

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Т. В. Пасько
«17» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.О.25 Генетика и эволюция

Направление подготовки/специальность: 06.03.01 - Биология

Профиль/направленность/специализация: Общая биология и биотехнология

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2026

Автор программы:

Кандидат биологических наук, Гончаров Александр Геннадьевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 - Биология (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 920).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «16» июня 2026 г. Протокол № 11

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Инженерно-технического института, Протокол от «17» июня 2026 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	19
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	37
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	39
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	40

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности

ОПК-5 Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сферах: образования; научных исследований живой природы; научных исследований с использованием биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, в целях охраны природы)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	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	Использует знания принципов и методических подходов общей генетики и теории эволюции для прослеживания механизмов онтогенеза и филогенеза. Владеет основными методами генетического анализа
	ОПК-5 Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Использует в профессиональной деятельности представления о генетических основах биотехнологии. Анализирует современные методы геной инженерии и применяет их на практике

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

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

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очная (семестр)
		6
1	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	+

ОПК-5 Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очная (семестр)
		6
1	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	+

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Генетика и эволюция» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 06.03.01 - Биология.

Дисциплина «Генетика и эволюция» изучается в 6 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 8 з.е.

Очная: 8 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	288
Контактная работа	110
Лекции (Лекции)	50

Практические (Практ. раб.)	60
Самостоятельная работа (СР)	142
Экзамен	36

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
6 семестр					
1	Генетика. Законы наследования.	2	16	22	Выполнение лабораторных работ
2	Изменчивость ее причины и методы изучения.	2	-	22	Контрольная работа
3	Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена.	2	-	4	Опрос
4	Системы размножения растений и их генетический контроль.	2	-	4	Опрос
5	Генетические методы селекции	2	-	4	Опрос
6	Генетика иммунитета растений	2	-	4	Опрос
7	Генетика онтогенеза растений	3	-	4	Опрос
8	Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства	3	-	8	Контрольная работа
9	Введение в генетику животных	3	-	4	Опрос
10	Методы генетики животных	3	-	4	Опрос
11	Модельные объекты генетики животных.	3	-	4	Опрос

12	Частная генетика животных	3	-	4	Опрос
13	Генетические ресурсы животных	1	4	4	Реферат
14	Геномы домашних животных	1	4	4	Реферат
15	Биотехнология в животноводстве.	1	4	4	Реферат
16	Генетика животных и биомедицина	1	4	4	Реферат; Контрольная работа
17	Введение в теорию эволюции.	2	4	4	Опрос
18	История развития эволюционных идей	2	4	4	Опрос
19	Микроэволюция.	2	4	4	Опрос
20	Биологический вид. Видообразование.	2	4	6	Опрос
21	Макроэволюция.	2	4	6	Опрос
22	Эволюция онтогенеза, органов и функций.	2	4	6	Опрос
23	Развитие органического мира Земли.	4	4	8	Контрольная работа

Тема 1. Генетика. Законы наследования. (ОПК-5)

Лекция.

Предмет генетики. Вклад отечественных ученых в развитие генетики. Основные разделы современной генетики и их взаимосвязь. Значение генетики в формировании современного естественнонаучного мировоззрения. Основные понятия генетики. ДНК как материальный носитель наследственности. История открытия и доказательства наследственных функций ДНК. Особенности первичной структурной организации генома эукариот. Сущность и механизм конъюгации хромосом в мейозе. Генетическая сущность мейоза. Генетика полового размножения. Методы генетики. Гибридологический анализ. Законы Менделя. Моно и полигибридные скрещивания. Принципы наследственности. Комбинаторная изменчивость – роль в эволюции и значение в селекции. Хромосомная теория наследственности Т.Моргана. Генетика пола и сцепленное с полом наследование. Основные положения хромосомной теории наследственности по Т. Моргану. Построение генетических карт животных и растений. Цитоплазматическая наследственность.

Практическое занятие.

Решение задач на основные законы наследования.

Задания для самостоятельной работы.

Решение задач по темам:

- 1 взаимодействие аллельных генов (полное и неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование, множественный аллелизм);
- 2 взаимодействие неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия);
- 3 сцепленное наследование (полное, неполное).

Тема 2. Изменчивость ее причины и методы изучения. (ОПК-5)

Лекция.

Формы изменчивости – сущность и значение с точки зрения эволюции и адаптации организмов к условиям окружающей среды. Мутационная изменчивость. Классификация мутаций. Соматические и генеративные мутации. Практическое значение мутаций и коллекций мутантных форм в селекции, частной генетике растений, животных и микроорганизмов. Генные мутации. Множественный аллелизм. Хромосомные мутации. Виды хромосомных мутаций и их значение в эволюции. Геномные мутации. Механизм и последствия для различных организмов. Искусственная полиплоидия в селекции животных и растений. Анеуплоидия – сущность и формы проявления в различных организмах. Роль факторов окружающей среды в возникновении мутаций. Мутагены и характер их воздействия на геном. Репарация ДНК и его механизм. Молекулярно-генетический механизм мутаций. Основы экогенетики. Модификационная изменчивость как форма проявления действия гена в различных условиях среды. Норма реакции организмов.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Цитоплазматические мутации.
- 2 Роль мутаций митохондриальной ДНК в функционировании клетки и организма.
- 3 Роль факторов окружающей среды в возникновении мутаций.
- 4 Мутагены и характер их воздействия на геном.
- 5 Репарация ДНК и его механизм.
- 6 Молекулярно-генетический механизм мутаций.

Тема 3. Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена. (ОПК-5)

Лекция.

Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений на примере модельных растительных объектов: (*Oriza sativa*, *Brachypodium distachyon*, *Arabidopsis thaliana*, *Lotus japonicus*). Представление о гомологии и гомеологии, синтении и колинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа. Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции. Основные классы молекулярных маркеров. Геном хлоропластов и митохондрий. Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК. Вариабельность размера генома хлоропластов и ее причины. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов GUN-1,2,5 и РДФ-карбоксилазы). Гены Rubisco. Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов. Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид. Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариабельность в порядке их расположения. Взаимодействие ядерного, хлоропластного и митохондриального геномов. Мобильные генетические элементы растений. Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. МакКлинток до настоящего времени. Аси Ds-элементы *Z.mays*. Типы транспозонов растений и их распространенность в геномах других растений. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов. Роль транспозонов в эволюции геномов растений и горизонтальном переносе. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений. Роль транспозонов в регуляции активности генов. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Использование систем Enhancer-Inhibitor system (En-I); Enhancer-Suppressor-mutator (Sp-m); Activator-Dissociation (Ac-Ds) для маркирования генома, картирования и установления функции гена. Транспозонный мутагенез растений. Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Клонирование генов с помощью «вытягивания за транспозон». Однокомпонентная система на основе Ac-элемента кукурузы с CaMV 35S-промотором. Двухкомпонентная системы Ac/Ds и другие системы транспозонов. Инсерционный T-ДНК и транспозонный мутагенез как инструмент для создания трансгенных растений, используемых в качестве модели для изучения функции гена. Выявление трансформантов в популяциях T2 и T3. Необходимый размер выборки для выявления инсерции по целевому гену. Выделение генов, маркированных инсерцией. Преимущества и недостатки инсерционных, ЭМС-индуцированных и делеционных мутантов для решения задач функциональной геномики. Мутационный анализ для изучения функции генов. Методы прямой и обратной генетики для установления функции гена, современные подходы. Маркирование генома протяженными делециями, вызванными быстрыми нейтронами. Проект DEL-a-GENE – новая стратегия в изучении функции дублированных генов. Применение метода геномного вычитания для клонирования генов. Использование ЭМС-индуцированных мутаций в мутационном анализе. Эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов и их особенности.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 4. Системы размножения растений и их генетический контроль. (ОПК-5)

Лекция.

Жизненные циклы растений. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении. Несовместимость, Гетероморфная и гомоморфная. Основные принципы функционирования гаметофитной и спорофитной систем гомоморфной несовместимости (SI). Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Молекулярно-генетические механизмы проявления гаметофитной и спорофитной систем несовместимости. Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Механизмы однолокусной (S-локус) несовместимости: гаметофитная несовместимость с S-РНК-азным женским детерминантом (*Solanaceae*); спорофитная несовместимость с S-гликопротеиновыми женскими (SRK) и мужскими (SCR) детерминантами, роль siRNA в регуляции реакции самонесовместимости. Мутации генов несовместимости (SI) и проявление само-совместимости (SC). Трансгенная модель получения самонесовместимости у природного самоопылителя *A. thaliana*, значение данного эксперимента для создания самоопыляющихся трансгенных растений. Биологическое значение несовместимости в поддержании гетерозиготности популяций. Двудомность как крайний случай проявления несовместимости. Структурно-функциональная организация половых хромосом двудомных растений на примере *Carica papaya*, *Silene latifolia* и *Rumex acetosa*. Генетический контроль поддержания двудомности. Апомиксис – природная форма вторично-бесполого размножения. История изучения апомиксиса. Нарушение процесса двойного оплодотворения у цветковых растений как причина образования апомиктичных семян. Основные типы апомиксиса, его распространение и эволюционная роль. Гаметофитный апомиксис и нарушение мейоза (апомейоз) и спорофитного с участием клеток интегумента. Генетический контроль апомиксиса. Мутанты *A. thaliana* с нарушениями мейоза (*nzz*; *swi1/ dyad*) и образование апомиктичных семян. Гены-кандидаты апомиксиса. Апомиксис и его практическое значение. Эпигенетический механизм проявления апомиксиса у мутантов *ago104* кукурузы и *ago9* арабидопсис. Роль и функция белков Argonaute и RBR в контроле развития женского гаметофита. Координированное развитие зародыша и эндосперма, гены FIS2, FIE, MEA, PHERES1 *A. thaliana*. Гены MET1 и DME регуляторы экспрессии материнского аллеля гена MEA в эндосперме. Явление импринтинга материнских и отцовских аллелей при развитии эндосперма, эпигенетический механизм импринтинга.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 5. Генетические методы селекции (ОПК-5)

Лекция.

Полиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды. Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений. Палеополиплоиды и неополиплоиды. Роль отдаленной гибридизации в возникновении видов, реконструкция геномов растений. Явление гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления. Генетические эффекты при полиплоидии. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов. Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у ллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии. Эпигенетический механизм замолкания генов. Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублированных генов в ряду поколений. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений и видообразования. Структура аллополиплоидных геномов пшеницы, хлопчатника, тритикале, и др. Практическое использование разных типов полиплоидов. Анеуплоидия для решения задач картирования генов. Типы анеуплоидов. Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы. Примеры применения анеуплоидии растений в решении практических задач генетики и селекции растений. Гаплоиды естественные и искусственные. Методы получения гаплоидов: близнецовый метод, псевдогамия, индуцированный андрогенез в культуре пыльников, гибридизация с другими видами и селективная элиминация хромосом в гибридном зародыше. Практическое использование и значение гаплоидов в селекционном процессе. Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС). Кольцевые и линейные ДНК митохондрий растений. Повторы и внутримолекулярная рекомбинация. РНК-редактирование мт-ДНК и химерные гены. Роль Мт-химерных генов в проявлении ЦМС. ЦМС как пример взаимодействия ядерных и митохондриальных генов. Молекулярно-генетические механизмы восстановления фертильности пыльцы, гены-восстановители фертильности (Rf), роль PPR белков. Специфичность Rf-генов к типу ЦМС. Типы цитоплазмы кукурузы – Т (техасский), С (чарруа) и S (молдавский) и проявление ЦМС. Механизм действия генов-восстановителей ЦМС на примере кукурузы С- S- и Т-цитоплазмой. Экономическое значение мутаций митохондриального генома и проявления ЦМС. Использование ЦМС в селекционном процессе. Генетическая схема получения межлинейных гибридов на основе мутаций ЦМС и восстановителей фертильности. Распространение практического применения явления ЦМС в селекции сельскохозяйственных культур. Спонтанный и индуцированный мутагенез у растений. Ядерные и цитоплазматические мутации. Основы закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Индуцированный мутагенез растений физическими, химическими мутагенами и тяжелыми металлами. Спектр возникающих мутаций. Особенности выявления индуцированных мутаций у растений. Основные принципы выделения мутаций у самоопылителей, перекрестников и вегетативно размножаемых растений. Химеры, структура химерного растения и судьба мутантного сектора в онтогенезе. Особенности генетического анализа растений и выявления мутантов в М1-, М2-, М3-поколениях. Генетически эффективные клетки и их роль в проявлении индуцированных мутаций. Типы мутаций и методы их выделения. Хлорофильные и эмбриолетальные мутации. Растительные тест-системы для оценки мутагенного действия различных соединений и факторов окружающей среды. Селекционные достижения с использованием метода мутагенеза. Хромосомная инженерия растений. Манипуляции хромосомным составом растений на уровне целых геномов, отдельных хромосом и их сегментов с целью увеличения генетического разнообразия культурных видов.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 6. Генетика иммунитета растений (ОПК-5)

Лекция.

Понятие иммунитета растений. Вклад Н.И. Вавилова в изучении проблемы иммунитета. Основные возбудители болезней и вредители растений. Практическое значение изучения генетики иммунитета растений. Основные типы иммунитета растений. Врожденный активный иммунитет — устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена. Типы активного иммунитета — неспецифичный (базовый иммунитет или горизонтальная устойчивость) и специфичный (вертикальная или расоспецифическая устойчивость). Приобретенный иммунитет растений, особенности, отличия от приобретенного иммунитета животных. Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений. Рецепторы врожденного неспецифического иммунитета и их лиганды. Структура рецепторов PRR. Активирующие их лиганды PAMP, HAMP, DAMP—чужеродный биоматериал, попавший на поверхность клетки. Консервативность рецепторов неспецифического иммунитета (на примере рецепторов флагеллина растений и животных). Другие компоненты иммунного ответа. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета. Эффекторные молекулы патогенов (элиситоры) и их рецепторы (R – белки). Доменная структура рецепторов, основные типы. LRRs – структурная основа иммунного ответа растений. R-гены типа I – самые полиморфные гены растений. Теория сопряженной эволюции хозяина и паразита. Гипотеза Флора «ген на ген». Функция салициловой кислоты, жасмоновой кислоты, этилена и др. гормонов в иммунном ответе. Реакция сверхчувствительности. Различия ответа на повреждение биотрофами, некротрофами и насекомыми. Антогонизм сигнальных путей, участвующих в защите от биотрофов и некротрофов. Влияние патогенов на развитие иммунного ответа. Сторожевая модель иммунитета. Аутоиммунные реакции у растений. Явление гибридного некроза — распространенность и генетический контроль. Роль мобильных иммунных сигналов в развитии системного приобретенного иммунитета и иммунной памяти.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 7. Генетика онтогенеза растений (ОПК-5)

Лекция.

Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами. Генетический контроль морфогенеза растений. Генетический контроль развития разных доменов зародыша. Генетический контроль развития апикальной меристемы побега, листа, корня. Генетический контроль.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 8. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства (ОПК-5)

Лекция.

Генетическая инженерия растений. История получения трансгенных растений. Методы получения трансгенных растений. Прямые методы получения трансгенных растений. Векторы для генетической трансформации растений. Создание коинтегративных и бинарных векторов для переноса чужеродной ДНК. Использование селективных маркеров и репортерных генов. Области применения трансгенных растений. Получение качественно новых продуктов на основе трансгенных растений: с замедлением созревания и контролируемым созреванием; улучшение пищевых и технологических свойств; устойчивые к гербицидам; устойчивые к насекомым-вредителям; устойчивые к болезням и др. Метаболическая инженерия на основе трансгенных технологий – воссоздание отсутствующих метаболических путей. Трансгенные растения риса с каротиноидами, трансгенные растения томата с плодами, накапливающими антоциан, голубые розы и гвоздики. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Трансформация хлоропластной ДНК. Разработка методов защиты окружающей среды на основе трансгенных растений. Биodeградируемые материалы на основе трансгенных растений. Трансгенные растения для очистки почв и водоемов (поглощающие и разрушающие токсичные соединения). Трансгенные растения – тестеры загрязнений. Биотопливо из трансгенных растений. Аргументы противников использования трансгенных растений. Потенциальные проблемы использования трансгенных растений и пути их решения. Геномное редактирование растений. Система CRISPR–Cas для получения целевых мутаций в различных растительных организмах. Типы мутаций, генерируемых CRISPR–Cas9. Редакторы цитозиновых оснований (CBE) и редакторы адениновых оснований (ABEs) на основе CRISPR и их особенности. Молекулярно-генетические маркеры в решении фундаментальных и практических задач генетики и селекции. Типы генетических маркеров. Методы создания генетических маркеров. Особенности применения генетических маркеров в решении генетических и селекционных задач. Маркер-опосредованная селекция растений. Принципы геномной селекции растений. Практические примеры применения методов маркерной и геномной селекции растений.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 9. Введение в генетику животных (ОПК-5)

Лекция.

Значение генетического анализа для общей и сравнительной генетики животных, систематики, эволюции, биохимии, селекции, медицины. Генетический анализ у животных. Генетика развития животных. Происхождение домашних животных. Основные задачи генетики и разведения животных. Изменчивость и её роль в селекции. Многообразие и разнообразие пород сельскохозяйственных животных, птицы, рыб и других видов. Генетико-статистические основы совершенствования популяций сельскохозяйственных животных.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 10. Методы генетики животных (ОПК-5)

Лекция.

Методы отбора. Отбор и подбор производителей. Оценка животных по фенотипу и генотипу. Варианты направления отбора. Проявления летальных мутаций, выявление носителей летальных мутаций. Генетические аномалии у животных. Генетическое картирование у животных. Молекулярно-генетический анализ у животных.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 11. Модельные объекты генетики животных. (ОПК-5)

Лекция.

Модельные животные в генетике (позвоночные). Позвоночные животные как модельный объект в генетике (грызуны и рыбы). Области применения в биологии. Особенности содержания и размножения. Этические аспекты использования в экспериментах. Использование в трансляционных исследованиях, оборудование и технологии содержания, генетическое разнообразие, методы прижизненных морфофункциональных исследований (включая МРТ), фармакологические исследования, токсикологические испытания.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 12. Частная генетика животных (ОПК-5)

Лекция.

Частная генетика животных. Истоки. Развитие исследований по частной генетике животных. Примеры работ по частной генетике сельскохозяйственных животных. Роль частной генетики в животноводстве. Примеры ДНК-маркёров продуктивности, наследственных болезней и устойчивости к инфекционным агентам у разных животных.

Практическое занятие.

не предусмотрены

Тема 13. Генетические ресурсы животных (ОПК-5)

Лекция.

Понятие генетических ресурсов. Статус генетических ресурсов животных. Критерии оценки состояния генетических ресурсов. Методы и подходы к сохранению генетических ресурсов животных.

Практическое занятие.

Семинар "Методы генетики животных".

Тема 14. Геномы домашних животных (ОПК-5)

Лекция.

Базы данных геномов домашних животных. Работа с базами данных. Организация генов млекопитающих. Структурная геномика. Сравнительная геномика. Методы анализа генома.

Практическое занятие.

Семинар "Модельные объекты генетики животных".

Тема 15. Биотехнология в животноводстве. (ОПК-5)

Лекция.

Биотехнология в животноводстве. Искусственное осеменение и криоконсервация семени (история, преимущество, нерешенные проблемы). Криоконсервация и трансплантации эмбрионов (история, преимущество, нерешенные проблемы). Трансплантация эмбрионов сельскохозяйственных животных и ее роль в генетическом прогрессе в животноводстве. Генетическое клонирование животных (методы клонирования, перспективы использования). Маркёр-направленная селекция в животноводстве и птицеводстве. Геномная селекция. Базы данных по маркёрам продуктивности и геномам сельскохозяйственных животных. Геномное редактирование у животных.

Практическое занятие.

Семинар "Частная генетика животных".

Тема 16. Генетика животных и биомедицина (ОПК-5)

Лекция.

Животные модели в генетических исследованиях в области биологии развития и нейробиологии. Генетическая модификация организмов: трансгенные животные на службе у медицины. Мишень-направленная терапия, геномное редактирование и геновая терапия.

Практическое занятие.

Тема 17. Введение в теорию эволюции. (ОПК-3)**Лекция.**

История борьбы эволюционных и антиэволюционных взглядов на происхождение и развитие органического мира Земли. Антиэволюционные взгляды. Античные представления об эволюции. Креационизм и его формы: теизм, деизм, катастрофизм. Представители креационизма в биологии. Телеология и ее проявления в биологических теориях: ортогенез (ортоселекция), финализм, номогенез. Концепции преформизма и эпигенеза; их современная трактовка. Концепция лестницы существ. Трансформизм. Многообразие и классификации эволюционных теорий. Теория эволюции как теоретический фундамент современной биологии.

Практическое занятие.

- 1 Мифологическое мировоззрение и стихийный креационизм.
- 2 Античные взгляды на живую природу (Гераклит, Демокрит, Эмпедокл, Аристотель, Лукреций Кар).
- 3 Особенности средневековых воззрений на природу.
- 4 Формирование представлений о биологическом виде.
- 5 Бинарная номенклатура.
- 6 Значение работ К. Линнея для подготовки эволюционной теории.
- 7 Эволюционная теория Ж.Б. Ламарка.
- 8 Формирование основных эволюционных понятий.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Создание типологической концепции вида.
- 2 Разнообразие взглядов на развитие органического мира (теория катастроф, концепции преформизма и эпигенеза, трансформизм).
- 3 Главные результаты описательного периода: инвентаризация живой природы, разработка основных понятия морфологии, основ научной терминологии, принципов и методов классификации органического мира Земли.

Тема 18. История развития эволюционных идей (ОПК-3)**Лекция.**

Мифологическое мировоззрение и стихийный креационизм. Античные взгляды на живую природу (Гераклит, Демокрит, Эмпедокл, Аристотель, Лукреций Кар). Особенности средневековых воззрений на природу. Описательный период в биологии. Представление о множественности миров. Стихийный материализм. Дискуссии о самозарождении жизни и возможности неограниченной изменчивости видов. Формирование представлений о биологическом виде. Эволюционная теория Ж.Б. Ламарка. Формирование основных эволюционных понятий. Ч. Дарвин. Краткие сведения по биографии Ч. Дарвина. История создания эволюционного учения Ч.Дарвина. Основные работы Ч. Дарвина. Учение о борьбе за существование как краеугольный камень дарвинизма. Формирование и кризис классического дарвинизма. Создание основных направлений в теории эволюции. Особенности развития эволюционной теории в ботанике и зоологии. Экспериментальные доказательства естественного отбора. Рождение генетики и открытие дискретного характера наследования признаков в начале XX в. Синтетическая теория эволюции. Основные положения синтетической теории эволюции.

Практическое занятие.

- 1 Краткие сведения по биографии Ч. Дарвина.
- 2 История создания эволюционного учения Ч.Дарвина. Основные работы Ч. Дарвина.
- 3 Логическая структура дарвинизма.
- 4 Учение об увеличении численности популяций в геометрической прогрессии.
- 5 Учение о расширении ресурсной базы в арифметической прогрессии.
- 6 Неизбежность борьбы за существование.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Учение об элиминации.
- 2 Естественный отбор как следствие борьбы за существование.
- 3 Внутрипопуляционная изменчивость как необходимая предпосылка естественного отбора.
- 4 Дифференциальное воспроизведение признаков при смене поколений.
- 5 Адаптации как форма изменчивости.
- 6 Адаптациогенез и видообразование.
- 7 Изоляция как необходимое условие видообразования.
- 8 Прогрессивная эволюция органического мира.

Тема 19. Микроэволюция. (ОПК-3)

Лекция.

Общая характеристика элементарных эволюционных факторов. Мутационный процесс. Общая классификация мутаций. Частота спонтанных мутаций. Обратные мутации. Вероятность проявления мутантного аллеля в фенотипе. Судьба мутантного аллеля в популяциях гаплобионтов, диплобионтов и полиплоидов. Генетическая структура популяции. Механизм наследования в популяциях. Генетическое равновесие в панмиктической популяции и его теоретический расчет. Закон Харди-Вайнберга. Факторы генетической динамики популяций. Роль инбридинга и гомозиготизации. Взаимодействие аллельных генов. Генетический импринтинг. Мейотический дрейф. Давление мутаций. Комбинативная изменчивость. Взаимодействия неаллельных генов. Дрейф генов (генетико-автоматические, или стохастические процессы). Эффекты Болдуина (эффекты «бутылочного горлышка»), связанные с изменением численности. Популяционные волны: их типы и значение в эволюции. Изоляция как элементарный эволюционный фактор. Эффект основателя. Дрейф генов в изолятах. Миграции.

Практическое занятие.

- 1 Генетические факторы в эволюции.
- 2 Отбор как направляющий фактор эволюции.
- 3 Генетические факторы изоляции.
- 4 Механизм генетического гомеостаза.
- 5 Значение популяционной генетики в развитии эволюционной теории и охране окружающей среды.
- 6 Сущность понятия генофонда и его значение для сохранения стабильности биосферы.
- 7 Генетическая гетерогенность и уникальность природных популяций.
- 8 Проблемы, связанные с выявлением уровня биологического разнообразия и его сохранением.
- 9 Концепции естественного отбора.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Стабилизирующий отбор.
- 2 Проблема объектов стабилизации: таксоны или признаки.
- 3 Сверхдоминирование.
- 4 Устойчивый полиморфизм.
- 5 Канализирующий отбор.
- 6 Дизруптивный отбор.
- 7 Условия сохранения полиморфизма при дизруптивном отборе.
- 8 Половой отбор, его специфика.
- 9 Полиморфизм природных популяций.
- 10 Проблема генетического груза.

Тема 20. Биологический вид. Видообразование. (ОПК-3)

Лекция.

Современные концепции вида. Эволюционно-биологическая концепция вида. Вид как система потенциально скрещивающихся популяций. Механизмы межвидовой изоляции. Критерии вида. Видообразование – качественный этап эволюционного процесса. Модели видообразования. Этапы видообразования. Концепция формирования экологической ниши вида по Дж. Лэку. Незавершенное видообразование. Полувиды. Виды-двойники. Гибридные зоны. Видообразование и проблемы биологического разнообразия на уровне внутривидовых группировок. Проблемы сохранения полиморфизма на различных этапах видообразования.

Практическое занятие.

- 1 Типологическая концепция вида; монотипические и политипические виды.
- 2 Таксономическая, экологическая и хорологическая структура политипического вида.
- 3 Механизмы межвидовой изоляции.
- 4 Значение разных форм изоляции в эволюции.
- 5 Дополнительные и производные критерии вида: физиолого-биохимический, генетико-кариотипический, физиолого-репродуктивный, этологический, исторический.
- 6 Первичная изоляция и ее формы: пространственно-географическая, экологическая, генетическая.
- 7 Роль естественного отбора и элементарных эволюционных факторов в разных типах дивергенции.
- 8 Концепция формирования экологической ниши вида по Дж. Лэку.
- 9 Незавершенное видообразование.
- 10 Полувиды. Виды-двойники.
- 11 Видообразование и проблемы биологического разнообразия на уровне внутривидовых группировок.
- 12 Проблемы сохранения полиморфизма на различных этапах видообразования.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Дивергенция изолированных популяций по генетическим факторам, контролирующим адаптивные признаки.
- 2 Дивергенция изолированных популяций по генетическим факторам, контролирующим посткопуляционную изоляцию.
- 3 Дивергенция изолированных популяций по генетическим факторам, контролирующим прекопуляционную изоляцию.

Тема 21. Макроэволюция. (ОПК-3)

Лекция.

Макроэволюция. Естественная периодизация земной коры и органического мира. Общие закономерности эволюционного процесса. Неограниченный прогресс и его критерии. Биологический прогресс и его критерии. Биологическая стабилизация. Биологический регресс и его причины. Арогенез. Ароморфозы. Макроэволюция как эволюция организации (исторический ряд онтогенезов). Макроэволюция как эволюция надвидовых таксонов. Эволюция и систематика.

Практическое занятие.

- 1 Принцип Долло (правило необратимости эволюции).
- 2 Принцип Депенре (правило прогрессирующей специализации).
- 3 Принцип Копэ (правило происхождения от неспециализированных предков).
- 4 Принцип Ковалевского-Осборна (правило адаптивной радиации).
- 5 Принцип Северцова (правило чередования темпов эволюции).
- 6 Принцип Шмальгаузена (правило интеграции биологических систем).

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Биологический прогресс и его критерии.
- 2 Биологическая стабилизация.
- 3 Биологический регресс и его причины.
- 4 Ароморфозы. Масштабы ароморфозов. Примеры ароморфозов.

- 5 Морфофизиологический прогресс и его критерии.
- 6 Аллогенез и его формы. Алломорфозы (собственно идиоадаптации). Теломорфозы.
- 7 Гиперморфозы. Гипоморфозы; фетализация, пedomорфозы; неотения.
- 8 Правило смены фаз (по А.Н. Северцову и И.И. Шмальгаузену).

Тема 22. Эволюция онтогенеза, органов и функций. (ОПК-3)

Лекция.

Определение онтогенеза. Основные типы онтогенеза. Сравнительная характеристика онтогенеза и филогенеза. Онтогенез как реализация программы развития в определенных условиях внешней и внутренней среды. Генотип и фенотип. Управление онтогенезом. Экспрессивность и пенетрантность гена. Значение единства внешней и внутренней среды в развитии организма. Эмбриональные адаптации. Типы метаморфоза. Палингенезы и ценогенезы. Филэмбриогенезы. Закон зародышевого сходства. Биогенетический закон Мюллера–Геккеля. Рекапитуляции и репетиции. Современная трактовка биогенетического закона.

Практическое занятие.

- 1 Политения и полиплоидия в связи с процессами дифференцировки в онтогенезе многоклеточных.
- 2 Эндоредупликация хромосом, амплификация генов.
- 3 Управление онтогенезом. Значение единства внешней и внутренней среды в развитии организма.
- 4 Онтогенетическая изменчивость.
- 5 Онтогенетическая адаптация.
- 6 Поведение животных как пример онтогенетической адаптации.
- 7 Влияние экстремальных факторов внешней среды на развитие.
- 8 Системный контроль генетических процессов.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Эмбриональные адаптации. Типы метаморфоза.
- 2 Палингенезы и ценогенезы.
- 3 Филэмбриогенезы. Основные модусы филэмбриогенеза: архаллакисы, девиации и анаболии.
- 4 Механизмы архаллакисов; гетеротопии и гетерохронии.
- 5 Примеры архаллакисов и их эволюционные последствия.
- 6 Девиации. Примеры девиаций и их эволюционные последствия.
- 7 Анаболии. Отрицательные анаболии (аббревиации). Примеры анаболии и их эволюционные последствия.
- 8 Закон зародышевого сходства. Биогенетический закон Мюллера–Геккеля.
- 9 Рекапитуляции и репетиции. Современная трактовка биогенетического закона.
- 10 Автономизация онтогенеза. Корреляции и координации (по И.И. Шмальгаузену).

Тема 23. Развитие органического мира Земли. (ОПК-3)

Лекция.

Концепция абиогенеза и концепция биогенеза. Их сравнительная характеристика. Свойства и признаки жизни. Приоритеты признаков жизни. Геоцентрические химические теории абиогенеза. Концепция А.И. Опарина и ее дальнейшее развитие (С. Миллер, А.Г. Пасынский, Т.Е. Павловская). Реконструкция основных этапов предбиологической и биологической эволюции. Ранние этапы биологической эволюции. Основные этапы эволюции растений. Основные этапы эволюции животных. Биологические предпосылки антропосоциогенеза. Климатические факторы эволюции приматов. Основные этапы эволюции человека. Роль социально-биологических факторов в эволюции человека. Расы и этносы. Теории происхождения рас. Теория моноцентризма, теория широкого моноцентризма, теория полового отбора, теория выщепления рецессивных признаков, теория дицентризма. Научная несостоятельность расистских, евгенических и социал-дарвинистских теорий.

Практическое занятие.

- 1 Геоцентрические химические теории абиогенеза.
- 2 Концепция А.И. Опарина и ее дальнейшее развитие (С. Миллер, А.Г. Пасынский, Т.Е. Павловская).
- 3 Реконструкция основных этапов предбиологической и биологической эволюции.
- 4 Космоцентрические физические теории биогенеза (С. Аррениус, Х. Гюйгенс, Л. Пастер, П. Кюри, В.И. Вернадский, Ф. Крик).
- 5 Концепция панспермии.
- 6 Теория Большого биологического взрыва К. Тринчера.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Основные этапы эволюции растений.
- 2 Разнообразие способов автотрофного питания. Формирование фотосистем, основанных на разнообразии фотосинтетических пигментов.
- 3 Одноклеточные животные, двучастные формы.
- 4 Происхождение многоклеточных животных (теории фагоцителлы, гастрей, плакулы).
- 5 Уровни организации многоклеточных животных и сопутствующие ароморфозы.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

6 семестр

- текущий контроль – 69 баллов
- контрольные срезы – 4 среза: 5 баллов, 5 баллов, 5 баллов, 6 баллов
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Генетика. Законы наследования.	Выполнение лабораторных работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
2.	Изменчивость ее причины и методы изучения.	Контрольная работа (контрольный срез)	5	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 5 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 4 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 3 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.

3.	Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена.	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
4.	Системы размножения растений и их генетический контроль.	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
5.	Генетические методы селекции	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
6.	Генетика иммунитета растений	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.

7.	Генетика онтогенеза растений	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
8.	Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства	Контрольная работа(контрольный срез)	5	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 5 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 4 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 3 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
9.	Введение в генетику животных	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
10.	Методы генетики животных	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.

11.	Модельные объекты генетики животных.	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
12.	Частная генетика животных	Опрос	2	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 2 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
13.	Генетические ресурсы животных	Реферат	2	2 балла выставляется, если работа выполнена самостоятельно, с привлечением не менее 20 опубликованных источников; работа грамотно оформлена; продемонстрирован высокий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 1 балл выставляется, если работа выполнена с привлечением только менее 5. интернет-источников без обоснования их выбора, требования оформления реферативной работы не учтены, проявлен низкий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 0 баллов выставляется, если обучающийся не справился с заданием.
14.	Геномы домашних животных	Реферат	2	2 балла выставляется, если работа выполнена самостоятельно, с привлечением не менее 20 опубликованных источников; работа грамотно оформлена; продемонстрирован высокий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 1 балл выставляется, если работа выполнена с привлечением только менее 5. интернет-источников без обоснования их выбора, требования оформления реферативной работы не учтены, проявлен низкий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 0 баллов выставляется, если обучающийся не справился с заданием.

15.	Биотехнология в животноводств е.	Реферат	2	2 балла выставляется, если работа выполнена самостоятельно, с привлечением не менее 20 опубликованных источников; работа грамотно оформлена; продемонстрирован высокий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 1 балл выставляется, если работа выполнена с привлечением только менее 5. интернет-источников без обоснования их выбора, требования оформления реферативной работы не учтены, проявлен низкий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 0 баллов выставляется, если обучающийся не справился с заданием.
16.	Генетика животных и биомедицина	Реферат	5	5 баллов выставляется, если работа выполнена самостоятельно, с привлечением не менее 20 опубликованных источников; работа грамотно оформлена; продемонстрирован высокий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 3-4 баллов выставляется, если работа выполнена с привлечением не менее 8- 10 опубликованных источников, оформление соответствует основным требованиям к учебным письменным работам. 1-2 баллов выставляется, если работа выполнена с привлечением только менее 5. интернет-источников без обоснования их выбора, требования оформления реферативной работы не учтены, проявлен низкий уровень компетентности в рассматриваемых вопросах. 0 баллов выставляется, если обучающийся не справился с заданием.
		Контроль ная работа(к онтрольн ый срез)	5	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 5 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 4 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 3 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
17.	Введение в теорию эволюции.	Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 4-5 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 2-3 балла – студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.

18.	История развития эволюционных идей	Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 4-5 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 2-3 балла – студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
19.	Микроэволюция.	Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 4-5 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 2-3 балла – студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
20.	Биологический вид. Видообразование.	Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 4-5 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 2-3 балла – студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.

21.	Макроэволюция.	Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 4-5 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 2-3 балла – студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
22.	Эволюция онтогенеза, органов и функций.	Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. 4-5 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии. 2-3 балла – студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии. 1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
23.	Развитие органического мира Земли.	Контрольная работа(контрольный срез)	6	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 5-6 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 4 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 3 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.

24.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - за проект, выполненный по заказу работодателя и реализованный на практике – 20 баллов; - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - полностью подготовленная к публикации статья по тематике в рамках дисциплины – 10 баллов; - участие с докладом во всероссийской олимпиаде по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - участие в выставке по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - публикация статьи по тематике изучаемой дисциплины в сборнике студенческих работ / материалах всероссийской конференции / журнале из перечня ВАК – 10 / 15 / 20.
25.	Ответ на экзамене	10	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
26.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	60	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
27.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Выполнение лабораторных работ

Тема 1. Генетика. Законы наследования.

- 1 Взаимодействие аллельных генов (полное и неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование, множественный аллелизм);
- 2 Взаимодействие неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия);
- 3 Сцепленное наследование (полное, неполное).

Контрольная работа

Тема 2. Изменчивость ее причины и методы изучения.

1. Генетика как наука. Предмет, основные методы исследования. Место генетики среди биологических наук.
2. Г. Мендель как основатель генетики. Сущность его открытий. Основные законы и принципы наследования по Г. Менделю.

3. Особенности наследования признаков при взаимодействии генов. Сущность понятий «генотип» и «фенотип». Плейотропность действия генов. Мультигенные признаки.
4. Цитологические основы наследственности и их связь с закономерностями комбинаторной изменчивости и наследственности. Сущность митоза и мейоза и их биологическая роль.
5. Влияние открытия хромосом на развитие биологии и генетики. Роль Т. Моргана в создании хромосомной теории наследственности и ее сущность.
6. Сущность экспериментов по доказательству генетической роли ДНК (опыты Гриффита, опыты по инфекции фагом Т4) и их значение для развития генетики.
7. Открытие структуры ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Биохимические и физико-химические данные, которые легли в основу расшифровки структуры ДНК. Значение рентгеноструктурного анализа ДНК.
8. Основная догма молекулярной генетики. Роль Дж. Уотсона и Ф. Крика. Краткая характеристика основных этапов реализации наследственной информации.
9. Основные формы изменчивости и их значение в эволюции и адаптации организмов к окружающей среде. Мутационная изменчивость. Классификация мутаций.
10. Генные, хромосомные и геномные мутации, их характеристика и последствия для организмов на примерах.
11. Роль факторов окружающей среды в возникновении мутаций. Мутагены и характер их воздействия на геном. Молекулярно-генетический механизм мутаций.
12. Модификационная изменчивость как форма проявления действия гена в различных условиях среды. Норма реакции организмов.
13. Влияние открытия структуры ДНК на дальнейшее развитие биологии и молекулярной генетики. Эволюция понятия гена с точки зрения его структуры и функции по мере развития биологии и молекулярной генетики.
14. Сущность генетической и биохимической концепции гена.
15. Сущность генетического кода. Краткая история расшифровки кода. Основные свойства кода и их характеристика.
16. Основные структурные компоненты генов прокариот и особенности их организации (промоторные и терминаторные участки). Кластеры генов прокариот - опероны. Краткая характеристика оперонов.
17. Сравнительная характеристика геномов про- и эукариотических организмов и их различия. Особенности структуры хромосом и хроматина. Роль гистоновых и негистоновых белков.
18. Транскрипция. Свойства гена (или кластера генов), необходимые для его эффективной транскрипции и регуляции его активности в клетке. Уровни регуляции транскрипции.
19. Особенности регуляции активности генов у прокариотов. Сущность положительной и отрицательной схем регуляции активности оперонов (Жакоб и Моно) на примере галактозного и триптофанового оперонов.
20. Трансляция. Основные компоненты белоксинтезирующего аппарата и их предназначение. Основные этапы процесса биосинтеза белка, и общая схема его прохождения.
21. Отличительные свойства генов эукариотических организмов. Характеристика кодирующих и некодирующих последовательности генов, их структура, относительные размеры и возможная роль.
22. Особенности организации генов эукариот. Участки регуляции активности генов, их структура и организация. Основы процесса регуляции активности генов у эукариот.
23. Сущность и значение сплайсинга и его механизм. Альтернативный сплайсинг и его значение.
24. Значение различных ДНК-полимераз в клетке (их функциональная роль). Структурные изменения хроматина, сопутствующие процессу репликации. Виды активностей, факторов и структурных особенностей ДНК обеспечивающих комплекс реакций репликации ДНК.
25. Основные методы и подходы к изучению генома человека. Генеалогический, цитогенетический, биохимический, близнецовый, онтогенетический и популяционный методы. Общие структурные характеристики генома человека. Основные проблемы и препятствия, затрудняющие расшифровку генома человека.

26. Значение расшифровки генома человека. Первые результаты расшифровки генома человека. Какие особенности генома человека открылись при сравнении с уже известными геномами других организмов (полиморфизм ДНК человека, повторяющиеся последовательности).
27. Генотип и фенотип. Управление онтогенезом. Понятие об экспрессивности и пенетрантности гена.
28. Генетика как теоретическая основа селекции. Понятие об исходном материале в селекции. Н.И. Вавилов и его вклад в генетику и селекцию.
29. Медицинская генетика. Наследственные болезни человека и их распространение в популяциях человека. Понятие о наследственных и врожденных аномалиях.
30. Комбинативная и мутационная изменчивость в селекции. Использование индуцированной мутационной изменчивости в селекции растений и микроорганизмов.

Тема 8. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства

- 1 Пояснить термины гомологии и гомеологии генов и геномов.
- 2 Объяснить суть терминов синтения и колинеарность групп сцепления.
- 3 Что такое сравнительное картирование?
- 4 Особенности метода Tillingна основе ЭМС-индуцированных мутаций.
- 5 Расчет выборок для выявления специфических мутаций.
- 6 Мобильные элементы Ac и Dsi их использование для маркирования генома арабидопсис.

Тема 16. Генетика животных и биомедицина

- 1 Тема: генотипирование.
Предложите поэтапную схему эксперимента по гнотипированию коров по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и BLAD-мутации.
- 2 Тема: модельные животные.
1. Пользуясь публичными базами данных, составьте список имеющихся данных для анализа транскриптома жировой ткани мышей при ожирении и диабете.
2. Пользуясь публичными базами данных составьте список имеющихся данных для анализа транскриптома скелетной мускулатуры при физических тренировках.
3. Пользуясь предоставленными преподавателем данными, выполните анализ дифференциальной экспрессии и сигнальных путей.
- 3 Тема: генетическая модификация генома.
Предложите поэтапную схему эксперимента по редактированию генома свиньи с помощью технологии CRISPR/Cas9.

Тема 23. Развитие органического мира Земли.

1. Креационизм и трансформизм. Сходство и отличие взглядов на формирование существующего биоразнообразия.
2. Эволюционизм и трансформизм. Сходство и отличие взглядов Ж.Б. Ламарка и Ж.-Л. Бюффона на формирование биоразнообразия.
3. Сходство и отличие эволюционизма Ж.Б. Ламарка и Ч. Дарвина.
4. Роль книги Дарвина «Происхождение видов» в развитии науки.
5. Минимальный набор условий для эволюции «по Дарвину» (какими свойствами должны обладать объекты, чтобы эволюционировать на основе дарвиновского механизма?)
6. Синтетическая теория эволюции (СТЭ). Краткая история создания СТЭ. Основные положения СТЭ.
7. Молекулярно-генетические доказательства эволюции.
8. Морфологические доказательства эволюции.
9. Палеонтологические доказательства эволюции.
10. Почему единицей эволюции является популяция, а не вид и не особь?

11. Как влияет численность популяции на соотношение роли отбора и дрейфа в эволюции?
12. Генетика популяций. Закон Харди-Вайнберга.
13. Общая характеристика элементарных эволюционных факторов.
14. Что означают понятия «принцип основателя» и «эффект бутылочного горлышка»? На основании каких популяционных характеристик можно предполагать, что в конкретной популяции могли наблюдаться данные явления?
15. Дрейф генов (генетико-автоматические, или стохастические процессы).
16. Вредные, нейтральные и полезные мутации: их соотношение, эволюционная роль, действие отбора на них.
17. В чем разница между естественным отбором и борьбой за существование?
18. Сходство и различие естественного и искусственного отбора.
19. Основные формы естественного отбора.
20. Как соотносится направленность полового отбора и «обычного» естественного отбора?
21. Охарактеризуйте половой отбор. Приведите примеры данной формы отбора.
22. Предполагаемые сценарии и этапы абиогенеза.
23. Теория РНК-мира: успехи и нерешенные проблемы.
24. Глобальная геохронологическая шкала, ее основные подразделения.
25. Формирование Земли. Катархей (гадей).
26. Развитие жизни в архейском эоне. Древнейшие следы жизни. Начало палеонтологической летописи.
27. Симбиогенетическое происхождение эукариот.
28. Кембрийский взрыв, его предпосылки и возможные механизмы.
29. Основные этапы развития жизни в фанерозое.
30. Антропосоциогенез – происхождение человека и общества. Биологические предпосылки антропосоциогенеза.
31. Теории происхождения рас. Научная несостоятельность расистских, евгенических и социал-дарвинистских теорий.
32. Дайте определение комбинативной изменчивости. Расскажите о значении данной формы изменчивости для эволюции.
33. Каково значение мутационной изменчивости для эволюции? Расскажите о формах мутационной изменчивости.
34. Дайте определение модификационной изменчивости. Каково значение этой формы изменчивости для эволюции?
35. Дайте определение нормы реакции. Каковы преимущества и недостатки признаков широкой и узкой нормы реакции для особи и для популяции в целом?
36. Горизонтальный перенос генов, его формы и эволюционная роль (у прокариот, протистов, многоклеточных).
37. Внутри- и межвидовой горизонтальный перенос генов, различие их эволюционных последствий.
38. Вид. Критерии и концепции вида.
39. Видообразование – качественный этап эволюционного процесса. Популяционно-генетические аспекты видообразования.
40. Макроэволюция как эволюция организации. Макроэволюция как эволюция надвидовых таксонов.

Опрос

Тема 3. Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена.

- 1 Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений на примере модельных растительных объектов: (*Oriza sativa*, *Brachypodium distachyon*, *Arabidopsis thaliana*, *Lotus japonicus*).

- 2 Представление о гомологии и гомеологии, синтении и коллинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования.
- 3 Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа.
- 4 Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции.
- 5 Основные классы молекулярных маркеров. Геном хлоропластов и митохондрий.
- 6 Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК.
- 7 Вариабельность размера генома хлоропластов и ее причины. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов GUN-1,2,5 и РДФ-карбоксилазы).
- 8 Гены Rubisco.
- 9 Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов.
- 10 Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид.
- 11 Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариабельность в порядке их расположения. Взаимодействие ядерного, хлоропластного и митохондриального геномов.
- 12 Мобильные генетические элементы растений.
- 13 Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. МакКлинток до настоящего времени. Аси Ds-элементы *Z.mays*.
- 14 Типы транспозонов растений и их распространенность в геномах других растений.
- 15 Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов. Роль транспозонов в эволюции геномов растений и горизонтальном переносе.
- 16 Молекулярное одомашнивание транспозонов.
- 17 Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений.
- 18 Роль транспозонов в регуляции активности генов. Молекулярное одомашнивание транспозонов.

Тема 4. Системы размножения растений и их генетический контроль.

- 1 Жизненные циклы растений.
- 2 Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении.
- 3 Несовместимость, Гетероморфная и гомоморфная.
- 4 Основные принципы функционирования гаметофитной и спорофитной систем гомоморфной несовместимости (SI).
- 5 Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика.
- 6 Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы.
- 7 Молекулярно-генетические механизмы проявления гаметофитной и спорофитной систем несовместимости.
- 8 Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика.
- 9 Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы.
- 10 Механизмы однолокусной (S-локус) несовместимости: гаметофитная несовместимость с S-РНК-азным женским детерминантом (*Solanaceae*); спорофитная несовместимость с S-гликопротеиновыми женскими (SRK) и мужскими (SCR) детерминантами, роль siRNA в регуляции реакции самонесовместимости.
- 11 Мутации генов несовместимости (SI) и проявление само-совместимости (SC).
- 12 Трансгенная модель получения самонесовместимости у природного самоопылителя *A. thaliana*, значение данного эксперимента для создания самоопыляющихся трансгенных растений.
- 13 Биологическое значение несовместимости в поддержании гетерозиготности популяций.
- 14 Двудомность как крайний случай проявления несовместимости.
- 15 Структурно-функциональная организация половых хромосом двудомных растений на примере *Carica papaya*, *Silene latifolia* и *Rumex acetosa*. Генетический контроль поддержания двудомности.

- 16 Апомиксис – природная форма вторично-бесполого размножения. История изучения апомиксиса.
- 17 Нарушение процесса двойного оплодотворения у цветковых растений как причина образования апомиктичных семян. Основные типы апомиксиса, его распространение и эволюционная роль.
- 18 Гаметофитный апомиксис и нарушение мейоза (апомейоз) и спорофитного с участием клеток интегумента.

Тема 5. Генетические методы селекции

- 1 Полиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды.
- 2 Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений. Палеополиплоиды и неополиплоиды.
- 3 Роль отдаленной гибридизации в возникновении видов, реконструкция геномов растений.
- 4 Явление гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления. Генетические эффекты при полиплоидии.
- 5 Судьба дублированных генов у аллополиплоидов.
- 6 Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у ллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии.
- 7 Эпигенетический механизм замолкания генов.
- 8 Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублированных генов в ряду поколений. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений и видообразования.
- 9 Структура аллополиплоидных геномов пшеницы, хлопчатника, тритикале, и др.
- 10 Практическое использование разных типов полиплоидов.
- 11 Анеуплоидия для решения задач картирования генов. Типы анеуплоидов.
- 12 Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы.
- 13 Примеры применения анеуплоидии растений в решении практических задач генетики и селекции растений.
- 14 Гаплоиды естественные и искусственные.
- 15 Методы получения гаплоидов: близнецовый метод, псевдогамия, индуцированный андрогенез в культуре пыльников, гибридизация с другими видами и селективная элиминация хромосом в гибридном зародыше.
- 16 Практическое использование и значение гаплоидов в селекционном процессе.
- 17 Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС). Кольцевые и линейные ДНК митохондрий растений.
- 18 Повторы и внутримолекулярная рекомбинация. РНК-редактирование мт-ДНК и химерные гены.
- 19 Роль Мт-химерных генов в проявлении ЦМС. ЦМС как пример взаимодействия ядерных и митохондриальных генов.

Тема 6. Генетика иммунитета растений

- 1 Понятие иммунитета растений. Вклад Н.И. Вавилова в изучении проблемы иммунитета.
- 2 Основные возбудители болезней и вредители растений.
- 3 Практическое значение изучения генетики иммунитета растений.
- 4 Основные типы иммунитета растений.
- 5 Врожденный активный иммунитет — устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена.
- 6 Типы активного иммунитета — неспецифичный (базовый иммунитет или горизонтальная устойчивость) и специфичный (вертикальная или расоспецифическая устойчивость).

- 7 Приобретенный иммунитет растений, особенности, отличия от приобретенного иммунитета животных.
- 8 Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений.
- 9 Рецепторы врожденного неспецифического иммунитета и их лиганды. Структура рецепторов PRR.
- 10 Активирующие их лиганды PAMP, HAMP, DAMP—чужеродный биоматериал, попавший на поверхность клетки.
- 11 Консервативность рецепторов неспецифического иммунитета (на примере рецепторов флагеллина растений и животных).
- 12 Другие компоненты иммунного ответа. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета.
- 13 Эффекторные молекулы патогенов (элиситоры) и их рецепторы (R – белки).
- 14 Доменная структура рецепторов, основные типы. LRRs – структурная основа иммунного ответа растений.
- 15 R-гены типа I – самые полиморфные гены растений. Теория сопряженной эволюции хозяина и паразита.
- 16 Гипотеза Флора «ген на ген». Функция салициловой кислоты, жасмоновой кислоты, этилена и др. гормонов в иммунном ответе.
- 17 Реакция сверхчувствительности.
- 18 Различие ответа на повреждение биотрофами, некротрофами и насекомыми.
- 19 Антогонизм сигнальных путей, участвующих в защите от биотрофов и некротрофов.
- 20 Влияние патогенов на развитие иммунного ответа. Сторожевая модель иммунитета. Аутоиммунные реакции у растений. Явление гибридного некроза — распространенность и генетический контроль.
- 21 Роль мобильных иммунных сигналов в развитии системного приобретенного иммунитета и иммунной памяти.

Тема 7. Генетика онтогенеза растений

- 1 Общие принципы регуляции развития растений.
- 2 Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами.
- 3 Генетический контроль морфогенеза растений.
- 4 Генетический контроль развития разных доменов зародыша.
- 5 Генетический контроль развития апикальной меристемы побега, листа, корня.
- 6 Генетический контроль.

Тема 9. Введение в генетику животных

- 1 Методы сохранения редких и исчезающих пород сельскохозяйственных животных.
- 2 Основные достижения биотехнологии в животноводстве.
- 3 Модельные животные в генетических исследованиях.

Тема 10. Методы генетики животных

Освоение методов молекулярно-генетического анализа (выделение ДНК и РНК, ПЦР, анализ экспрессии генов, методы генотипирования, клонирование генов).

Тема 11. Модельные объекты генетики животных.

Освоение методов геномного анализа (знакомство с технологиями секвенирования генома и методами анализа геномных данных).

Тема 17. Введение в теорию эволюции.

- 1 Создание типологической концепции вида.
- 2 Разнообразие взглядов на развитие органического мира.
- 3 Главные результаты описательного периода: инвентаризация живой природы, разработка основных понятия морфологии, основ научной терминологии, принципов и методов классификации органического мира Земли.

Тема 18. История развития эволюционных идей

- 1 Учение об элиминации.
- 2 Естественный отбор как следствие борьбы за существование.
- 3 Внутрипопуляционная изменчивость как необходимая предпосылка естественного отбора.
- 4 Дифференциальное воспроизведение признаков при смене поколений.
- 5 Адаптации как форма изменчивости.

Тема 19. Микроэволюция.

- 1 Стабилизирующий отбор.
- 2 Проблема объектов стабилизации: таксоны или признаки.
- 3 Сверхдоминирование.
- 4 Устойчивый полиморфизм.
- 5 Канализирующий отбор.
- 6 Дизруптивный отбор.
- 7 Условия сохранения полиморфизма при дизруптивном отборе.
- 8 Половой отбор, его специфика.
- 9 Полиморфизм природных популяций.
- 10 Проблема генетического груза.

Тема 20. Биологический вид. Видообразование.

- 1 Дивергенция изолированных популяций по генетическим факторам, контролирующим адаптивные признаки.
- 2 Дивергенция изолированных популяций по генетическим факторам, контролирующим посткопуляционную изоляцию.
- 3 Дивергенция изолированных популяций по генетическим факторам, контролирующим прекопуляционную изоляцию.

Тема 21. Макроэволюция.

- 1 Биологический прогресс и его критерии.
- 2 Биологическая стабилизация.
- 3 Биологический регресс и его причины.
- 4 Ароморфозы. Масштабы ароморфозов. Примеры ароморфозов.
- 5 Морфофизиологический прогресс и его критерии.
- 6 Аллогенез и его формы. Алломорфозы (собственно идиоадаптации). Теломорфозы.
- 7 Гиперморфозы. Гипоморфозы; фетализация, пedomорфозы; неотения.
- 8 Правило смены фаз (по А.Н. Северцову и И.И. Шмальгаузену).

Тема 22. Эволюция онтогенеза, органов и функций.

- 1 Эмбриональные адаптации. Типы метаморфоза.
- 2 Палингенезы и ценогенезы.
- 3 Филэмбриогенезы. Основные модусы филэмбриогенеза: архаллаксисты, девиации и анаболии.
- 4 Механизмы архаллаксистов; гетеротопии и гетерохронии.
- 5 Примеры архаллаксистов и их эволюционные последствия.

- 6 Девиации. Примеры девиаций и их эволюционные последствия.
- 7 Анаболии. Отрицательные анаболии (аббревиации). Примеры анаболии и их эволюционные последствия.
- 8 Закон зародышевого сходства. Биогенетический закон Мюллера–Геккеля.
- 9 Рекапитуляции и репетиции. Современная трактовка биогенетического закона.
- 10 Автономизация онтогенеза. Корреляции и координации (по И.И. Шмальгаузену).

Реферат

Тема 13. Генетические ресурсы животных

- 1 Понятие генетических ресурсов.
- 2 Статус генетических ресурсов животных.
- 3 Критерии оценки состояния генетических ресурсов.
- 4 Методы и подходы к сохранению генетических ресурсов животных.

Тема 14. Геномы домашних животных

- 1 Базы данных геномов домашних животных.
- 2 Работа с базами данных.
- 3 Организация генов млекопитающих.
- 4 Структурная геномика.
- 5 Сравнительная геномика.
- 6 Методы анализа генома.

Тема 15. Биотехнология в животноводстве.

- 1 Биотехнология в животноводстве.
- 2 Искусственное осеменение и криоконсервация семени (история, преимущество, нерешенные проблемы).
- 3 Криоконсервация и трансплантации эмбрионов (история, преимущество, нерешенные проблемы).
- 4 Трансплантация эмбрионов сельскохозяйственных животных и ее роль в генетическом прогрессе в животноводстве.
- 5 Генетическое клонирование животных (методы клонирования, перспективы использования).
- 6 Маркёр-направленная селекция в животноводстве и птицеводстве.
- 7 Геномная селекция.
- 8 Базы данных по маркёрам продуктивности и геномам сельскохозяйственных животных.
- 9 Геномное редактирование у животных.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ОПК-3, ОПК-5)

Генетика животных

1. Связь генетики и селекции. Специфические подходы при решении общих задач.
2. Модельные животные в генетических исследованиях. Особенности и области использования.
3. Соотношение между генотипом, паратипом и фенотипом. Показатель наследуемости.
4. Изменение коэффициента наследуемости в зависимости от методов разведения и факторов среды.
5. Процесс доместикации животных. Доместикационные признаки.
6. ДНК-маркеры в животноводстве. Типы и использование.
7. Частная генетика животных и ее значение для селекции.
8. Летальные и полулетальные гены у животных. Методы оздоровления стада от леталей.

9. Генетические ресурсы в животноводстве. Современное состояние основных видов сельскохозяйственных животных («большая пятерка»).

10. Селекционных дифференциал и его значение для эффективности отбора.

11. Понятие о породе.

12. Родственное спаривание – инбридинг. Инбредная депрессия. Использование инбридинга в животноводстве.

13. Оценка пород и линий животных.

14. Трансплантация эмбрионов. Роль трансплантации в животноводстве.

15. Генетические основы гетерозиса. Гетерозис при межпородных и межлинейных скрещиваниях.

16. Геномная селекция – основные принципы. Роль в животноводстве.

17. ГМО-организмы в агропромышленном производстве.

18. Перспективы применения технологии генетического репрограммирования в животноводстве.

19. Примеры успешного применения трансгенеза и геномного редактирования у животных.

Теория эволюции.

1 Креационизм и трансформизм. Сходство и отличие взглядов на формирование существующего биоразнообразия.

2 Эволюционизм и трансформизм. Сходство и отличие взглядов Ж.Б. Ламарка и Ж.-Л. Бюффона на формирование биоразнообразия.

3 Сходство и отличие эволюционизма Ж.Б. Ламарка и Ч. Дарвина.

4 Роль книги Дарвина «Происхождение видов» в развитии науки.

5 Минимальный набор условий для эволюции «по Дарвину» (какими свойствами должны обладать объекты, чтобы эволюционировать на основе дарвиновского механизма?)

6 Синтетическая теория эволюции (СТЭ). Краткая история создания СТЭ. Основные положения СТЭ.

7 Молекулярно-генетические доказательства эволюции.

8 Морфологические доказательства эволюции.

9 Палеонтологические доказательства эволюции.

10 Почему единицей эволюции является популяция, а не вид и не особь?

11 Как влияет численность популяции на соотношение роли отбора и дрейфа в эволюции?

12 Генетика популяций. Закон Харди-Вайнберга.

13 Общая характеристика элементарных эволюционных факторов.

14 Что означают понятия «принцип основателя» и «эффект бутылочного горлышка»? На основании каких популяционных характеристик можно предполагать, что в конкретной популяции могли наблюдаться данные явления?

15 Дрейф генов (генетико-автоматические, или стохастические процессы).

16 Вредные, нейтральные и полезные мутации: их соотношение, эволюционная роль, действие отбора на них.

17 В чем разница между естественным отбором и борьбой за существование?

18 Сходство и различие естественного и искусственного отбора.

19 Основные формы естественного отбора.

20 Как соотносится направленность полового отбора и «обычного» естественного отбора?

21 Охарактеризуйте половой отбор. Приведите примеры данной формы отбора.

22 Предполагаемые сценарии и этапы абиогенеза.

23 Теория РНК-мира: успехи и нерешенные проблемы.

24 Глобальная геохронологическая шкала, ее основные подразделения.

25 Формирование Земли. Катархей (гадей).

26 Развитие жизни в архейском эоне. Древнейшие следы жизни. Начало палеонтологической летописи.

27 Симбиогенетическое происхождение эукариот.

- 28 Кембрийский взрыв, его предпосылки и возможные механизмы.
- 29 Основные этапы развития жизни в фанерозое.
- 30 Антропосоциогенез – происхождение человека и общества. Биологические предпосылки антропосоциогенеза.
- 31 Теории происхождения рас. Научная несостоятельность расистских, евгенических и социал-дарвинистских теорий.
- 32 Дайте определение комбинативной изменчивости. Расскажите о значении данной формы изменчивости для эволюции.
- 33 Каково значение мутационной изменчивости для эволюции? Расскажите о формах мутационной изменчивости.
- 34 Дайте определение модификационной изменчивости. Каково значение этой формы изменчивости для эволюции?
- 35 Дайте определение нормы реакции. Каковы преимущества и недостатки признаков широкой и узкой нормы реакции для особи и для популяции в целом?
- 36 Горизонтальный перенос генов, его формы и эволюционная роль (у прокариот, протистов, многоклеточных).
- 37 Внутри- и межвидовой горизонтальный перенос генов, различие их эволюционных последствий.
- 38 Вид. Критерии и концепции вида.
- 39 Видообразование – качественный этап эволюционного процесса. Популяционно-генетические аспекты видообразования.
- 40 Макроэволюция как эволюция организации. Макроэволюция как эволюция надвидовых таксонов.

Типовые задания для экзамена (ОПК-3, ОПК-5)

1. Тема: генотипирование.

Предложите поэтапную схему эксперимента по гнотипированию коров по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и BLAD-мутации.

2. Тема: модельные животные.

1. Пользуясь публичными базами данных, составьте список имеющихся данных для анализа транскриптома жировой ткани мышей при ожирении и диабете.
2. Пользуясь публичными базами данных составьте список имеющихся данных для анализа транскриптома скелетной мускулатуры при физических тренировках.
3. Пользуясь предоставленными преподавателем данными, выполните анализ дифференциальной экспрессии и сигнальных путей.

3. Тема: генетическая модификация генома.

Предложите поэтапную схему эксперимента по редактированию генома свиньи с помощью технологии CRISPR/Cas9.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-3	Имеет высокий уровень знаний по предмету, выделяет междисциплинарные связи. Способен иллюстрировать теоретические положения современной генетики и теории эволюции конкретными примерами, применять их в новой ситуации. Владеет основными методами генетического анализа.
	ОПК-5	Имеет высокий уровень знаний принципов и методических подходов молекулярной генетики и геномной инженерии. Использует в профессиональной деятельности представления о генетических основах биотехнологии.

«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-3	Выделяет междисциплинарные связи по предмету. Способен иллюстрировать теоретические положения современной генетики и теории эволюции конкретными примерами. Владеет основными методами генетического анализа.
	ОПК-5	Знает основные принципы и методические подходы молекулярной генетики и геномной инженерии. Использует в профессиональной деятельности представления о генетических основах биотехнологии.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-3	Имеет базовый уровень знаний по дисциплине. Владеет основными методами генетического анализа.
	ОПК-5	Знает основные принципы и методические подходы геномной инженерии. С трудом использует в профессиональной деятельности представления о генетических основах биотехнологии.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-3	Не имеет знаний по предмету, не выделяет междисциплинарные связи. Не владеет основными методами генетического анализа.
	ОПК-5	Не знает принципов и методических подходов молекулярной генетики и геномной инженерии. Не способен использовать в профессиональной деятельности представления о генетических основах биотехнологии.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Осипова Л. А. Генетика в 2 ч. Часть 1 : Учебное пособие для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 243 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451934>
2. Осипова Л. А. Генетика. В 2 ч. Часть 2 : Учебное пособие для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 251 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452866>
3. Стегний В.Н. Эволюционная биология. Часть 1 : учебно-методическое пособие. - Москва: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. - 106 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза» [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/tgu_115.html
4. Стегний В.Н. Эволюционная биология. Часть 2 : учебно-методическое пособие. - Москва: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. - 120 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза» [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/tgu_092.html

6.2 Дополнительная литература:

1. Нахаева В. И. Общая генетика. Практический курс : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 276 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/455008>
2. Общая генетика : практикум. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. - 78 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573818>
3. Шахмурова Г. А., Халитова Р. А., Карташова Н. С. Сборник задач по генетике: методические рекомендации по решению задач для лабораторных занятий по дисциплине «Генетика и эволюционное учение» («Генетика») : сборник задач и упражнений. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2019. - 149 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573210>
4. Кузнецова, Н. А., Шаталова, С. П. Проверочные задания по теории эволюции : учебно-методическое пособие по дисциплинам «теория эволюции», «эволюция органического мира», «история биологии». - Весь срок охраны авторского права; Проверочные задания по теории эволюции. - Москва: Прометей, 2016. - 154 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/58183.html>
5. Кильчевский, А. В., Хотылева, Л. В., Тарутина, Л. А., Каминская, Л. Н., Дубовец, Н. И., Титок, В. В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. Том 1 : монография. - Весь срок охраны авторского права; Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. Т. - Минск: Белорусская наука, 2008. - 551 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/12295.html>
6. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. Основы молекулярной биологии клетки. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаборатория знаний, [201. - 768 с. : ил., цв. ил., табл.
7. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису : монография. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 922 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза» [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085066.html>

6.3 Иные источники:

1. Элементы.py - <https://elementy.ru/>
2. Антропогенез.РУ - <http://antropogenez.ru/>
3. Проблемы эволюции - <http://www.evolbiol.ru/>
4. PubMed - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
4. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.ru>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
6. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
7. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
9. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
10. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
11. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
12. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
13. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
14. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
15. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.