хромосом. Их цитодиагностика.
15. Механизм определения пола у ос и пчел. Балансовая теория определения пола у дрозофилы по К. Бриджесу. Отклонения, связанные с нарушением механизмов определения пола.
16. Нехромосомная наследственность. Плазмон и плазмогены. Наследственные болезни человека, связанные с мутациями плазмогенов.
17. Генетическая природа цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и ее значение для селекции растений.
18. Модификационная изменчивость. Норма реакции. Адаптивные модификации и морфозы. Генокопии и фенокопии.
19. Комбинативная и мутационная изменчивость. Эпигенетическая изменчивость. Гистоновый код.
20. Геномные мутации: гаплоидия и анеуплоидия. Примеры мутационной изменчивости у человека.
21. Геномные мутации: полиплоидия, ее значение для селекции растений. Авто- и аллополиплоиды. Аллополиплоидия как способ преодоления бесплодия отдаленных гибридов (опыты Г.Д. Карпеченко). Ресинтез видов. Происхождение культурной пшеницы.
22. Хромосомные мутации и их типы. Робертсоновские транслокации. «Филадельфийская хромосома».
23. Генные мутации: их типы, генетические последствия.

24. Способы репарации повреждений ДНК. Наследственные болезни человека, связанные с нарушением систем репарации.

25. Современная теория гена. Типы генов. Мозаичное строение генов у эукариот. Альтернативный сплайсинг.

26. Мобильные генетические элементы прокариот и эукариот: типы, структура, генетические последствия и механизмы транспозиции.

27 Матричная активность генов. Транскрипция у прокариот и эукариот. Процессинг, сплайсинг мРНК.

28. Пути переноса генетической информации в клетке. Обратная транскрипция. Ретровирусы. Конформационные матрицы. Прионизация и прионные болезни.

29. Кодирование генетической информации (генетический код и его свойства). Использование знаний о генетическом коде для объяснения эффекта мутаций (нонсенс-мутации, сеймсенс-мутации, миссенс-мутации, сдвиг рамки считывания). Экспансия числа тринуклеотидных повторов и антиципация.

30. Оперонная регуляция действия генов у прокариот (на примере лактозного оперона). Схемы негативного и позитивного контроля экспрессии генов.

31. Особенности регуляции экспрессии генов эукариот. Примеры регуляции активности генов на уровне транскрипции. Эन्हансеры и сайленсеры. Инсуляторы.

32. Регуляция активности генов на посттранскрипционном уровне (РНК-интерференция). Регуляция трансляции с помощью антисмысловой РНК.

### Пример контрольно-измерительного материала

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. заведующего кафедрой

генетики, цитологии и биоинженерии

 В.Н. Калаев

Специальность \_\_06.03.01 Биология

Дисциплина\_ **Генетика и эволюция (Б1.О.31)**

Вид контроля \_ Зачет с оценкой

Вид аттестации \_ промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №5

1. Генотип как система взаимодействующих генов. Типы взаимодействия аллельных и неаллельных генов, их молекулярные механизмы.
2. Мобильные генетические элементы прокариот и эукариот: типы, структура, генетические последствия и механизмы транспозиции.

#### Критерии оценки:

«отлично» выставляется студенту, если он раскрывает вопросы по теме билета и отвечает на дополнительные вопросы.

«хорошо» выставляется студенту, если он раскрывает вопросы билета, но не отвечает на некоторые дополнительные вопросы.

«удовлетворительно» выставляется студенту, если он отвечает билет по наводящим вопросам и неточно отвечает на дополнительные вопросы.

«неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не раскрывает темы по вопросам билета и не отвечает на дополнительные вопросы.

### 20.2.2. Примерный комплект разноуровневых заданий

Вопросы с выбором одного или нескольких правильных ответов

1. Кто ввел в науку термин «эволюция»?

- а) Шарль Боннэ
- б) Чарльз Дарвин

- в) Жан Батист Ламарк
- г) Карл Линней
- д) Аристотель
- е) Жорж Кювье
- ж) Платон
- з) Лукреций Карр

2. Какие из нижеперечисленных доказательств эволюционного процесса относятся к биогеографическим?

- а) ископаемые переходные формы
- б) палеонтологические ряды
- в) сравнение флоры и фауны разных географических мест
- г) животные реликты
- д) наличие гомологичных органов
- е) наличие органов рудиментов
- ж) наличие атавизмов
- з) закон зародышевого сходства
- и) принцип рекапитуляции
- к) моделирование эволюции

3. Какой из древнегреческих мыслителей считал, что исходной субстанцией для развития является вода?

- а) Фалес
- б) Анаксимандр
- в) Анаксимен
- г) Гераклит
- д) Эмпедокл
- е) Демокрит
- ж) Аристотель

4. Кто из нижеперечисленных исследователей считал, что в основе эволюционных изменений лежат 2 закона: общий и частный?

- а) Карл Линней
- б) Жорж Кювье
- в) Чарльз Дарвин
- г) Жан Батист Ламарк
- д) Жорж Бюффон
- е) Уильям Гарвей
- ж) Михаил Васильевич Ломоносов
- з) Этьен Жоффруа Сент-Илер
- и) Карл Францевич Рулье
- к) Карл Вольф

5. Согласно синтетической теории эволюции – элементарной единицей эволюционного процесса является ...

- а) особь
- б) популяция
- в) вид
- г) биогеоценоз

6. Как называется группа эволюционных теорий, согласно которым видообразование происходит очень стремительно и прерывисто – в течение всего нескольких поколений?

- а) сальтационизм
- б) тихогенез
- в) кладогенез
- г) анагенез
- д) стасигенез
- е) селектогенез
- ж) синтезогенез
- з) теория нейтральной эволюции

7. Как называют изменение экспрессии генов без изменения первичной последовательности нуклеотидов в ДНК?

- а) диминуция

- б) полиплоидизация
- в) амплификация
- г) хромосомная абберация
- д) эпигенетическая изменчивость

8. Как называется эволюция экосистем, которая протекает быстро, в неустойчивых, находящихся в состоянии кризиса экосистемах, испытывающих сокращение видового состава и глубокие изменения внутренней структуры, в условиях ослабленной конкуренции?

- а) когерентная эволюция
- б) некогерентная эволюция
- в) среди ответов нет правильного

9. Как называется воспроизводимое множество живых организмов, обладающих комплексом эволюционно устойчивых диагностических признаков?

- а) вид
- б) популяция
- в) род
- г) семейство
- д) подвид
- е) популяция
- ж) класс
- з) тип

10. Как называют виды, населяющие территории целых био-географических царств, областей, провинций?

- а) виды-космополиты
- б) широкоареальные виды
- в) узкоареальные виды-эндемики
- г) среди ответов нет правильного

11. Концепция политипического вида основана ...

а) на представлении о существовании единого типа вида. Тип вида представляет собой коллекционный экземпляр (го-лотип), на основании которого выполнено первое описание вида, и который хранится в гербарии или зоологическом музее. Реально существующие организмы могут несколько отличаться от типового экземпляра, тогда отличия рассматриваются как отклонения от нормы, вариации

б) основана на представлении о существовании нескольких типов вида. Все выделенные типы должны быть представлены соответствующими коллекционными экземплярами. Вид неоднороден по всем критериям и представляет собой систему несовершенных таксонов. Виды с более или менее широким ареалом характеризуются сложной таксономической, экологической и хорологической (пространственной) структурой

- в) верны все ответы

12. Как называется минимальная самовоспроизводящаяся группа особей, на протяжении эволюционно длительного времени населяющая определенное пространство, образующая самостоятельную генетическую систему и формирующая собственную экологическую нишу?

- а) вид
- б) популяция
- в) род
- г) семейство
- д) семья

13. Отметьте экологические характеристики популяции.

- а) величина (по занимаемому пространству и численности особей)
- б) возрастная структура
- в) половая структура
- г) популяционная динамика
- д) постоянная наследственная гетерогенность
- е) динамическое равновесие отдельных генотипов (аллелей)
- ж) внутреннее генетическое единство

14. Что является поставщиком элементарного эволюционного материала?

- а) мутационный процесс
- б) изоляция
- в) популяционные волны



- г) дрейф генов
- д) естественный отбор

15. К какому критерию вида относят особенности внешнего и внутреннего строения полевой мыши?

- а) морфологическому
- б) генетическому
- в) экологическому
- г) географическому

16. Примером внутривидовой борьбы за существование являются отношения:

- а) черных тараканов между собой
- б) черных и рыжих тараканов
- в) черных тараканов с ядохимикатами
- г) черных тараканов и черных крыс

17. Биологическая изоляция обусловлена:

- а) небольшой численностью видов
- б) невозможностью спаривания и оплодотворения
- в) географическими преградами
- г) комбинативной изменчивостью

18. Сходство форм тела у акул, ихтиозавров и дельфинов является примером эволюции:

- а) филетической
- б) дивергентной
- в) параллельной
- г) конвергентной

19. Примером аналогичных органов являются:

- а) рука человека и крыло бабочки
- б) колючки боярышника и колючки барбариса
- в) ловчие листья росянки и колючки барбариса
- г) почечные чешуи и усики гороха

20. Что является результатом искусственного отбора?

- а) образование новых видов
- б) образование новых родов и семейств
- в) образование новых сортов растений и пород животных
- г) формирование приспособлений

21. Каковы причины многообразия видов в природе?

- а) сезонные изменения в экосистеме
- б) приспособленность организмов к среде обитания
- в) наследственная изменчивость и естественный отбор
- г) модификационная изменчивость и искусственный отбор

22. Пример физиологической адаптации?

- а) форма тела у богомола
- б) впадение в спячку медведя
- в) колючки барбариса
- г) мимикрия

23. Что является главной движущей силой эволюции?

- а) наследственность.
- б) ненаследственная изменчивость.
- в) наследственная изменчивость.
- г) естественный отбор.

24. Диким предком лошади является

- а) тарпан
- б) тур
- в) лама
- г) архар

25. В основу синтетической теории эволюции были положены:

- а) принцип градации Ж.Б.Ламарка
- б) теория естественного отбора Ч.Дарвина
- в) теория номогенеза Л.С.Берга

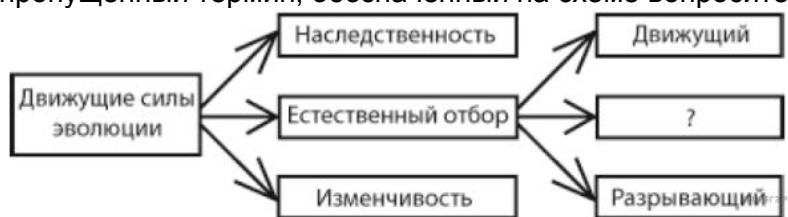
г) теория фагоцителлы И.И.Мечникова

*Задания на установление «Верно ли утверждение?»*

1. Палеонтологические методы не могут быть применены, как правило, при изучении микроэволюционных процессов.
2. Согласно синтетической теории эволюции эволюция имеет ненаправленный характер.
3. Теория абиогенеза – утверждает невозможность происхождения живого из неживого.
4. По объему генома эукариот нельзя сделать заключение о сложности организации
5. Элементарное эволюционное явление — длительное, необратимое и векторизованное изменение популяционного генофонда.

*Вопрос с развернутым ответом*

1. Какова цель эволюционного учения?
2. Перечислите основные доказательства эволюции, используемые современной наукой.
3. Опишите закономерности горизонтального переноса генов.
4. Перечислите основные механизмы биологической изоляции.
5. Рассмотрите предложенную схему классификации движущих сил эволюции. Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный на схеме вопросительным знаком.



6. Как называется случайное ненаправленное изменение частот аллелей и генотипов в популяциях?
7. Процесс возникновения новых видов - ... .
8. Американский ученый, эволюционист, внесший большой вклад в решение вопросов видообразования - ... .
9. Форма борьбы за существование, которую иллюстрирует следующий пример. В Австралии обыкновенная пчела, которую привезли из Европы, вытесняет туземную, не имеющую жала.
10. Устойчивость к ядам у тараканов - это следствие действия отбора
11. Перечислите элементарные факторы эволюции.
12. Перечислите методы изучения эволюции.
13. Какой тип естественного отбора представлен на рисунке? В каких условиях среды он наблюдается? Какие мутации сохраняет?



**Технологии проведения.**

Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся являются зачет с оценкой и экзамен. Обязательным условием допуска студентов к промежуточной аттестации является: выполнение и сдача всех (предусмотренных программой) лабораторных работ; положительные результаты текущей аттестации (выполнение практических и тестовых заданий, подготовка реферата и доклада с презентацией).

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. Дополнительные

вопросы включают вопросы лабораторных занятий, что позволяет оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений и навыков, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков.