

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководители ОПОП


Н.А. Ломтева
«29» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой фундаментальной
биологии


Н.А. Ломтева
«29» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ГЕНЕТИКА»

Составитель(и)

Ломтева Н.А., д.б.н., профессор, зав.кафедрой
фундаментальной биологии,

Овчинникова Е.А., ассистент кафедры
фундаментальной биологии

Согласовано с работодателями:

Сопрунова И.В. врач-генетик медико-
генетической консультации областного
перинатального центра

ГБУЗ АО Александро-Мариинской областной
клинической больницы

Козлова Н.В., зав. лабораторией молекулярной
генетики и физиологии Вожско-Каспийского
филиала ФГБУН «ВНИРО»

06.03.01 Биология

Направление подготовки /
специальность

Направленность (профиль) /
специализация ОПОП

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приёма

Курс

Семестр(ы)

Биомедицина и генетика

бакалавр

очная

2025

3

5

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) Генетика является формирование фундаментальных знаний по важнейшим проблемам классической и современной генетики, что предполагает изучение закономерностей наследственности и изменчивости на всех уровнях организации живого и получение представлений о достижениях и открытиях в различных областях генетической науки.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- познакомиться с историей предмета, классическими и современными методами генетики, геной инженерии и селекции;
- получить современные представления об организации генетического материала, его экспрессии, репликации и передачи от одного поколения другому;
- изучить закономерности и механизмы изменчивости генетического материала;
- развить логику генетического мышления и освоения основных приемов генетического анализа;
- сформировать генетический подход для естественнонаучного объяснения биологических явлений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) Генетика относится к обязательной части и осваивается в 5 семестре. Теоретической основой курса «Генетика» являются классические данные о закономерностях наследования признаков, их молекулярной детерминации, современные знания о природе генов и механизмах их функционирования. Кроме общих представлений о материальных основах наследственности у прокариот и эукариот; студенты знакомятся с основными направлениями исследований, которые приобрели важнейшую роль в различных областях современной жизни: от использования препаратов, созданных по заданной генетической программе, до сложных методов клинической диагностики. За последние десятилетия в генетике произошли крупные изменения: Основное направление исследований сместилось в область изучения молекулярных основ строения и функционирования геномов.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

Ботаника, Зоология беспозвоночных, Микробиология, Цитология.

Биология

Знания:

– теоретические основы эволюционной теории, молекулярной биологии, генетики и биологии развития.

Умения:

– анализировать современные направления исследования эволюционных процессов;

– использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза.

Навыки:

– владеет навыками использования методов молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза.

Почвоведение:

Знания:

– понимает фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом наук о Земле, для обработки информации и анализа данных наук о Земле;

– фундаментальные разделы физики, химии, биологии, экологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и экологических основ наук о почвах.

Умения:

– осуществляет анализ основных закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения задач и прогнозирования последствий своей профессиональной деятельности.

Навыки:

– применяет методы физики, химии, математического моделирования и статистического оценивания для прогнозирования перспектив и последствий своей профессиональной деятельности.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

Иммунология, Биология размножения и развития, Молекулярная биология, Математические методы в естественных науках.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) универсальной(ых) (УК) -

б) общепрофессиональной(ых) (ОПК) - 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

в) профессиональной(ых) (ПК) -

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-3.	ОПК-3.1. Знает теоретические основы эволюционной теории, молекулярной биологии, генетики и биологии развития.	ИОПК-3.1.1 Основные закономерности и цитологические основы наследственности;	ИОПК-3.2.1 Решать генетические задачи на закономерности наследственности, изменчивости, генетику популяций	ИОПК-3.3.1 Методами статистического анализа данных; принципами функциональной организации молекулярных основ наследственности
	ОПК-3.2. Умеет анализировать современные направления исследования эволюционных процессов; использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов для исследования механизмов онтогенеза	ИОПК-3.1.2 Основные механизмы хранения и передачи наследственной информации;	ИОПК-3.2.2 прогнозировать наличие и действие факторов, изменяющих динамическое равновесие генов и генотипов в природных популяциях	ИОПК-3.3.2 Методами решения генетических задач на закономерности наследования

	и филогенеза.			
	ОПК-3.3. Владеет (имеет практический опыт) навыками использования методов Молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза.	ИОПК-3.1.3 факторы, изменяющие динамическое равновесие генов и генотипов в природных популяциях (давление отбора, мутационное давление, миграции, дрейф генов); роль и значение генетики популяций для осуществления эффективной хозяйственной, природоохранной деятельности человека, здравоохранения и медицины	ИОПК-3.2.3 Различать виды мутаций, использовать генетические методы для выявления изменений наследственности	ИОПК-3.3.3 Принципами построение генетических карт и анализа сцепления генов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	73,25
- занятия лекционного типа, в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	70,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 5 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

	Контактная работа, час.				Итого	Форма текущего контроля
	Л	ПЗ	ЛР	К		

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Л	в т.ч. ПП	П З	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП	Р / К П	СР, час .		успеваемости, форма промежуточной аттестации <i>[по семестрам]</i>
Тема 1. Генетика как наука	2				2			4,7 5	8,7 5	Практическое занятие, семинар
Тема 2. Цитологические основы наследственности.	2				2			6	10	семинар, практическое занятие, лабораторная работа
Тема 3. Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании	4				4			6	14	контрольная работа, решение задач
Тема 4. Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом	4				4			6	14	Решение задач, тестовая К/Р, сообщения по темам, лабораторная работа
Тема 5. Сцепленное наследование и перекрест хромосом	4				4			6	14	Решение задач, тестовая К/Р, лабораторная работа
Тема 6. Внеядерное (цитоплазматическое) наследование	2				2			6	10	Решение задач, тестовая К/Р
Тема 7. Молекулярные основы наследственности	4				4			6	14	Коллоквиум, доклады
Тема 8. Изменчивость. Виды изменчивости	4				4			6	14	Семинар, лабораторная работа, сообщения
Тема 9. Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы	2				2			8	12	Семинар, рефераты
Тема 10. Генетика популяций и генетические основы эволюции	4				4			8	16	Семинар, сообщения
Тема 11. Генетика человека	4				4			8	16	Семинар, доклады
Консультации									1	
Контроль промежуточной аттестации									0,25	Экзамен
Итого за весь период	36				36			70, 75	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции				Общее количество компетенций
		ОПК-3.С		...	...	
Тема 1. Генетика как наука	8.75	*				1
Тема 2. Цитологические основы наследственности.	10	*				1
Тема 3. Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании	14	*				1

Тема 4. Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом	14	*				1
Тема 5. Сцепленное наследование и перекрест хромосом	14	*				1
Тема 6. Внеядерное цитоплазматическое) наследование	10	*				1
Тема 7. Молекулярные основы наследственности	14	*				1
Тема 8. Изменчивость. Виды изменчивости	14	*				1
Тема 9. Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы	12	*				1
Тема 10. Генетика популяций и генетические основы эволюции	16	*				1
Тема 11. Генетика человека	16	*				1
Консультации	1					
КПА	0,25					
Итого	144					

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1 Генетика как наука

Предмет, цели, задачи генетики, связь генетики с другими науками. Краткая история развития генетики. Наследственность и наследственная изменчивость как основы эволюции и селекции. Место генетики в системе естественных наук. Связь между генетикой и эволюционным учением. Методы генетики: гибридологический анализ, математический, цитологический, биохимический, онтогенетический и др. Основные разделы современной генетики и их взаимосвязь. Связь генетики с сельским хозяйством, медициной, ветеринарией, пищевой промышленностью. Генетика как теоретическая основа селекции. Перспективы развития и основные задачи современной генетики. Генетические аспекты охраны окружающей среды и генофонда планеты.

Тема 2 Цитологические основы наследственности

Роль ядра и цитоплазмы в сохранении и передаче наследственной информации. Методы и объекты изучения цитогенетики. Строение и химический состав хромосом. Понятие о кариотипе, гаплоидном и диплоидном наборах хромосом. Индивидуальность хромосом, видовая специфичность числа и формы хромосом. Экспериментальные доказательства роли хромосом в наследственности. Тонкая надмолекулярная структура хромосом эукариотов. Взаимодействие ДНК и гистонов. Гетерохроматин и эухроматин. Гигантские (политенные) хромосомы. Хромосомы типа "ламповых щеток". Поведение хромосом в митозе и мейозе, фазы митоза. Митотический цикл хромосом. Фазы мейоза, его стадии. Конъюгация и перекрест хромосом в мейозе. Принципиальное различие поведения хромосом в митозе и мейозе. Биологический смысл митоза, мейоза и оплодотворения. Амитоз, эндомитоз.

Тема 3 Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании

Особенности гибридологического метода Г.Менделя: выбор объекта, отбор "чистого" материала для скрещиваний, анализ отдельных признаков, изучение потомства двух-трех поколений от скрещивания, применение статистического метода в генетических опытах. Генетическая символика. Правила записи скрещиваний и их результатов. Закономерности наследования при моногибридном скрещивании: 1-й закон Менделя – закон единообразия гибридов первого поколения; явление расщепления во втором поколении – 2-й закон Менделя. Факториальная гипотеза Г.Менделя. Правило "чистоты

гамет". Понятие о генотипе и фенотипе, гомозиготности и гетерозиготности. Понятие об аллелях. Условия для соблюдения 1 и 2-го законов Менделя. Реципрокные скрещивания. Возвратное и анализирующее скрещивания. Взаимодействие аллелей: полное доминирование, неполное доминирование, кодоминирование. Расщепление во втором поколении при неполном доминировании и кодоминировании. Множественный аллелизм. Межаллельная комплементация. Закономерности наследования при ди- и полигибридном скрещиваниях. Принцип независимого наследования генов, 3-й закон Менделя. Общая формула расщеплений при независимом наследовании. Цитологические основы расщепления. Статистический характер расщепления. Типы взаимодействия неаллельных генов: комплементарность, эпистаз (супрессия), полимерия (кумулятивная и некумулятивная), модифицирующее и пр. Летальные гены и плейотропное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность. Признаки качественные и количественные.

Тема 4 Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом

Генетика пола. Типы определения пола в природе. Первичные и вторичные половые признаки. Расщепление по полу и половые хромосомы. Гомо- и гетерогаметный пол. Типы хромосомного определения пола. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Балансовая теория определения пола. Половой хроматин. Генетическая бисексуальность организмов. Нарушения в развитии пола интерсексуальность, гинандроморфизм, гермафродитизм. Наследование признаков, сцепленных с полом. "Крисс-кросс" наследование. Наследование сцепленных с полом признаков при нерасхождении половых хромосом. Дифференциация и переопределение пола в онтогенезе. Соотношение полов в природе и проблемы его искусственного регулирования.

Тема 5 Сцепленное наследование и перекрест хромосом

Нарушение менделевской формулы дигибридного скрещивания вследствие сцепленного наследования. Изучение сцепления признаков у дрозофилы в экспериментах Т.Г. Моргана и его школы. Группы сцепления. Открытие явления кроссинговера. Локализация гена. Линейное расположение генов в группах сцепления. Принципы построения генетических карт. Примеры генетических карт. Определение числа групп сцепления и числа хромосом у генетически изученных объектов. Сопоставление цитологических и генетических карт. Митотический кроссинговер и его использование для локализации генов. Цитологический механизм кроссинговера. Тетрадный анализ. Двойной и множественный кроссинговер. Интерференция. Цитологические доказательства перекреста хромосом. Современные представления о молекулярном механизме кроссинговера. Факторы, влияющие на частоту перекреста хромосом. Гены, контролирующие частоту и точность кроссинговера. Основные положения хромосомной теории наследственности по Т. Моргану.

Тема 6 Внеядерное (цитоплазматическое) наследование

Отклонения от менделевских закономерностей наследования как результат "цитоплазматической" локализации генов. Понятие о плазмоне. Особенности наследования признаков, контролируемых плазмагенами. Молекулярные основы цитоплазматической наследственности (клеточные органеллы, содержащие ДНК, как носители наследственной информации). Пластидная и митохондриальная наследственность. Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) и ее практическое использование. Взаимодействие ядра и цитоплазмы отдельных гибридов. Наследование через инфекцию и эндосимбионтов. Предетерминация цитоплазмы. Материнский эффект цитоплазмы. Плазмидное наследование.

Тема 7 Молекулярные основы наследственности

Нуклеиновые кислоты, их роль в детерминации наследственных признаков и синтез белка в клетке. Доказательство роли ДНК в наследственности. Трансформация. Трансдукция. Структура и функции нуклеиновых кислот (ДНК, РНК). Правило Чаргаффа. Модель ДНК, предложенная Уотсоном и Криком. Понятие о нуклеотидах. Репликация

ДНК. Полуконсервативная репликация хромосом. Генетический код. Свойства генетического кода. Триплетность кода. Избыточность (вырожденность) генетического кода. Неперекрываемость кодонов. Универсальность кода. Таблица генетического кода. Передача наследственной информации в системе ДНК – РНК – белок (полипептид). Транскрипция и трансляция. Роль рибосом, информационной и транспортной РНК в синтезе специфических белков - ферментов. Современные представления о строении и функции гена: сайты, цистроны, интроны и экзоны. Принцип "Один ген – одна полипептидная цепь". Посттранскрипционные преобразования РНК у эукариот. Сплайсинг. Закономерности передачи наследственной информации. Экспрессия генов. Механизм транскрипции. Понятие генетического кода. Механизм трансляции. Перенос генетической информации в природе. Регуляция экспрессии генов.

Тема 8 Изменчивость. Виды изменчивости

Классификация изменчивости. Понятие о наследственной (генотипической) и паратипической (модификационной) изменчивости. Комбинативная и мутационная изменчивость.

а) Паратипическая (модификационная) изменчивость. Ненаследуемая изменчивость как результат действия гена в различных условиях среды. Понятие о норме реакции генотипа. Ненаследственный характер модификаций и проблема наследования приобретенных признаков. Длительные модификации. Морфозы. Фенотип как проявление генотипа в определенных условиях внешней среды. Статистический метод как основной при изучении модификационной изменчивости. Роль модификаций для эволюции и селекции.

б) Генотипическая изменчивость. Проблема стабильности генетического материала. Основные типы повреждения и репарация ДНК. Мутационная изменчивость. Теория мутации де Фриза, С.П.Коржинского. Классификация мутаций по характеру изменений фенотипа: морфологические, биохимические, физиологические мутации. Классификация мутаций по характеру изменения генотипа: генные, или точковые, хромосомные, геномные, цитоплазматические. Генеративные и соматические мутации. Спонтанные и индуцированные мутации. Мутации прямые и обратные, доминантные и рецессивные. Молекулярный механизм генных мутаций. Хромосомные мутации. Внутрихромосомные перестройки, нехватки, дупликации, инверсии. Межхромосомные перестройки – транслокации, транспозиции. Робертсоновские транслокации. Эффект положения. Значение хромосомных перестроек в эволюции. Понятие о полиплоидии. Автополиплоидия и аллополиплоидия. Мейоз и наследование у аллополиплоидов. Триплоидия. Амфидиплоидия как механизм получения плодовых аллополиплоидов (опыты Г.Д.Карпеченко). Значение полиплоидии в эволюции и селекции растений и животных. Анеуплоидия (гетероплоидия). Особенности мейоза образования гамет и наследование у анеуплоидов. Жизнеспособность и плодовитость анеуплоидных форм. Использование анеуплоидов в генетическом анализе. Гаплоидия, ее использование в генетике и селекции. Влияние ионизирующих излучений, ультрафиолетового излучения, химических агентов, температуры и других факторов на мутационный процесс. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, его значение для селекции.

Тема 9 Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы

Генная инженерия как совокупность методов, позволяющих получать рекомбинантные ДНК из фрагментов генов разных организмов и вводить их в клетку. Роль генетики микроорганизмов, молекулярной генетики и химии нуклеиновых кислот в формировании генной инженерии. Методы выделения генов. Расщепление ДНК (рестрикция). Рестриктазы. Химический и ферментативный синтез генов. Гибридизация нуклеиновых кислот. Векторы переноса генов в клетки бактерий и бактериальные плазмиды. Клонирование генов. Определение нуклеотидных последовательностей (секвенирование). Создание условий для работы генов. Народнохозяйственные задачи, решаемые генной инженерией; перспективы в рыбоводстве. Биотехнология

Тема 10 Генетика популяций и генетические основы эволюции

Понятие о виде и популяции. Различие в эффективности отбора в чистых линиях и популяциях. Понятие о частотах генов и генотипов. Панмиктические перекрестно размножающиеся популяции. Закон и формула Харди-Вайнберга, их значение и практическое использование. Условия поддержания равновесного состояния панмиктической популяции. С.С. Четвериков как основоположник экспериментальной популяционной генетики. Генетическая гетерогенность популяций. Факторы, определяющие структуру популяций. Мутационный процесс, его свойства. Приспособленность особей, несущих мутации. Дрейф генов, его специфичность и роль в динамике генных частот. Изоляция. Ассортативное и селективное скрещивания. Инбридинг. Межпопуляционные миграции. Естественный отбор как единственный направляющий фактор эволюции популяций. Понятие о приспособленности и коэффициенте отбора. Взаимодействие факторов эволюции. Понятие о внутрипопуляционном генетическом полиморфизме и генетическом грузе популяции. Изучение количественных признаков в популяциях. Значение генетики популяций для систематики, медицинской генетики, селекции, решения проблемы сохранения окружающей среды. Вклад генетики в развитие эволюционной теории.

Тема 11 Генетика человека

Генетика человека. Методы изучения генетики человека. Классификация. Наследственные болезни нарушения аминокислотного, углеводного и липидного обменов. Хромосомные болезни. Аберрации, полиплоидия, внутрихромосомные перестройки как факторы возникновения заболеваний. Биохимический полиморфизм белков. Генетика уродств, врожденных аномалий. Профилактика. Основы биотехнологии и генетической инженерии. Трансплантация эмбрионов и трансгенез.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Основные формы учебных занятий по дисциплине (модулю) Генетика лекционные, практические и семинарские занятия, лабораторные работы. Лекционные занятия по дисциплине могут проводиться с применением методов интерактивности, визуализации, проверки качества. Семинарские занятия по дисциплине могут проводиться с применением принципов работы в командах, визуализации, анализа текстов, подготовки групповых проектных заданий и др.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

На самостоятельную работу студента по дисциплине Генетика отводится 54 часа. Основной вид реализации самостоятельной работы:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников на русском и иностранных языках, баз данных;
- написание рефератов и докладов для семинарских и практических занятий.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
--	--------------	--------------

Тема 1 Генетика как наука Наследственность и наследственная изменчивость как основы эволюции и селекции. Место генетики в системе естественных наук. Связь между генетикой и эволюционным учением. Методы генетики: гибридологический анализ, математический, цитологический, биохимический, онтогенетический и др. Основные разделы современной генетики и их взаимосвязь. Связь генетики с сельским хозяйством, медициной, ветеринарией, пищевой промышленностью. Генетика как теоретическая основа селекции.	4,75	Работа литературой, подготовка семинару.	с к
Тема 2 Цитологические основы наследственности Индивидуальность хромосом, видовая специфичность числа и формы хромосом. Экспериментальные доказательства роли хромосом в наследственности. Тонкая надмолекулярная структура хромосом эукариотов. Взаимодействие ДНК и гистонов. Гетерохроматин и эухроматин. Гигантские (политенные) хромосомы. Хромосомы типа "ламповых щеток". Биологический смысл митоза, мейоза и оплодотворения. Амитоз, эндомитоз.	6	Работа литературой, подготовка контрольной работе.	с к
Тема 3 Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании Правило "чистоты гамет". Цитологические основы расщепления. Статистический характер расщепления. Летальные гены и плейотропное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность. Признаки качественные и количественные.	6	Работа литературой, подготовка тестовой контрольной работе.	с к
Тема 4 Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом Первичные и вторичные половые признаки. Типы хромосомного определения пола. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Балансовая теория определения пола. Половой хроматин. Генетическая бисексуальность организмов. Нарушения в развитии пола интерсексуальность, гинандроморфизм, гермафродитизм. Дифференциация и переопределение пола в онтогенезе. Соотношение полов в природе и проблемы его искусственного регулирования.	6	Работа литературой, подготовка тестовой контрольной работе	с к
Тема 5 Сцепленное наследование и перекрест хромосом Открытие явления кроссинговера. Локализация гена. Линейное расположение генов в группах сцепления. Принципы построения генетических карт. Определение числа групп сцепления и числа хромосом у генетически изученных объектов. Сопоставление цитологических и генетических карт. Цитологические доказательства перекреста хромосом. Факторы, влияющие на частоту перекреста хромосом. Гены, контролирующие частоту и точность кроссинговера.	6	Работа литературой, подготовка тестовой контрольной работе	с к
Тема 6 Внеядерное (цитоплазматическое) наследование Отклонения от менделевских закономерностей наследования как результат "цитоплазматической" локализации генов. Понятие о плазмоне. Особенности наследования признаков, контролируемых плазмагенами. Молекулярные основы цитоплазматической наследственности (клеточные органеллы, содержащие ДНК, как носители наследственной информации). Пластидная и митохондриальная наследственность. Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) и ее практическое использование. Взаимодействие ядра и цитоплазмы отдельных гибридов. Наследование через инфекцию и эндосимбионтов. Предетерминация цитоплазмы. Материнский эффект цитоплазмы. Плазмидное наследование.	6	Работа литературой, подготовка семинару.	с к

Тема 7 Молекулярные основы наследственности Доказательство роли ДНК в наследственности. Трансформация. Трансдукция. Модель ДНК, предложенная Уотсоном и Криком. Современные представления о строении и функции гена: сайты, цистроны, интроны и экзоны. Перенос генетической информации в природе.	6	Работа с литературой, подготовка к коллоквиуму, подготовка сообщения
Тема 8 Изменчивость. Виды изменчивости Ненаследуемая изменчивость как результат действия гена в различных условиях среды. Понятие о норме реакции генотипа. Ненаследственный характер модификаций и проблема наследования приобретенных признаков. Длительные модификации. Морфозы. Фенотип как проявление генотипа в определенных условиях внешней среды. Статистический метод как основной при изучении модификационной изменчивости. Роль модификаций для эволюции и селекции. Генотипическая изменчивость. Классификация мутаций по характеру изменений фенотипа: морфологические, биохимические, физиологические мутации. Классификация мутаций по характеру изменения генотипа: генные, или точковые, хромосомные, геномные, цитоплазматические. Генеративные и соматические мутации. Спонтанные и индуцированные мутации. Мутации прямые и обратные, доминантные и рецессивные. Молекулярный механизм генных мутаций. Влияние ионизирующих излучений, ультрафиолетового излучения, химических агентов, температуры и других факторов на мутационный процесс.	6	Работа с литературой, подготовка к семинару, подготовка сообщения.
Тема 9 Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы Генная инженерия как совокупность методов, позволяющих получать рекомбинантные ДНК из фрагментов генов разных организмов и вводить их в клетку. Расщепление ДНК (рестрикция). Рестриктазы. Химический и ферментативный синтез генов. Векторы переноса генов в клетки бактерий и бактериальные плазмиды. Клонирование генов. Народнохозяйственные задачи, решаемые генной инженерией; перспективы в рыбоводстве. Биотехнология	8	Работа с литературой, реферирование, подготовка к семинару, рефераты
Тема 10 Генетика популяций и генетические основы эволюции Понятие о частотах генов и генотипов. Панмиктические перекрестно размножающиеся популяции. С.С. Четвериков как основоположник экспериментальной популяционной генетики. Приспособленность особей, несущих мутации. Дрейф генов, его специфичность и роль в динамике генных частот. Естественный отбор как единственный направляющий фактор эволюции популяций. Понятие о приспособленности и коэффициенте отбора. Взаимодействие факторов эволюции. Понятие о внутривидовом генетическом полиморфизме и генетическом грузе популяции. Значение генетики популяций для систематики, медицинской генетики, селекции, решения проблемы сохранения окружающей среды. Вклад генетики в развитие эволюционной теории.	8	Работа с литературой, подготовка к семинару.
Тема 11 Генетика человека Методы изучения генетики человека. Классификация. Наследственные болезни Биохимический полиморфизм белков. Генетика уродств, врожденных аномалий. Профилактика. Основы биотехнологии и генетической инженерии. Трансплантация эмбрионов и трансгенез.	8	Работа с литературой, подготовка к семинару, подготовка доклада

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Необходимым элементом учебного процесса при выполнении самостоятельной работы

является написание рефератов. Основной целью этого процесса является развитие мышления и творческих способностей студентов, получения навыков самостоятельной работы с научной литературой. Написание реферата предполагает раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом по согласованию с преподавателем. Тему реферата студент выполняет самостоятельно из представленных в списке (или выбирает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов. Объем реферата должен составлять 20-30 страниц.

Активному формированию основных компетенций обучающегося по данной дисциплине способствует проведение практических занятий в виде семинаров. Активизация творческой деятельности студентов происходит при выполнении творческих занятий (интерактивные формы обучения).

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к практическим и семинарским занятиям, выполнение различных видов заданий, написание докладов, подготовку к текущему и промежуточному контролю.

Формы представления: устное сообщение на семинаре, оформление доклада по вопросу (до 5-8 страниц, оформление стандартное для студенческих работ), представление презентации по вопросу, разработка и представление схемы, отражающей основное содержание изучаемого процесса или явления.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются различные образовательные технологии как традиционные (лекции и семинарские занятия), так и активные: лекции с элементами проблемного изложения, проблемные семинары, мультимедиа и компьютерные технологии (лекции в форме презентации с использованием мультимедийного оборудования).

Лекционные занятия строятся на диалоговой основе, используются электронные презентации, что способствует активизации внимания студентов и лучшему усвоению изучаемого материала. На семинарских занятиях используются дискуссии по актуальным социальным проблемам, методы проблематизации сознания студентов, направленные на формирование способности видеть, самостоятельно анализировать и находить пути решения социальных проблем.

В учебном процессе используются разнообразные методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности (словесные, наглядные и практические методы передачи информации, проблемные лекции и др.); стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности (дискуссии и др.); контроля и самоконтроля (индивидуального и фронтального, устного и письменного опроса, коллоквиума, зачета).

Необходимым элементом учебной работы является консультирование студентов по вопросам учебного материала.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1 Генетика как наука	Обзорная лекция	Не предусмотрено	выполнение практических заданий

Тема 2 Цитологические основы наследственности	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Лабораторная работа
Тема 3 Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании	Проблемная лекция	Не предусмотрено	Решение задач
Тема 4 Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом	Проблемная лекция	Не предусмотрено	Решение задач. Лабораторная работа
Тема 5 Сцепленное наследование и перекрест хромосом	Проблемная лекция	Не предусмотрено	Решение задач. Лабораторная работа
Тема 6 Внеядерное (цитоплазматическое) наследование	Проблемная лекция	Не предусмотрено	Выполнение практических заданий
Тема 7 Молекулярные основы наследственности	Проблемная лекция	Не предусмотрено	
Тема 8 Изменчивость. Виды изменчивости	Проблемная лекция	Не предусмотрено	Лабораторная работа, выполнение практических заданий
Тема 9 Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы		Не предусмотрено	
Тема 10 Генетика популяций и генетические основы эволюции	Обзорная лекция	Не предусмотрено	
Тема 11 Генетика человека	Лекция-диалог	Не предусмотрено	

Учебные занятия по дисциплине (модулю) могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

– использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.)).

использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации.

Использование электронных учебников и различных сайтов:

1. Базы данных: GenBank – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/GenbankSearch.html>;
2. нуклеотидных последовательностей EMBL - <http://www.ebi.ac.uk/embl/>; ProSite - <http://us.expasy.org/prosite>
3. Catalog of Human Genes and Disorders: Online Medelian Inheritance in Man (OMIM) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Omim>
4. Human Mitochondrial Genome Database (MITOMAP) <http://www.mitomap.org>
5. National Center for Biotechnology Information (NCBI) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/disease/>
6. NCBI (National Center for Biotechnology Information) и OMIM (Online Medelian Inheritance in Man).

7. ГосНИИГенетика (Москва) <http://www.genetika.ru/>
8. Институт белка РАН (г. Пушкино Московской обл.) <http://www.protres.ru/>
9. Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН (Москва) <http://www.ibch.ru/>
10. Институт биофизики СО РАН (Красноярск) <http://www.ibp.ru/> – Режим доступа свободный
11. Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта РАН (Москва) <http://www.eimb.ru/>
12. Институт физико-химической биологии им. Белозерского МГУ (Москва) <http://www.belozersky.msu.ru/>
13. Институт цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск) <http://www.bionet.nsc.ru/>
14. Интернет-журнал «BioMed Central» <http://www.biomedcentral.com/>, Яз. англ.
15. Интернет-журнал «BioMedNet» <http://www.bmn.com/>, Яз. англ.
16. Проект «Вся биология» <http://sbio.info/>
17. Российский химико-технический университет им. Д.И. Менделеева - <http://www.muctr.ru/>
18. Ставропольский государственный аграрный университет <http://www.stgau.ru/>
19. ФГБУ НИИ по изучению лепры (Астрахань) <http://inlep.ru/>
20. Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий СпбГТУРП <http://nizrp.narod.ru/kafvse.htm>.

– использование возможностей электронной почты преподавателя. Использование электронной почты преподавателя позволяет обмениваться со студентами необходимой для занятий информацией, рассылать задания, получать выполненные задания, эссе, проводить проверку курсовых работ, рефератов.

– использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.). Проведение лекций и семинаров с использованием презентаций также является важным и необходимым условием для усвоения материала и формирования компетенций.

– использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);

– использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
7-zip	Архиватор
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
Opera	Браузер
Far Manager	Файловый менеджер
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных
------------------------	---

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Генетика» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
Тема 1 Генетика как наука	ОПК-3.	Вопросы к семинару
Тема 2 Цитологические основы наследственности	ОПК-3.	Задания для контрольной работы
Тема 3 Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании	ОПК-3.	Задачи по теме, задания для тестовой контрольной работы, темы сообщений по темам
Тема 4 Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом	ОПК-3.	Задачи по теме, задания для тестовой контрольной работы
Тема 5 Сцепленное наследование и перекрест хромосом	ОПК-3.	Задачи по теме, задания для тестовой контрольной работы
Тема 6 Внеядерное (цитоплазматическое) наследование	ОПК-3.	Вопросы к семинару, темы докладов

Тема 7 Молекулярные основы наследственности	ОПК-3.	Вопросы к коллоквиуму, темы докладов
Тема 8 Изменчивость. Виды изменчивости	ОПК-3.	Вопросы к семинару, темы сообщений
Тема 9 Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы	ОПК-3.	Вопросы к семинару, темы рефератов
Тема 10 Генетика популяций и генетические основы эволюции	ОПК-3.	Вопросы к семинару
Тема 11 Генетика человека	ОПК-3.	Вопросы к семинару, темы докладов

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 - Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1 Генетика как наука

1.Семинар

1. Предмет генетики. Место генетики в системе естественных наук.
2. Наследственность и изменчивость – два универсальных свойства живого, их проявление на различных уровнях организации живого.
3. Селекция, как наука, и как технология.
4. Основные разделы генетики: цитогенетика, молекулярная генетика, генетика онтогенеза, генетика поведения, популяционная и эволюционная генетика, другие разделы.
5. Методы современной генетики.
6. История генетики, основные этапы развития. Классическая и молекулярная генетика. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции (Н.И. Вавилов, А.С. Серебровский, Н.К. Кольцов, Ю.А. Филипченко, С.С. Четвериков, Н.П. Дубинин и др.).
7. Место генетики среди биологических наук, значение для селекции, медицины, биотехнологии, экологии, теории эволюции.

Тема 2 Цитологические основы наследственности

1. Контрольная работа

1. Хроматидами называются:
 - 1) деспирализованные хромосомы;
 - 2) перетяжки в хромосомах;
 - 3) половинки хромосом, расходящиеся во время митоза;
 - 4) слившиеся гомологичные хромосомы
1. Для телофазы митоза характерно:
 - 1) расхождение хроматид к полюсам клетки;
 - 2) выстраивание хромосом на экваторе клетки;
 - 3) образование веретена деления;
 - 4) деспирализация хромосом.
2. Расхождение гомологичных хромосом происходит в:
 - 1) анафазе митоза;
 - 2) анафазе мейоза–1;
 - 3) анафазе мейоза–2;
 - 4) метафазе митоза.
3. В первом делении мейоза происходит расхождение:
 - 1) гомологичных хромосом;
 - 2) гомологичных хроматид;
 - 3) негомологичных хроматид;
 - 4) негомологичных хромосом
4. Для мейоза характерно:
 - 1) число хромосом в диплоидном ядре редуцируется вполовину;
 - 2) два гаплоидных ядра сливаются с образованием диплоидного ядра;
 - 3) происходит разрыв хромосомы;
 - 4) верны все ответы
5. Бивалентами называются:
 - 1) перетяжки в хромосомах, к которым прикрепляются нити веретена деления;
 - 2) половинки хромосом, которые расходятся во время митоза;
 - 3) слившиеся гомологичные хромосомы при мейозе;
 - 4) деспирализованные, невидимые в микроскоп хромосомы
6. Какое из перечисленных ниже событий не обеспечивается митозом:
 - 1) образование клеток кожи человека;
 - 2) сохранение постоянного для вида числа хромосом;
 - 3) генетическое разнообразие видов;
 - 4) бесполое размножение
7. Первое деление мейоза заканчивается образованием:
 - 1) гамет;

- 2) ядер с гаплоидным набором хромосом;
 - 3) клеток с диплоидным набором хромосом;
 - 4) полиплоидных клеток
8. В профазе митоза не происходит
- 1) растворение ядерной оболочки;
 - 2) формирование веретена деления;
 - 3) удвоения ДНК;
 - 4) растворения ядрышек
9. В процессе митоза каждая дочерняя клетка получает такой же набор хромосом, как и материнская, потому что
- 1) в профазе происходит спирализация хромосом;
 - 2) происходит деспирализация хромосом;
 - 3) в интерфазе ДНК самоудваивается, в каждой хромосоме образуется по две хроматиды;
 - 4) каждая клетка содержит по две гомологичные хромосомы
10. Клеточный центр в процессе митоза отвечает за
- 1) синтез белков;
 - 2) спирализацию хромосом;
 - 3) перемещение цитоплазмы;
 - 4) образование веретена деления

Лабораторная работа №1 Изучение митотического цикла клетки

1. Приготовление давленных препаратов корешков растений

Поместите корешки в модифицированный фиксатор Карнуа (ледяная уксусная кислота и этанол в соотношении 1:3) на 3-4 часа. По истечении этого времени перенесите корешки в стакан с водой, перемешайте его содержимое стеклянной палочкой в течение нескольких минут, выньте корешки из воды и поместите во флакончик, содержащий 70%-ный раствор этанола, для хранения. Флакончик закройте корковой пробкой и поставьте в холодильник.

За сутки до занятий поместите корешки на 10-15 минут в смесь концентрированной соляной кислоты и метанола (в соотношении 1:1) для размягчения (*мацерации*). Смесь осторожно слейте, а корешки промойте водой в течение 5 минут. Промытые корешки поместите в пенициллиновый флакончик с красителем (ацетоорсеин или ацетокармин) на 18-20 часов.

Предметные и покровные стекла должны быть заранее тщательно обезжирены хромовой смесью, промыты дистиллированной водой и высушены. Заблаговременно приготовьте красители по следующей прописи:

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Препаровальной иглой извлеките из красителя корешок лука или чеснока, поместите его на предметное стекло в каплю красителя и накройте покровным стеклом, слегка надавив. Кончиком спички или деревянной палочки круговыми движениями (по спирали от центра к периферии) осторожно раздавите корешок, стараясь распределить клетки равномерно в один слой, не смещая покровное стекло. Препарат поместите на предметный столик микроскопа и рассмотрите сначала при малом (с объективом $\times 9$), а затем при большом (с объективом $\times 40$) увеличении. Отыщите фазы митотического цикла.

2. Изучение морфологии делящейся клетки, выявление фаз митоза

На давленом микропрепарате корешка лука или чеснока при малом увеличении микроскопа найдите в поле зрения зону деления. Затем этот участок рассмотрите с объективом $\times 40$. Найдите интерфазу и различные фазы митоза.

ЗАДАНИЕ. Зарисуйте клетки на различных стадиях митоза и в интерфазе.

Надпись над рисунком: *Митоз в клетках корешка лука (Allium cepa L.) или чеснока. Давленный препарат. Окраска ацетоорсеином (или ацетокармином). $\times 400$.*

На рисунке должны быть указаны интерфаза, профаза, метафаза, анафаза, телофаза. Попытайтесь определить количество хромосом ($2n$) в клетках корешка изучаемого растения, запишите это число. Перерисуйте типы хромосом по Г.А.Левитскому и запомните их названия.

Тема 3 Закономерности наследования при моногибридном и полигибридном скрещивании

1. Контрольная работа

1. Какой генотип является гетерозиготным по трём парам альтернативных признаков?
1) AaBbCc
2) AaBBCc
3) aaBBcc
4) AAbbCC
2. Определите соотношение генотипов у гибридов F₁ при скрещивании растений ночной красавицы с розовыми цветками (Bb) и белыми цветками (bb).
1) 25% BB : 75% bb
2) 25% bb : 75% Bb
3) 50% bb : 50% Bb
4) 25% BB : 50% Bb : 25% bb
3. Сколько фенотипов образуется в потомстве при скрещивании особей с генотипами Aa × Aa при полном доминировании?
1) один
2) два
3) три
4) четыре
4. Какой генотип имеет организм, полученный в результате скрещивания особи, дигомозиготной по доминантным генам, и особи, дигомозиготной по рецессивным генам?
1) AaBb
2) AaBB
3) aaBb
4) Aabb
5. При скрещивании дигомозиготных растений, имеющих альтернативные признаки в фенотипах, образуется потомство с генотипом

- 1) AAbb
 - 2) aaBb
 - 3) AABV
 - 4) AaBb
6. Гомологичными называют хромосомы, которые
- 1) наследуются потомством
 - 2) имеют по одной центромере
 - 3) различны по форме и размеру
 - 4) содержат аллельные гены
7. Сколько типов гамет образуется у человека, гетерозиготного по цвету глаз?
- 1) Один
 - 2) Два
 - 3) Три
 - 4) четыре
8. При моногибридном скрещивании в потомстве соотношение по фенотипу составило 3 :1, следовательно, родительские особи были
- 1) Дигетерозиготными
 - 2) Дигомозиготными
 - 3) Гетерозиготными
 - 4) Гомозиготными
9. Какова вероятность рождения у темноволосых родителей (Aa) светловолосых детей?
- 1) 0%
 - 2) 25%
 - 3) 50%
 - 4) 75%
10. При моногибридном скрещивании гетерозиготного растения с гомозиготным (по рецессивному признаку) доля гомозигот в потомстве составит
- 1) 0%
 - 2) 25%
 - 3) 50%
 - 4) 100%
11. Какова вероятность рождения у кареглазых родителей (Aa) детей с голубыми глазами?
- 1) 0%
 - 2) 25%
12. У особи с генотипом AaBb образуются гаметы
- 1) AB, bb
 - 2) Ab, ab
 - 3) Aa, AA
 - 4) Aa, bb
13. У особи с генотипом aaBB образуются гаметы
- 1) Aa
 - 2) BB
 - 3) aBB
 - 4) aB
14. Черная окраска кролика (B) доминирует над белой (b), а мохнатая шерсть (A) над гладкой (a). Какого расщепления по фенотипу следует ожидать от скрещивания гетерозиготных особей по двум парам признаков?
- 1) 3:1
 - 2) 1:2:1
 - 3) 1:1:1:1
 - 4) 9:3:3:1
15. Для определения генотипа особи её скрещивают с особью, имеющей рецессивные гены. Такое скрещивание называют
- 1) анализирующим
 - 2) моногибридным

- 3) дигибридным
- 4) межвидовым

16. При неполном доминировании происходит следующее расщепление признаков по генотипу в F₂

- 1) 3 : 1
- 2) 1 : 1
- 3) 9 : 3 : 3 : 1
- 4) 1: 2: 2: 1

2. Решение задач

1. У львиного зева красная окраска цветков неполно доминирует над белой, а узкие листья – над широкими. Гены располагаются в разных хромосомах. Скрещиваются растения с розовыми цветками и листьями промежуточной ширины с растениями, имеющими белые цветки и узкие листья. Составьте схему решения задачи. Какое потомство и в каком соотношении можно ожидать от этого скрещивания? Определите тип скрещивания, характер наследования признака, генотипы родителей и потомства.

2. Красная окраска ягоды земляники (А) неполно доминирует над белой, а нормальная чашечка (В) неполно доминирует над листовидной. Гены располагаются в разных хромосомах. Определите тип скрещивания, характер наследования признаков, генотипы родителей, а также генотипы и фенотипы потомства, полученного от скрещивания растения земляники с розовыми ягодами и промежуточной формой чашечки, с растением, имеющим красные ягоды и листовидную чашечку. Составьте схему решения задачи.

3. При скрещивании белых кроликов с мохнатой шерстью и чёрных кроликов с гладкой шерстью получено потомство: 50% чёрных мохнатых и 50% чёрных гладких. При скрещивании другой пары белых кроликов с мохнатой шерстью и чёрных кроликов с гладкой шерстью 50% потомства оказалось чёрных мохнатых и 50% – белых мохнатых. Составьте схему каждого скрещивания. Определите генотипы родителей и потомства. Объясните, какой закон проявляется в данном случае.

4. При скрещивании растения арбуза с длинными полосатыми плодами с растением, имеющим круглые зелёные плоды, в потомстве получили растения с длинными зелёными и круглыми зелёными плодами. При скрещивании такого же арбуза с длинными полосатыми плодами с растением, имеющим круглые полосатые плоды, всё потомство имело круглые полосатые плоды. Составьте схему каждого скрещивания. Определите генотипы родителей и потомства. Как называется такое скрещивание и для чего оно проводится?

Тема 4 Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом

1. Контрольная работа

1. Гомогаметным называется
 - 1) пол, образующий один тип гамет;
 - 2) пол, образующий два типа гамет;
 - 3) пол, не образующий гамет;
 - 4) пол, имеющий в гаметах только аутосомы
2. В какой группе организмов гомогаметным является женский пол

1) моль;	3) бабочки;
2) дрозофила;	4) куры
3. В норме самцы дрозофилы имеют набор половых хромосом

1) XX;	3) Y0;
2) XY;	4) X0
4. В норме самцы кузнечика имеют набор половых хромосом

1) XX;	3) Y0;
2) XY;	4) X0
5. Ведущая роль в первичном определении пола организма принадлежит
 - 1) действию определенных генов, отвечающих за определение пола;
 - 2) действию факторов внешней среды;
 - 3) сочетанию половых хромосом при образовании зиготы;

- 4) сочетанию аутосом при образовании зиготы
6. Гены, локализованные в Y-хромосоме, передаются
- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1) от отца сыновьям; | 3) от матери сыновьям; |
| 2) от отца дочерям; | 4) от матери дочерям |
7. Какова вероятность рождения больных сыновей, если отец здоров, а мать – носительница гемофилии

- 1) 25 %;
- 2) 50 %;
- 3) 75 %;
- 4) 100 %

8. Кто из детей будет дальтоником, если их мать – носительница гена цветовой слепоты, а отец- дальтоник

- 1) все дети;
- 2) все дочери и половина сыновей;
- 3) все сыновья и половина дочерей;
- 4) половина сыновей и половина дочерей

9. Сцеплено с полом наследуются признаки человека, гены которых находятся в

- 1) 4-й паре хромосом;
- 2) 21-й паре хромосом;
- 3) 16-й паре хромосом;
- 4) 23-й паре хромосом

10. Если у отца есть признак, сцепленный с Y-хромосомой, то вероятность рождения девочки с этим признаком равна

- 1) 100%;
- 2) 75 %;
- 3) 50 %;
- 4) 0 %

2. Решение задач

1. Фенилкетонурия (ФКУ) – заболевание, связанное с нарушением обмена веществ (b), и альбинизм (a) наследуются у человека как рецессивные аутосомные несцепленные признаки. В семье отец – альбинос и болен ФКУ, а мать дигетерозиготна по этим генам. Составьте схему решения задачи, определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы возможного потомства и вероятность рождения детей-альбиносов, не страдающих ФКУ.

2. У мужа и жены нормальное зрение, несмотря на то, что отцы обоих супругов страдают цветовой слепотой (дальтонизмом). Ген дальтонизма рецессивен и сцеплен с X-хромосомой (Xd). Определите генотипы мужа и жены. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность рождения у них сына с нормальным зрением, дочери с нормальным зрением, сына-дальтоника, дочери-дальтоника?

Лабораторная работа №2

Выявление полового хроматина в клетках слизистой оболочки полости рта человека

Для выявления X-хромосом используется метод определения полового хроматина в клетках слизистой щеки. Метод основан на том, что в интерфазных ядрах соматических клеток нормальной женщины одна из двух X-хромосом неактивна (гетерохроматинизирована) и при окрашивании выявляется в виде компактной хроматиновой глыбки, называемой половым хроматином, или тельцем Барра. Если в организме несколько X-хромосом, то активна одна, а остальные обнаруживаются в виде дополнительных телец Барра. Поэтому по количеству телец Барра можно судить о количестве X-хромосом: число X-хромосом (N_x) всегда на единицу больше числа телец полового хроматина (N_B).

$$N_x = N_B + 1$$

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Снимите поверхностный слой эпителия слизистой оболочки полости рта стерильной салфеткой или обкусайте слизистую щеки, сполосните рот водой. Затем сделайте легкий соскоб слизистой оболочки щеки шпателем, после чего из полученного материала приготовьте мазок на предметном стекле, предварительно тщательно обезжиренном. Высушите мазок. Для фиксации препарата опустите его на 5-10 минут в стеклянный стакан со смесью спирта и эфира. После окончания фиксации покрасьте препарат ацетоорсеином, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом с иммерсионным объективом.

В поле зрения увидите эпителиальные клетки слизистой оболочки полости рта с хорошо

прокрашенными ядрами. В последних можно заметить половой хроматин в форме небольшого плосковыпуклого образования, прилегающего к ядерной оболочке. От других хроматиновых глыбок он отличается размером (крупнее), плотностью и характером расположения. Сравните между собой препараты клеток слизистых оболочек полости рта, взятые у мужчин и у женщин. **ЗАДАНИЕ.** Зарисуйте препараты. На рисунке должны быть обозначены: а) цитоплазма клетки; б) ядерная оболочка; в) хроматиновые глыбки в ядре; г) половой хроматин.

Надпись над рисунком: Эпителиальные клетки слизистой оболочки полости рта человека (*Homo sapiens*). Постоянный микропрепарат. Фиксация этанолом. Окраска ацетоорсеином. $\times 900$.

Тема 5 Сцепленное наследование и перекрест хромосом

1. Контрольная работа

1. Какие кроссоверные и некроссоверные гаметы образуют организмы

$$1) \frac{AB}{ab};$$

$$2) \frac{ABC}{aBc}$$

1) кроссоверные -

некроссоверные –

2) кроссоверные -

некроссоверные -

2. Какое количество типов гамет будет образовываться у особи, имеющей генотип $AaCc$, если гены AC и ac наследуются сцепленно, а кроссинговер отсутствует

1) один сорт;

2) два сорта;

3) три сорта;

4) четыре сорта

3. Частота кроссинговера зависит

1) от числа генов в хромосоме;

2) от расстояния между генами;

3) от числа хромосом;

4) ни от чего не зависит

3. Какое количество некроссоверных гамет будет образовываться у дрозофилы, если гены в (определяют черную окраску тела) и ch (обуславливает ярко-красную окраску глаз) локализованы в одной хромосоме, расстояние между ними 9 % кроссинговера.

1) 9 %;

2) 18 %;

3) 82 %;

4) 91 %

4. Количество групп сцепления в соматических клетках человека

1) 1;

2) 2;

3) 23;

4) 46

2. Решение задач

1. При скрещивании растения кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, дающим морщинистые неокрашенные семена (гены сцеплены), потомство оказалось с гладкими окрашенными семенами. При анализирующем скрещивании гибридов из F_1 получены растения с гладкими окрашенными семенами, с морщинистыми неокрашенными, с морщинистыми окрашенными, с гладкими неокрашенными. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, потомства F_1 и F_2 . Какие законы наследственности проявляются в данных скрещиваниях? Объясните появление четырёх фенотипических групп особей в F_2 .

2. При скрещивании растения кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, имеющим морщинистые неокрашенные семена (гены сцеплены), потомство оказалось с гладкими окрашенными семенами. При дальнейшем анализирующем скрещивании гибрида из F_1 получены растения с семенами: 7115 с гладкими окрашенными, 7327 с морщинистыми

неокрашенными, 218 с морщинистыми окрашенными, 289 с гладкими неокрашенными. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, потомства F1, F2. Какой закон наследственности проявляется в F2? Объясните, на чём основан Ваш ответ

Лабораторная работа №3 Изучение особенностей строения и жизнедеятельности дрозофилы (*Drosophila melanogaster*)

Drosophila melanogaster представляет собой небольшую муху длиной около 3 мм с темно-красными глазами и телом серого цвета. Прямые нормально развитые крылья расположены вдоль тела и превышают его по длине на 1/3.

Самки дрозофилы крупнее самцов, имеют широкое заостренное на конце брюшко, на спинке – хорошо заметные пигментированные кольца (**тергиты**), их 5-6. У самцов более узкое округленное брюшко, пигментных колец на брюшке 2-3, на конце они слиты в одно. Кроме того, у самцов имеются так называемые **половые гребешки** в виде ряда крепких хитиновых щетинок на первом (дистальном) членике передних ног, которыми они пользуются для удержания самок во время копуляции.

В лабораторных условиях личинки появляются из яиц через 20-24 часа после оплодотворения.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Поместите умерщвленных мух дикого типа на лист белой бумаги. Рассмотрите мух обоего пола с помощью лупы, сравните их. Вы увидите, что самки крупнее самцов. Те и другие желтовато-серого цвета, имеют прямые, более длинные, чем тело, крылья, три пары расчлененных ножек, по бокам головы круглые темно-красные глаза, пару коротких разветвленных усиков на голове. На брюшке самки отчетливо видны 5 темных поперечных пигментированных полосок, брюшко утолщено и заострено на конце. На брюшке самца просматриваются только 3 черных полосы: 2 тонкие и 1 слитая, которая занимает весь кончик закругленного брюшка.

Возьмите кисточкой самку и самца и поместите их на предметное стекло в каплю воды, рассмотрите их под малым увеличением (объектив x9, окуляр x7). При установке света создайте темнопольное освещение, переводя откидную линзу в такое положение, когда ее оправа частично перекрывает световой пучок.

При микроскопии обратите внимание на глаза дрозофилы, они имеют сложное фасеточное строение: состоят как бы из большого количества маленьких цветных линз, соединенных воедино. Найдите у самца передние ножки и рассмотрите на первом членике половые гребешки; убедитесь, что у самок такие гребешки отсутствуют.

Крылья мух имеют тонкие жилки и по краям окаймлены очень мелкими волосками.

ЗАДАНИЕ. Рассмотрите взрослых мух – самок и самцов, их отличительные особенности. Зарисуйте самку и самца.

Надпись над рисунком: *Плодовая муха Drosophila melanogaster. Живой объект. x8.*

Изучение морфологических особенностей дрозофил мутантных линий

В генетических исследованиях используются мутантные линии дрозофилы. Чаще всего у дрозофилы мутационным изменениям подвергаются такие признаки, как форма и окраска глаз, окраска тела, форма и характер развития крыльев, строение щетинок. Соответствующие мутации локализованы на хромосомах. Дрозофила имеет 8 хромосом ($2n=8$), число групп сцепления равно 4. У самки все хромосомы парные, из них 6 – не связаны с полом (**аутосомы**), 2 – являются половыми хромосомами (XX). У самца те же 6 аутосом, что и у самки, и 2 – половые хромосомы (XY), причем одна из них – Y – присуща только самцу. Имеются подробные генетические карты хромосом дрозофилы. В таблице 5 приведена характеристика ряда мутантных линий и указана локализация генов, ответственных за измененный признак на хромосомах плодовой мухи.

Название мутации	Обозначение гена	Тип наследования	Локализация гена	Фенотипическое проявление мутации
vestigial	vg	Рецессивный	Хромосома II, локус 67	Недоразвитые крылья
Curly	Cr	Доминантный	Хромосома II, локус неизвестен	Загнутые кверху крылья
scarlet	st	Рецессивный	Хромосома III, локус 44	Ярко-красные глаза

white	w	Рецессивный	Хромосома I, локус 1,5	Белые глаза
vermilion	v	Рецессивный	Хромосома I, локус 33	Алые глаза
black	b	Рецессивный	Хромосома II, локус 48,5	Черная окраска тела
white apricot (“мёллер-5»)	w ^a	Рецессивный	Хромосома I, локус неизвестен	Глаза абрикосовой окраски
cut	ct	Рецессивный	Хромосома I, локус 20	Вырезка на конце крыла
black-vestigial	b vg	Рецессивный	Хромосома II, локусы 48,5 и 67	Черная окраска тела, недоразвитые крылья
black-scarlet	b st	Рецессивный	Хромосома II, локус 48,5; хромосома III, локус 44	Черная окраска тела, ярко-красные глаза
vestigial-white apricot	vg w ^a	Рецессивный	Хромосома II, локус 67; хромосома I, локус неизвестен	Недоразвитые крылья, глаза абрикосовой окраски
yellow-cut-vermilion	y ct v	Рецессивный	Хромосома I, локусы 0,20 и 33	Желтая окраска тела, вырезка на конце крыла, алые глаза
Normal (дикий тип)	N			Серая окраска тела, нормальные прямые крылья, темно-красные глаза

Таблица - Мутантные линии *Drosophila melanogaster***ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

Внимательно ознакомьтесь с табл. в которой дан перечень некоторых мутантных линий дрозофилы, приведены их английские названия, обозначения генов, ответственных за измененные признаки; указана локализация этих генов на хромосомах, отмечены особенности фенотипа мутантов. В штативах на ваших столах находятся пробирки с умерщвленными мухами большинства линий, указанных в табл., в том числе и с мухами дикого типа. Рассмотрите мутантов с помощью лупы и микроскопа (объектив х9, окуляр х7), сравните их с дрозофилой дикого типа. Вы убедитесь, что мутанты отличаются от диких мух либо окраской глаз (белые, ярко-красные), либо окраской тела (черное, желтое), либо формой крыльев (недоразвитые, с вырезкой), а отдельные имеют сразу несколько отличительных признаков.

ЗАДАНИЕ. На отдельный лист альбома перечертите всю табл., оставив с правой стороны достаточно места для зарисовки мух мутантных линий. Зарисуйте в соответствующих строчках таблицы по одной особи каждой из них.

Материалы, представляемые в отчете по лабораторной работе

1. Зарисовка взрослых самки и самца дрозофилы.
2. Зарисовка мух мутантных линий (таблица).

Тема 6 Внеядерное (цитоплазматическое) наследование**1. Семинар**

1. Нехромосомное наследование.
2. Методы изучения и критерии отличия внеядерной и хромосомной наследственности.
3. Наследование через плазмиды.
4. Свойства плазмид. Использование в генетических исследованиях.
5. Пластидная наследственность.
6. Использование полиморфизма митохондриальных ДНК в качестве молекулярных маркеров.
7. Мутации митохондриальных генов. Роль митохондриальных ДНК в исследованиях эволюции человека.
8. Наследственные болезни человека, связанные с дефектами митохондриальных ДНК

Тема 7 Молекулярные основы наследственности

1. Коллоквиум

1. Фракции ДНК в геноме: уникальные и повторяющиеся последовательности в ДНК, мультигенные семейства, не кодирующие последовательности.
2. Центральная «догма» молекулярной биологии, ее современное состояние.
3. Основные пути передачи генетической информации.
4. Кодирование информации о первичной структуре белков. Кодон (триплет). Основные свойства генетического кода.
5. Процесс транскрипции генетической информации, его механизм. Инициация. Элонгация. Терминация.
6. Трансляция генетической информации, её основные этапы. Роль транспортных РНК в синтезе белка. Работа рибосомы.
7. Репликация ДНК, ее этапы, место в клеточном цикле. Инициация, элонгация, терминация репликации. Реплисомы. Ферменты репликации.

2. Доклады

1. Эволюция представлений о гене в истории генетики.
2. Гены и ферменты. Работы Бидла и Татума (Тейтум).
3. Концепция: один ген - один фермент, её развитие и современное состояние.
4. Сущность явлений трансформации и трансдукции, их значение в доказательстве генетической роли ДНК.
5. Роль ДНК в наследственности. Структура, пространственная организация ДНК. Работы Дж. Уотсона и Ф. Крика.
6. Микроорганизмы, как объекты современных молекулярно-генетических исследований. Особенности генетического анализа у микроорганизмов.
7. Механизмы генетической рекомбинации у бактерий и вирусов.
8. Организация и функционирование генетического аппарата у бактерий и вирусов.
9. Генетические карты микроорганизмов.
10. Молекулярные основы структуры гена у про - и эукариот., особенности их экспрессии.

Тема 8 Изменчивость. Виды изменчивости

1. Семинар

1. Классификация типов изменчивости. Изменчивость наследственная и ненаследственная
2. Мутации, причины их возникновения, частота. Понятие «дикого» (нормального) типа и мутационных линий.
3. Принципы классификации мутаций: по причинам возникновения; по характеру изменения генотипа; по местонахождению измененных генов; по характеру изменения генотипа, по изменению фенотипа, другие.
4. Особенности наследования генеративных и соматических мутаций. Генные мутации, их сущность, типы. Фенотипические эффекты. Множественный аллелизм, его роль. Наследование при множественном аллелизме.
5. Спонтанный мутационный процесс. Частота, причины возникновения спонтанных мутаций, их эволюционная роль. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И. Вавилова).
6. Индуцированные мутации, причины их возникновения. Метод Мёллер-5, его сущность, использование. Физический, химический и биологический мутагенез.
7. Цитоплазматические мутации. Особенности организации генома митохондрий и пластид. Использование полиморфизма митохондриальных ДНК в качестве молекулярных маркёров.
8. Полиплоидия, как тип геномных мутаций. Классификация полиплоидов. Распространение полиплоидии в растительном и животном мире. Фенотипические эффекты и мейоз у полиплоидов. Значение полиплоидии в эволюции и селекции.
9. Давление мутаций и реакция популяции человека и других организмов. Динамика генетического груза, его общий объем. Генетический мониторинг.
10. Модификационная изменчивость, её причины. Модификация как изменение признака организма в пределах нормы реакции. Наследственная норма реакции, её генотипическая

обусловленность. Пределы (амплитуда) варьирования признака. Вариационный ряд, вариационная кривая. Нормальное распределение признака как основная закономерность модифицирования. Основные константы вариационного ряда, их сущность, расчёт и использование.

Лабораторная работа №4 Полиморфизм рисунка на листьях клевера

Листовые пластинки клевера тройчатые. Белые пятна на листовых пластинках клевера наследуются. В популяции клевера встречаются две группы растений: у одних листья полностью зеленые, у других – имеется белое пятно. Белые пятна можно охарактеризовать следующим образом: формой, положением пятна на листовой пластинке. Исследования показали, что в листьях клевера есть особая группа клеток, в которых присутствие пластид находится в меньшей концентрации, или они отсутствуют вовсе – это и обуславливает появление белых пятен.

Существует 4 типа пятен клевера:

- полное (тип А)
- разорванное (тип В)
- белая точка в центре (тип С)
- без пятна (тип D)

Цель – изучить генетическую структуру популяции клевера и описание фенотипического разнообразия по окраске листьев.

Рассмотрите листья клевера с разных мест обитания. Определите, присутствует ли белое пятно на листьях клевера, уровень, место их расположения и тип. Определите возможные генотипы и фенотипы клевера и заполните таблицу.

Тема 9 Генная инженерия и биотехнология, содержание, перспективы

1. Семинар

2. Мобильные генетические элементы (МГЭ), современные представления о структуре и функциональном значении.
3. Перенос генов в клетки других организмов.
4. Экспрессия генов эукариот в клетках бактерий. Бактериальный синтез гормонов человека: соматостатина, инсулина, гормонов роста.
5. Биотехнология микроорганизмов Молекулярно - генетические основы биотехнологии. Создание генно-инженерных штаммов микроорганизмов.
6. Трансгенные (генетически модифицированные) растения (ГМР). Основные этапы получения ГМР.
7. Направления и перспективы использования трансгеноза.
8. Биотехнология трансгенных растений и животных с заданными свойствами. Экологическая оценка производства и использования генетически модифицированных растений и продуктов.
9. Основы клеточной инженерии растений. Использование метода культуры изолированных клеток и тканей в создании современных технологий.
10. Программа «Геном человека» и перспективы развития генной терапии.
11. Генная терапия и другие направления использования генно-инженерных биотехнологий (криминалистика, этнография, клонирование целых организмов органов или отдельных клеток).
12. Генетические механизмы старения.
13. Генетические механизмы канцерогенеза.
14. Методы клеточной биологии. Гибридизация соматических клеток растений, перспективы её использования в теории и практике.
15. Экологические проблемы молекулярно-биологических исследований.

2. Рефераты

1. Проблемы биологической безопасности и экологическая оценка производства и использования трансгенных растений (животных). Проблемы экологической безопасности
2. Методы клеточной биологии.

3. Мобильные генетические элементы (МГЭ), современные представления о структуре и функциональном значении.
4. Перенос генов в клетки других организмов.
5. Экспрессия генов эукариот в клетках бактерий. Бактериальный синтез гормонов человека: соматостатина, инсулина, гормонов роста.
6. Биотехнология микроорганизмов Молекулярно - генетические основы биотехнологии. Создание генно-инженерных штаммов микроорганизмов.
7. Трансгенные (генетически модифицированные) растения (ГМР).
8. Основные этапы получения ГМР.
9. Биотехнология трансгенных растений и животных с заданными свойствами. Экологическая оценка производства и использования генетически модифицированных растений и продуктов.
10. Основы клеточной инженерии растений. Использование метода культуры изолированных клеток и тканей в создании современных технологий.

Тема 10 Генетика популяций и генетические основы эволюции

1. Семинар

1. Популяция, как основная структурная единица вида.
2. Популяции и чистые линии. Генофонд популяции. Генетический гомеостаз.
3. Генетический полиморфизм популяций. Работы С. С. Четверикова, Ф. Добжанского, Н.В. Тимофеева-Ресовского, Н.П. Дубинина.
4. Панмиктические и непанмиктические популяции. Генетическая структура популяции.
5. Генетические процессы в непанмиктических популяциях.
6. Генетические процессы в панмиктических популяциях.
7. Закон Харди-Вайнберга, возможности его практического применения.
8. Генетическая структура панмиктических популяций.
9. Факторы генетической динамики популяций.
10. Популяция, как элементарная эволюционная структура.
11. Элементарное эволюционное событие – изменение частот аллелей в популяции.
12. Генетический груз в популяциях, проблема генетического мониторинга.

Тема 11 Генетика человека

1. Семинар

1. Человек, как объект генетических исследований, Особенности человека как объекта генетических исследований.
2. Методы изучения генетики человека.
3. Изучение структуры и дифференциальной активности генома человека с помощью методов молекулярной генетики.
4. Программа «Геном человека», ее содержание, результаты. Проблемы геногеографии.
5. Проблемы медицинской генетики.
6. Хромосомные и генные болезни. Болезни с наследственной предрасположенностью.
7. Скрининг генных дефектов. Использование биохимических методов для выявления гетерозиготных носителей и диагностики наследственных заболеваний.
8. Причины возникновения наследственных и врожденных заболеваний.
9. Генетическая опасность радиации и химических мутагенов. Генотоксикология.
10. Генетический груз в популяциях человека и других организмов.
11. Задачи медико-генетической консультации.
12. Роль генетических и социальных факторов в развитии личности человека.
13. Проблемы изучения способностей человека: детерминанты способностей

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Современные представления о химическом составе, ультраструктурной организации хромосом.
2. Митоз, митотический цикл. Генетическое значение митоза. Амитоз. Эндомитоз.
3. Мейоз, его цитологический анализ. Генетическое значение мейоза.

4. Наследование при моногибридном скрещивании. Расщепление по генотипу и фенотипу. Вероятностный характер расщепления. Анализирующее, возвратное и реципрокные скрещивания, их использование и значение. Закон чистоты гамет, его цитологические основы.
5. Взаимодействие аллельных генов: доминирование, неполное доминирование, кодоминирование.
6. Наследование при дигибридном скрещивании, расщепление по фенотипу и генотипу. Закон независимого расщепления (Менделя), его цитологические основы. Полигибридное скрещивание.
7. Комплементарное взаимодействие генов. Плейотропия. Эпистаз, полимерное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность.
8. Генетическая детерминация пола. Гомо - и гетерогаметность. Наследование признаков, сцепленных с полом.
9. Закономерности наследования сцепленных генов. Экспериментальный метод определения частоты кроссинговера (по Т. Моргану). Генетические карты хромосом. Одинарный и множественный кроссинговер. Группы сцепления генов.
10. Генная инженерия: состояние, перспективы развития. Генно-инженерная биотехнология.
11. Классификация и характеристика типов изменчивости. Мутационная изменчивость, принципы классификации мутаций, их краткая характеристика, роль в эволюции и селекции. Закон гомологических рядов (Н.И. Вавилова) в наследственной изменчивости, его теоретическое и практическое значение.
12. Автополиплоидия, её фенотипические эффекты. Использование полиплоидии в селекции растений. Карпченко для получения плодовых аллополиплоидов. Использование аллополиплоидов в селекции. Анеуплоидия. Пшенично-ржаные, пшенично-пырейные гибриды.
13. Модификационная изменчивость, её статистические закономерности. Наследственная норма реакции.
14. Человек как объект генетики, методы генетики человека. Медицинская генетика, знание диагностики и лечение наследственных болезней. Проблема генетического груза. Наследственные болезни, распространение их в человеческих популяциях.
15. Популяция, её генетическая структура. Закон Харди-Вайнберга. Генетические изоляты. Дрейф генов. Факторы генетической динамики популяций. Сохранение численности популяций и их генофонда как экологическая проблема.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции 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				
1.	Задание закрытого типа	Расхождение гомологичных хромосом происходит в: 1) анафазе митоза; 2) анафазе мейоза–1; 3) анафазе мейоза–2; 4) метафазе митоза.	2	2
2.		Определите соотношение генотипов у гибридов F ₁ при скрещивании растений ночной красавицы с розовыми цветками (Bb) и белыми цветками (bb) 1) 25% BB : 75% bb 2) 25% bb : 75% Bb 3) 50% bb : 50% Bb 4) 25% BB : 50% Bb : 25% bb	3 Скрещивание родителей Bb x bb Гаметы B, b b Потомство F ₁ Bb bb 50 %, 50 %	2

3.		Черная окраска кролика (В) доминирует над белой (b), а мохнатая шерсть (А) над гладкой (a). Какого расщепления по фенотипу следует ожидать от скрещивания гетерозиготных особей по двум парам признаков? 1) 3:1 2) 1:2:1 3) 1:1:1:1 4) 9:3:3:1	4	2
4.		При моногибридном скрещивании гетерозиготного растения с гомозиготным (по рецессивному признаку) доля гомозигот в потомстве составит 1) 0% 2) 25% 3) 50% 4) 100%	3	1
5.		Какова вероятность рождения больных сыновей, если отец здоров, а мать – носительница гемофилии 1) 25 %; 2) 50 %; 3) 75 %; 4) 100 %	2	2
6.	Задание открытого типа	При скрещивании белых кроликов с мохнатой шерстью и чёрных кроликов с гладкой шерстью получено потомство: 50% чёрных мохнатых и 50% чёрных гладких. При скрещивании другой пары белых кроликов с мохнатой шерстью и чёрных кроликов с гладкой шерстью 50% потомства оказалось чёрных мохнатых и 50% – белых мохнатых. Составьте схему каждого скрещивания. Определите генотипы родителей и потомства. Объясните, какой закон проявляется в данном случае.	1-е скрещивание. Генотипы родителей aaBv, AaBv, генотип потомства AaBv, AaBv. 2-е скрещивание. Генотипы родителей aaBB, AaBv, генотип потомства AaBv, aaBv. Закон – независимого наследования признаков	5
7.		У отца третья группа крови и положительный резус (дигетерозигота), у матери вторая группа и положительный резус (дигомозигота). Определите генотипы родителей. Какую группу крови и резус-фактор могут иметь дети в этой семье, каковы их возможные генотипы и соотношение фенотипов? Какой закон наследственности проявляется в данном случае?	Генотип отца $I^B I^0 Rh$ rh, матери $I^A I^A RhRh$, дети $I^A I^B RhRh$ (4 гр. + резус), $I^A I^0 RhRh$ (2 гр. + резус), $I^B I^A Rh rh$ (4 гр + резус), $I^A I^0 Rh rh$ (2 гр. +резус), соотношение фенотипов 1:1. 3-н независимого наследования признаков	5

8.		У крупного рогатого скота красная окраска шерсти неполно доминирует над светлой, окраска гетерозиготных особей чалая. Гены признаков аутосомные, не сцеплены. Скрещивали красных комолых (В) коров и чалых рогатых быков, в потомстве получились красные комолые (безрогие) и чалые комолые особи. Полученные гибриды F₁ с разными фенотипами были скрещены между собой. Определите генотипы родителей и потомков в обоих скрещиваниях, соотношение фенотипов в поколении F₂. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?	1-е скрещивание генотипы родителей корова ААВВ, бык Аавв, потомство – ААВв (красные комолые), АаВв (чалые комолые). 2-е скрещивание генотипы потомства ААВВ (красные комолые), АаВв (чалые комолые), АаВВ (чалые комолые), ААВв (красные комолые), ААВв (красные комолые), Аавв (чалые рогатые), АаВв (чалые комолые), ААавв (красные рогатые). Соотношение фенотипов 3:3:1:1. 3-н независимого наследования признаков, неполное доминирование	5
9		У мышей гены окраски шерсти и длины хвоста не сцеплены. Длинный хвост (В) развивается только у гомозигот, короткий хвост развивается у гетерозигот. Рецессивные гены, определяющие длину хвоста, в гомозиготном состоянии вызывают гибель эмбрионов. При скрещивании самок мышей с чёрной шерстью, коротким хвостом и самца с белой шерстью, длинным хвостом получено 50% особей с чёрной шерстью и длинным хвостом, 50% – с чёрной шерстью и коротким хвостом. Во втором случае скрестили полученную самку с чёрной шерстью, коротким хвостом и самца с белой шерстью, коротким хвостом. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомства в двух скрещиваниях, соотношение фенотипов во втором скрещивании.	1-е скрещивание генотипы родителей ААВв, ааВВ, потомство АаВВ, АаВв, 2-е скрещивание родители АаВв, ааВв, потомство АаВВ (чёрные, Длинный хвост), ааВв (белые короткий хвост), АаВв (чёрные Короткий хвост), ааВВ (белые длинный хвост), АаВв (чёрные короткий хвост), аавв (гибель), Аавв (гибель), ааВв (белые короткий хвост) Соотношение фенотипов 1:2:2:1	5

10	От скрещивания двух сортов земляники, один из которых имеет усы и красные ягоды, а второй не имеет усов и образует белые ягоды, в первом поколении все растения имели усы и розовые ягоды. От скрещивания растений без усов с розовыми ягодами с растениями без усов с красными ягодами получены две фенотипические группы растений: без усов розовые и без усов красные. Определите генотипы родителей и потомства, характер наследования окраски ягод у земляники, закон наследственности, который проявляется в данном случае.	1-е скрещивание родители ААВВ, аавв, потомство АаВв, 2-е скрещивание родители ааВв, ааВВ, потомство ааВв, АаВВ. Характер наследования – промежуточное наследование. 3-н в 1-м скрещивании – единообразие гибридов первого поколения	5
----	---	---	---

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Курс Генетика состоит из материала теоретического и прикладного характера, который излагается на лекциях, практически осуществляется при проведении практических работ и семинарских занятий, а также частично выносится на самостоятельное изучение дома и в научно-информационных центрах. Теоретические знания, полученные из лекционного курса, закрепляются на практических и семинарских занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных разделов дисциплины в форме контрольных работ, на семинарах, коллоквиумах. Дисциплина заканчивается экзаменом.

Для экзамена студент должен набрать по итогам изучения дисциплины 100 баллов. Половину этих баллов 50 % студент набирает в виде рейтинга в течение семестра, 50 % - зарабатывает на экзамене. Для семестрового рейтинга необходимо иметь положительные оценки по промежуточным аттестациям, активно посещать и работать на семинарских занятиях, выполнять лабораторные работы. Процентный вклад в итоговый результат этих трех составляющих:

- посещаемость – 10 %;
- успеваемость по итогам промежуточных аттестаций – 20 %;
- практические работы – 20 %.

В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемыми преподавателями по всем изучаемым темам курса, могут выполнять рефераты, доклады, сообщения.

Основными целями введения балльно-рейтинговой аттестации являются:

1. Стимулирование повседневной систематической работы студентов;
2. Снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
3. Повышение самостоятельности в учебе;
4. Исключение возможности протектирования не очень прилежных студентов;
5. Создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.п.);
6. Повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы;

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				

1.	реферат	1/2	2	По расписанию
	Сообщения, доклады	5/2	10	По расписанию
2.	Ответ на семинарском занятии, коллоквиуме	7/3	10	По расписанию
3.	Решение задач	6/2	12	По расписанию
4.	Контрольная работа	4/3	12	По расписанию
Всего			46	
Блок бонусов				
5.	Посещение занятий		2	По расписанию
№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
6.	Своевременное выполнение всех заданий		2	По расписанию
Всего			4	-
Дополнительный блок				
7.	Экзамен			
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Нарушение учебной дисциплины	-1
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература:

1. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика : Рек. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. пособ. для студ. ун-тов, ... по направлению 510600 - Биология и биологическим спец.; Отв. ред.: Е.С. Беляева, А.П. Акифьев. - 4 изд. ; стер. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. - 479 с.
2. Генетика : рек. УМО по мед. и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учеб. для студ., ... по спец. 040100 - Лечебное дело, 040200 - Педиатрия, 040800 - Медицинская биохимия, 040900 - Медицинская биофизика, 041000 - Медицинская

кибернетика / В.И. Иванов [и др.]; под ред. В.И. Иванова. - М. : Академкнига, 2007. - 638 с.

3. Генетика / А.А. Жученко, Ю.Л. Гужов, В.А. Пухальский – М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953200692.html> (ЭБС «Консультант студента»).
4. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Жимулёв И.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65279.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2. Дополнительная литература:

1. Бочков Н.П., Медицинская генетика : учебник / под ред. Н. П. Бочкова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 224 с. : ил. - 224 с. - ISBN 978-5-9704-4857-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448571.html>
2. Клаг У.С., Каммингс М. Основы генетики; пер. с англ. А.А. Лушниковой, С.М. Мусаткина. – М. : Техносфера, 2007. – 896 с.
3. Костерин О.Э., Основы генетики. Ч. 2. Хромосомные перестройки, полиплоидия и анеуплоидия, мобильные генетические элементы и генетическая трансформация, генетика количественных признаков и популяционная генетика : учеб. пособие : в 2 ч. / Костерин О.Э. - М. : Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. - 248 с. - ISBN 978-5-4437-0484-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443704845.html>. -
4. Клиническая генетика : учебник / Н. П. Бочков, В. П. Пузырев, С. А. Смирнихина ; под ред. Н. П. Бочкова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 592 с. : ил. URL: <http://www.studentlibrary.ru/> (ЭБС «Консультант студента»).
5. Клиническая генетика. Геномика и протеомика наследственной патологии: учебное пособие. Мутовин Г.Р. 3-е изд., перераб. и доп., 2010. – 832 с.: ил. URL: <http://www.studentlibrary.ru/> (ЭБС «Консультант студента»).
6. Пухальский В.А. Введение в генетику : (краткий конспект лекций): Рек. М-вом сел. хоз-ва РФ в качестве учеб. пособ. для студ. вузов, обучающихся по агрономическим спец. – М. : КолосС, 2007. – 224 с.
7. Решение задач по генетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.И. Кондаурова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2020.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/99141.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Рубан Э.Д., Генетика человека с основами медицинской генетики : учебник / Рубан Э.Д. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - 319 с. (Медицина.) - ISBN 978-5-222-21045-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222210451.html>.
9. Төлегенов С. Генетика [Электронный ресурс]: практикум/ Төлегенов С.— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Альманах, Нур-Принт, 2016.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69237.html>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Хандогина Е.К., Генетика человека с основами медицинской генетики : учебник / Хандогина Е.К., Терехова И.Д., Жилина С.С., Майорова М.Е., Шахтарин В.В., Хандогина А.В. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 192 с. - ISBN 978-5-9704-5148-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970451489.html>
11. Хедрик Ф. Генетика популяций. – М. : Техносфера, 2003. – 592 с.
12. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия : Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. пособ. для вузов – 2-е изд. ; исправ. и доп. – Новосибирск : Сибирское унив. изд-во, 2004. – 496 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант

студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru. Регистрация с компьютеров АГУ

2. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>
3. Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Практические занятия по дисциплине Генетика проводятся в специализированной аудитории, предназначенной для работы с биологическими объектами, содержащей необходимое лабораторное оборудование и наглядный материал. Лаборатория оснащена термостатами, центрифугами, химической посудой, химическими реактивами и др., ПЦР-лаборатория, в которой имеется следующее оборудование: анализатор нуклеиновых кислот, мини центрифуга, амплификатор, термостат, вортекс, гель-документирующая система, трансиллюминатор, электрофорез, дозаторы, автоматические пипетки и др. Для проведения лекций и ряда практических занятий используется интерактивная форма проведения занятий с применением компьютера и мультимедийного проектора в специализированной аудитории.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается

присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую

помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитайте задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).