

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»
ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине
Б1.В.ДЭ.02.02 «АНАЛИЗ МИКРОБНЫХ МЕТАГЕНОМОВ»

Направление подготовки 35.04.04 Агрономия

Программа Селекционно-генетические методы улучшения растений

Квалификация выпускника Магистр

Передовая инженерная школа

Разработчики рабочей программы:

*Научный сотрудник Лаборатории Анализа
Метагеномов Сколковского Института Науки
и Технологии*

Колесник Матвей Владимирович

*Научный сотрудник Лаборатории Анализа
Метагеномов Сколковского Института Науки
и Технологии*

Травин Дмитрий Юрьевич

Воронеж – 2025 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия, утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации № 708 от 26 июля 2017 г. с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 8 февраля 2021 г. № 83 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 марта 2021 г., регистрационный № 62739).

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе советом руководителей образовательных программ Передовой инженерной школы (протокол 7 от 25.06.2025 г.)

Заведующий кафедрой



подпись

Голева Г.Г.

Рецензент рабочей программы: заместитель директора по производству ООО УК «Продимекс Агро» Кузнецова Е.А.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Формирование у обучающихся системных представлений о современном состоянии молекулярной генетики и геномики микроорганизмов и передовых подходах ее изучения

1.2. Задачи дисциплины

- Ознакомление обучающихся с современными представлениями о молекулярной биологии сообществ прокариотических организмов и эволюционных процессах, происходящих в их геномах;
- Ознакомление обучающихся с разнообразием методов секвенирования нуклеиновых кислот, достоинствами и недостатками различных методов, их применимостью;
- Ознакомление обучающихся с подходами к анализу данных высокопроизводительного секвенирования, применяемых для решения различных исследовательских задач;
- Формирование практических навыков работы с метагеномными данными, в частности, умений самостоятельно выбирать наиболее подходящие для анализа подходы и инструменты;

1.3. Предмет дисциплины

Предметом дисциплины «Анализ микробных метагеномов» является метагеномика микроорганизмов - подход, основанный на использовании современных методов высокопроизводительного секвенирования нуклеиновых кислот для глубокого изучения состава и функций микробных сообществ.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина «Анализ микробных метагеномов» относится к Блоку 1 «Дисциплины», к Части, формируемой участниками образовательных отношений, элективные дисциплины

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина «Анализ микробных метагеномов» взаимосвязана с такими дисциплинами как «Биоинформатика в селекционных программах», «Геномные технологии в селекции», «Биотехнология».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Планируемые результаты обучения	
Код	Содержание	Код	Содержание
ПК-1	Способен к освоению и разработке методов ускорения и повышения эффективности селекционно-семеноводческого процесса	<u>Обучающийся должен знать:</u>	
		ИД-1 _{ПК-1}	Знает опыт передовых отечественных и зарубежных организаций по внедрению инновационных технологий в селекции
		ИД-2 _{ПК-1}	Знает проблемы научного поиска современной селекции
		ИД-3 _{ПК-1}	Знает историю развития селекционной работы и новейшие достижения в России и в мире
		ИД-4 _{ПК-1}	Знает разнообразие методов создания и оценки исходного материала, основы селекции самоопыленных линий и гибридов первого поколения
		ИД-5 _{ПК-1}	Знает методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации
		<u>Обучающийся должен уметь:</u>	
		ИД-6 _{ПК-1}	Умеет выбирать методы селекции с учетом биологических особенностей и направлений селекции культуры
		ИД-7 _{ПК-1}	Умеет составлять программы совершенствования сортимента, внедрения инновационных, адаптивных технологий (элементов технологий) производства продукции растениеводства
		ИД-8 _{ПК-1}	Умеет составлять программы исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологий), сортов и гибридов
		<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД-9 _{ПК-1}	Владеет навыками организации селекционного процесса, проведения гибридизации растений, подбора пар для скрещивания, планирования селекционной работы с новым селекционным материалом

		ИД-10 _{ПК-1}	Владеет навыком критической оценки достоинств и недостатков исследуемых агротехнических приемов и повышения их эффективность
ПК-3	Способен работать с биоинформационными средствами анализа геномной ДНК	<u>Обучающийся должен знать:</u>	
		ИД-2 _{ПК-3}	Знает генетическую структуру сортов и методы их создания
		<u>Обучающийся должен уметь:</u>	
		ИД-10 _{ПК-3}	Умеет выделять ДНК из разных организмов, готовить пробы и проводить реакцию
		<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД-11 _{ПК-3}	Владеет навыками применения современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыками работы с современной аппаратурой
		ИД-12 _{ПК-3}	Владеет методами выделения ДНК, проведения полимеразной цепной реакции, подготовки проб, анализа нуклеотидных последовательностей
ПК-7	Способен определить направления совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания семян	<u>Обучающийся должен знать:</u>	
		ИД-6 _{ПК-7}	Знает методы научно-исследовательской деятельности в том числе в области селекции, семеноводства и биотехнологии
		<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД-14 _{ПК-7}	Владеет современными технологиями, применяемыми для осуществления маркервспомогательной селекции и ускорения селекционного процесса

3. Объем дисциплины и виды работ

Показатели	Семестр	Всего
	3	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	4 / 144	4 / 144
Общая контактная работа, ч	74,75	74,75
Общая самостоятельная работа, ч	69,25	69,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	74,00	74,00
лекции	24	24,00
лабораторные-всего	50	50,00
В т.ч. практическая подготовка	10	10
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	51,50	51,50
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,75	0,75
групповые консультации	0,50	0,50
экзамен	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	17,75	17,75
подготовка к экзамену	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Тема 1. Основы молекулярной биологии

Нуклеиновые кислоты - носитель биологических признаков живых организмов. Центральная догма молекулярной биологии. Неизбежное возникновение ошибок при передаче информации. Ошибки репликации ДНК. Отбор и дрейф. Горизонтальный перенос генов.

Тема 2. Основы молекулярной систематики

Классификация живых организмов. Критерии объединения живых организмов в группы. Концепция древа жизни. Филогенетическая классификация. Проблемы классификации организмов с малым набором непосредственно наблюдаемых биологических признаков. Молекулярная филогения. Филогенетические деревья. Обзор методов построения филогенетических деревьев. Использование гена 16S рРНК для филогенетических исследований бактерий. Понятие операционной таксономической единицы (operational taxonomic unit, OTU).

Тема 3. Технологии секвенирования нуклеиновых кислот

Метод Максама-Гилберта. Секвенирование методом обрыва цепи (метод Сэнгера). Модифицированный метод Сэнгера с использованием флуорофоров. Методы высокопроизводительного секвенирования нуклеиновых кислот. Секвенирование на платформах Illumina и MGI. Секвенирование длинными прочтениями. Платформа Oxford Nanopore. Платформа PacBio. Метод MorphoSeq. Достоинства и недостатки различных методов высокопроизводительного секвенирования.

Тема 4. Биоинформатический анализ последовательностей нуклеиновых кислот и белков

4.1 Что такое биоинформатика. Базы данных биологических последовательностей. Метагеномика и сферы ее применения. Научное и коммерческое применение метагеномных подходов и данных.

4.2 Микробиота vs микробиом. Подходы к анализу состава микробиот. Исследование микробных сообществ с использованием методов высокопроизводительного секвенирования. Особенности метагеномного секвенирования. Сборка полных геномов из метагеномных данных. Алгоритмы сборок данных секвенирования первого поколения (OLC). Алгоритмы, основанные на графах де Брёйна (второе поколение). Сборка данных третьего поколения. Методы гибридной сборки. Кластеризация метагеномных последовательностей (биннинг) и методы кластеризации. Обзор программного обеспечения, используемого для сборки геномных последовательностей.

4.3 Анализ метагеномных последовательностей. Функциональная аннотация геномных последовательностей. Обзор алгоритмов выравнивания последовательностей. Глобальное и локальное выравнивание.

Тема 5. Мобильные генетические элементы прокариот и защитные системы

5.1 Происхождение мобильных генетических элементов. История открытия бактериофагов. Экологическая и эволюционная роль мобильных генетических элементов в жизни микробных сообществ.

5.2 Обзор типов мобильных генетических элементов. Классификация Балтимора. Мобильные генетические элементы прокариот, бактериофаги. Стадии инфекции клетки, механизмы репликации вирусной ДНК. Литические и лизогенные вирусы прокариот. Горизонтальный перенос генов и его роль в эволюции геномов прокариот.

5.3 Механизмы развития устойчивости к инфекции. Системы рестрикции-модификации, системы abortивной инфекции. Защитные системы, специфически распознающие нуклеиновые кислоты. Системы Argonaute и CRISPR-Cas. Разнообразие

CRISPR-Cas систем и их происхождение. Применение систем рестрикции-модификации и CRISPR-Cas систем в биоинженерии.

5.4 Предсказание вирусных последовательностей в метагеномных данных. Сигнатурные последовательности вирусов, подходы к классификации. Предсказание защитных систем прокариот в геномах бактерий. Защитные островки и гипервариабельные участки генома. Подход «guilt by association».

Тема 6. Анализ данных метагеномного секвенирования и сборка метагеномных последовательностей

Работа на удаленном сервере, командная строка Linux. Оценка качества данных высокопроизводительного секвенирования. Подготовка данных к дальнейшему анализу. Фильтрация прочтений, удаление адаптеров. Определение состава микробного сообщества оценка разнообразия. Фильтрация контаминаций. Сборка метагеномных контигов. Оценка качества сборки.

Тема 7. Поиск мобильных генетических элементов и защитных систем в данных метагеномного секвенирования

Предсказание вирусных последовательностей в метагеномных контигах. Предсказание полных вирусных геномов. Аннотация геномов предсказанных вирусов, определение таксономической положения вирусов. Предсказание защитных систем в метагеномных контигах. Предсказание CRISPR-Cas систем. Поиск протоспейсеров в обнаруженных вирусных последовательностях.

Практическая подготовка по дисциплине «Индустриальное семеноводство» включает в себя проведение лабораторных работ предприятиях индустриальных партнеров ПИШ с использованием их материально-технической базы: ООО "ЭкоНива-Семена", ЗАО «Агрофирма Павловская Нива», АО АПК «АГРОСОЮЗ», ООО «СоюзСемСвекла», ООО «Землякофф Генетикс» или в структурных подразделениях Университета (Лаборатории Центра биотехнологического исследований ПИШ») в объеме 10 часа.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Основы молекулярной биологии	2	6		4
Раздел 2. Основы молекулярной систематики	2	6		4

Раздел 3. Технологии секвенирования нуклеиновых кислот	2	6		6
Раздел 4. Биоинформатический анализ последовательностей нуклеиновых кислот и белков	3	6		8
Раздел 5. Молекулярная биология антибиотиков	2	6		6,25
Раздел 6. Подготовка данных высокопроизводительного секвенирования метагеномной ДНК и сборка метагеномов	4	10		20
Раздел 7. Анализ мобильных генетических элементов и защитных систем прокариот в собранных метагеномах	4	10		20
Итого	24	50		69,25

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч
1.	Основы молекулярной биологии	Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2025. – 160 с. – 978-5-507-53208-7 Перейти к просмотру издания.	4
2.	Основы молекулярной систематики	Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2025. – 160 с. – 978-5-507-53208-7 Перейти к просмотру издания.	4
3.	Технологии секвенирования нуклеиновых кислот	Гашев С.Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учебное пособие / С.Н. Гашев, Ф.Х. Бетляева, М.Ю. Лупинос. – Москва: Юрайт, 2022. – 207 с. – ISBN 978-5-534-02265-0. – С. 8-31 https://urait.ru/course/B765ECA3-237F-411C-	6

		BB9C-A46C90A3BBAA	
4.	Биоинформатический анализ последовательностей нуклеиновых кислот и белков	Молекулярная генетика : учебное пособие / составитель Н. С. Маниковская, В. И. Минина. — Кемерово : КемГУ, 2025. — 288 с. — ISBN 978-5-8353-3386-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/510882	8
5.	Молекулярная биология антибиотиков	Молекулярная генетика : учебное пособие / составитель Н. С. Маниковская, В. И. Минина. — Кемерово : КемГУ, 2025. — 288 с. — ISBN 978-5-8353-3386-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/510882	6,25
6.	Подготовка данных высокопроизводительного секвенирования метагеномной ДНК и сборка метагеномов	Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебно-методическое пособие / Т. Р. Якупов, Ф. Ф. Зиннатова. — Казань : КГАУ, 2020. — 104 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301310	20
7.	Анализ мобильных генетических элементов и защитных систем прокариот в собранных метагеномах	Гашев С.Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учебное пособие / С.Н. Гашев, Ф.Х. Бетляева, М.Ю. Лупинос. — Москва: Юрайт, 2022. — 207 с. — ISBN 978-5-534-02265-0. — С. 8-31 https://urait.ru/course/B765ECA3-237F-411C-BB9C-A46C90A3BBAA	20
Всего			69,25

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	
		З У Н	
Раздел 1. Основы молекулярной биологии	ПК-1	З У Н	ИД-1-5 _{ПК-1} ИД-6-8 _{ПК-1} ИД-9-10 _{ПК-1}
Раздел 2. Основы молекулярной систематики	ПК-3	З У Н	ИД-2 _{ПК-3} ИД-10 _{ПК-3} ИД-11-12 _{ПК-3}
Раздел 3. Технологии секвенирования нуклеиновых кислот	ПК-7	З Н	ИД-6 _{ПК-7} ИД-14 _{ПК-7}
Раздел 4. Биоинформатический анализ последовательностей нуклеиновых кислот и белков	ПК-3	З У Н	ИД-2 _{ПК-3} ИД-10 _{ПК-3} ИД-11-12 _{ПК-3}
Раздел 5. Молекулярная биология антибиотиков	ПК-7	З Н	ИД-6 _{ПК-7} ИД-14 _{ПК-7}
Раздел 6. Подготовка данных высокопроизводительного секвенирования метагеномной ДНК и сборка метагеномов	ПК-1	З У Н	ИД-1-5 _{ПК-1} ИД-6-8 _{ПК-1} ИД-9-10 _{ПК-1}
Раздел 7. Анализ мобильных генетических элементов и защитных систем прокариот в собранных метагеномах	ПК-3	З У Н	ИД-2 _{ПК-3} ИД-10 _{ПК-3} ИД-11-12 _{ПК-3}
	ПК-7	З Н	ИД-6 _{ПК-7} ИД-14 _{ПК-7}

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций**5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций**

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на экзамене

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Обучающийся показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Хорошо, продвинутый	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Удовлетворительно, пороговый	Обучающийся показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Обучающийся не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90%
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75%
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50%
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50%

Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах
Не зачтено,	Обучающийся демонстрирует незнание материала, допускает

компетенция не освоена	грубые ошибки в ответах
------------------------	-------------------------

Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.
Зачтено, пороговый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя.

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК	
1.	IS-элементы и транспозоны	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
2.	Анализ генов и выяснение их функции по структурной гомологии	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
3.	Анализ протеома: стратегия и методология	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
4.	Анализ транскриптома: стратегия и методология	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
5.	Генетический анализ: кандидатное и позиционное клонирование, "прогулка" и "прыжки" по хромосоме	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
6.	Генная терапия	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
7.	Геномика как наука. Цель. Задачи	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
8.	Геномы растений	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
9.	Геномы хлоропластов	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
10.	Гены, образующие тандемные ряды. Назначение	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
11.	Избыточность функции гена. Назначение	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}

12.	Искусственные хромосомы в решении проблемы секвенирования геномов	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
13.	Классификация структурных элементов геномов	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
14.	Методы функциональной геномики	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
15.	Минимальный набор генов	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
16.	Молекулярные основы геномной реорганизации. Синтенные гены	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
17.	Направление эволюции. С-парадокс	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
18.	Невирусные ретротранспозоны. Распространение в геномах высших эукариот	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
19.	Основополагающие принципы структурного анализа генома Геномы митохондрий	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
20.	Основы биоинформатики	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
21.	Основы геномного полиморфизма. Роль повторов в функционировании, картировании и эволюции геномов	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
22.	Пути образования генных семейств	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
23.	Пути формирования протеома. Механизмы считывания генетической информации на уровне транскрипции, трансляции	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
24.	Роль мобильных элементов в эволюции геномов	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-3}
25.	Роль обратной транскрипции в формировании геномов	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}

26.	Роль функциональных перестроек в эволюции геномов	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
27.	Сателлитная ДНК, локализация, распределение, функции	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
28.	Сравнение бактериальных геномов	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
29.	Сравнительная геномика: переход от прокариот к эукариотам	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
30.	Сравнительная геномика: что приобретают геномы при переходе от низших эукариот к высшим	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
31.	Стратегия сравнительного анализа геномов	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
32.	Структурный анализ генома: генетическое картирование. Методы	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
33.	Структурный анализ генома: физическое картирование. Методы	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
34.	Типы взаимодействия генов	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
35.	Упаковка бактериальной ДНК в хромосомы	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
36.	Упаковка эукариотической ДНК в хромосомы	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
37.	Уровни функциональности геномов	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
38.	Функциональная геномика. Цель. Задачи. Направление исследований	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
39.	Характеристика протеома	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
40.	Характеристика транскриптома	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
41.	Этика геномных исследований и проблемы генетической безопасности	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}

5.3.1.2. Задачи к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК	
1.	Методом биоинформационного анализа сравните геномы <i>E. coli</i> у разных штаммов на Ваш выбор	ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1}
				ИД-7 _{ПК-1}
				ИД-8 _{ПК-1}
			Н	ИД-9 _{ПК-1}
				ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3}
2.	Методом биоинформационного анализа сравните белки метаболизма лактозы у <i>E. coli</i> у разных штаммов на Ваш выбор.		Н	ИД-11 _{ПК-3}
				ИД-12 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}
		ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1}
				ИД-7 _{ПК-1}
				ИД-8 _{ПК-1}
3.	Биотехнология как наука и производство основана на использовании определенных агентов и процессов для воздействия на живую природу с целью получения ценных продуктов. В части анализа роли биотехнологии для современной селекции: - сравните, что отличает современную биотехнологию в ее историческом развитии. Приведите схему биотехнологического производства; - расшифруйте, что понимают под терминами «агенты» и «процессы» в биотехнологии?		Н	ИД-9 _{ПК-1}
				ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3}
			Н	ИД-11 _{ПК-3}
				ИД-12 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}
4.	При использовании клеточной инженерии в создании новых продуцентов широко применяется методика протопластирования (получения протопластов) как процесса конструкции гибридных структур. В плане решения задачи получения новых продуцентов, предложите: - схему получения протопластов и гибридных структур на основании понятия сущности клеточной инженерии; - условия сохранения протопластов; - конечные цели, достигаемые с помощью продуктов гибридной природы.	ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1}
				ИД-7 _{ПК-1}
				ИД-8 _{ПК-1}
			Н	ИД-9 _{ПК-1}
				ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3}
			Н	ИД-11 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой

Не предусмотрен

5.3.1.4. Вопросы к зачету

Не предусмотрен

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов*Не предусмотрен***5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта***Не предусмотрен***5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля****5.3.2.1. Вопросы тестов**

№	Содержание	Компетенция	ИДК	
1.	В современных ДНК-секвенаторах используют: а) высокоэффективный капиллярный электрофорез б) высокоэффективную жидкостную хроматографию в) тонкослойную хроматографию г) электрофорез в пластинах геля	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
2.	Не является методом ДНК-секвенирования: а) метод терминаторов по Сенгеру б) плюс-минус метод по Сенгеру в) метод ник-трансляции по Сенгеру г) метод химической дегградации ДНК по Максаму-Гилберту	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
3.	3. Что имеет наибольшую длину: а) контиг б) скаффолд в) рид г) олигонуклеотид	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
4.	Флюорофор к нуклеотиду-терминатору пришивают: а) к 5'-концу б) к 3'-концу в) к 5'-концу и к 3'-концу г) к основанию	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
5.	Пиросеквенирование основано на: а) использовании pfu-полимеразы из <i>Pirococcus furiosis</i> б) детекции пирофосфата в) применении пиросульфата для секвенирования г) использовании чрезвычайно термостойких ДНК-полимераз	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
6.	Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1}

	а) установления структуры ДНК; б) создания концепции гена; в) дифференциации регуляторных и структурных участков гена; г) полного секвенирования генома у ряда организмов	ПК-3 ПК-7		ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
7.	Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации: а) только в природных условиях; б) только в искусственных условиях; в) в природных и искусственных условиях	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
8.	Высокая стабильность протопластов достигается при хранении: а) на холоде; б) в гипертонической среде; в) в среде с добавлением антиоксидантов; г) в анаэробных условиях.	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
9.	Ген маркер, необходим в генетической инженерии: а) для включения вектора в клетки хозяина; б) для отбора колоний, образуемых клетками, в которые проник вектор; в) для включения «рабочего гена» в вектор; г) для повышения стабильности вектора	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
10.	Биотехнологу «ген-маркер» необходим: а) для повышения активности рекомбинанта; б) для образования компетентных клеток хозяина; в) для модификации места взаимодействия рестриктаз с субстратом; г) для отбора рекомбинантов	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
11.	Генная инженерия – это ...: а) метод, основанный на выделении и культивировании тканей и клеток высших организмов б) изменение первичной структуры ДНК в конкретном ее участке, что, в конечном счете, приводит к изменению фенотипа биологического объекта, используемого в биотехнологических процессах в) метод создания рекомбинантных или гибридных ДНК	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
12.	Отбор трансформированных клеток, содержащих рекомбинантную ДНК (гибридную плазмиду) проводят: а) тестированием на резистентность к различной температуре б) тестированием на резистентность к определенным антибиотикам в) по способности окрашиваться гематоксилином г) по морфологическим признакам д) по скорости роста и размножения	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
13.	Клеточная инженерия – это ...: а) метод, основанный на выделении и культивировании	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1}

	тканей и клеток высших многоклеточных организмов б) изменение первичной структуры ДНК в конкретном ее участке, что, в конечном счете, приводит к изменению фенотипа биологического объекта, используемого в биотехнологических процессах в) метод создания рекомбинантных или гибридных ДНК	ПК-3 ПК-7		ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
14.	Требования к векторам ДНК: а) отсутствие сайта рестрикции, в который осуществлена вставка б) большой размер в) видоспецифичность г) наличие селективных генетических маркеров для идентификации реципиентных клеток, несущих рекомбинантную ДНК	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
15.	В современных ДНК-секвенаторах используют: а) высокоэффективный капиллярный электрофорез б) высокоэффективную жидкостную хроматографию в) тонкослойную хроматографию г) электрофорез в пластинах геля	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
16.	Выравнивание применяют для: а) измерения длины полипептидной цепи б) измерения длины полинуклеотидной цепи в) сравнения нуклеотидной или аминокислотной последовательности г) измерения физического размера т-РНК	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
17.	Что означает 1 единица активности рестриктазы: а) количество фермента, необходимого для рестрикции 1 г ДНК б) количество фермента, необходимого для рестрикции 1 мкг ДНК в) число активных центров фермента г) количество возможных конформаций фермента	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
18.	Какую структуру имеет сар-«колпачок» мРНК: а) 7-метил-G-трифосфат; б) 7-метил-G-дифосфат в) 3-метил-A-дифосфат; г) 7-метил-A-трифосфат	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
19.	Какой фермент выполняет функцию раскручивания спирали ДНК в ходе репликации: а) хеликаза б) ДНК-лигаза в) праймаза г) ревертаза	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
20.	Какой фермент предотвращает перекручивание спирали ДНК в ходе ее расплетания, образуя точечные разрывы нити ДНК и затем вновь сшивая их:	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1}

	а) ДНК-лигаза; б) гираза ; в) ДНК-полимераза I; г) праймаза 1	ПК-3 ПК-7		ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
21.	Назовите фермент, который катализирует биосинтез молекулы ДНК на матрице РНК: а) РНК-зависимая ДНК-полимераза б) ДНК-полимераза III в) ДНК-полимераза I	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
22.	Назовите фермент, катализирующий отщепление РНК-праймера в ходе репликации ДНК и заполнение пробелов дезоксирибонуклеотидами: а) ДНК-полимераза I б) РНК-зависимая ДНК-полимераза в) ДНК-лигаза г) ДНК-зависимая РНК-полимераза	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
23.	Концентрация агарозы, применяемой для разделения особенно крупных молекул ДНК: а) 1%; б) 1,5%; в) 2%; г) 0,6 %	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
24.	Не является этапом ПЦР: а) денатурация ДНК; б) отжиг; в) достраивание цепей ДНК; г) инициация	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
25.	Затравка, необходимая для инициации синтеза ДНК в методе ПЦР: а) праймер; б) спейсер; в) оперон; г) промотор	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
26.	Фермент, используемый при ПЦР-амплификации ДНК: а) геликаза; б) АТФ-аза; в) Таq-полимераза; г) каталаза	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
27.	Укажите другие названия (синонимы) РНК-зависимой ДНК-полимеразы: а) обратная транскриптаза; б) ДНК-полимераза III ; в) ДНК-полимераза I ; г) праймаза	ПК-1 ПК-3	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3}

		ПК-7		ИД-6 _{ПК-7}
28.	В каком направлении осуществляется синтез дочерней цепи ДНК: а) 5'—> 3'; б) 3'—> 5'; в) в любом; г) 5'—> 5'	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
29.	Основной постулат (центральная догма) молекулярной биологии: а) ДНК <—> РНК —> белок; б) ДНК —> РНК —> белок; в) ДНК —> РНК <—> белок; г) РНК —> ДНК —> белок	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
30.	Химическая природа праймера: а) олигорибонуклеотид б) олигодезоксирибонуклеотид в) полидезоксирибонуклеотид г) олигопептид	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
31.	Основной фермент, катализирующий реакции образования первичного транскрипта: а) ДНК-зависимая РНК-полимераза б) ДНК-полимераза в) РНК-зависимая ДНК-полимераза г) ревертаза	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
32.	Оцените точность репликации (синтеза ДНК): а) 1 ошибка на 10.000.000 нуклеотидов б) 1 ошибка на 10.000 нуклеотидов в) 1 ошибка на 1.000.000 нуклеотидов г) синтез ДНК происходит без ошибок	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
33.	ИК-спектры определяются переходами между уровнями энергии молекулы: а) вращательными; б) электронными; в) трансляционными; г) колебательными	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
34.	Какой связью связываются нуклеотиды в цепи ДНК и РНК: а) сложноэфирные; б) гликозидные; в) гидрофобные; д) водородные	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
35.	Какие аминокислоты сообщают белкам основной	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1}

	характер: а) аргинин; б) аспартат; в) тирозин; г) аланин	ПК-3 ПК-7		ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
36.	Типы связей, участвующие в формировании вторичной структуры белка: а) водородные; б) пептидные; в) дисульфидные; г) гидрофобные	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
37.	Методы обратимого осаждения белка: а) высаливание; б) денатурация; в) диализ; г) хроматография	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
38.	Какие связи стабилизируют третичную структуру белка: а) дисульфидные; б) водородные; в) гидрофобные; г) электростатические взаимодействия	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
39.	Какие связи разрушаются при денатурации белка: а) водородные; б) гидрофобные; в) дисульфидные; г) пептидные	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
40.	Какая аминокислота не относится к числу оптически активных веществ: а) глицин; б) валин; в) лизин; г) лейцин; д) триптофан	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
41.	Что такое изоэлектрическая точка белков: а) значение рН, при котором белок электронейтрален б) состояние белка, при котором он теряет гидрофильные свойства в) концентрация ионов водорода, при которой белок движется к аноду	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
42.	Процесс освобождения препаратов белков от низкомолекулярных соединений: а) диализ; б) гидролиз;	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1}

	в) денатурация; г) высаливание	ПК-3 ПК-7		ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
43.	По молекулярной массе полисахариды можно разделить методом: а) аффинной хроматографии; б) гель-фильтрации; в) ионообменной хроматографии; г) газо-жидкостной хроматографии	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
44.	Структуру полисахарида можно определить методом: а) хроматографии на бумаге; б) спектроскопии ЯМР; в) гель-фильтрации; г) жидкостной хроматографии	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
45.	Олигопептиды включают в свой состав: а) от 1 до 10 аминокислотных остатков б) от 10 до 50 аминокислотных остатков в) От 50 до 100 моносахаридных остатков г) от 100 до 1000 моносахаридных остатков	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
46.	Простые пептиды включают в свой состав: а) от 1 до 10 аминокислотных остатков б) от 10 до 50 аминокислотных остатков в) От 50 до 100 аминокислотных остатков г) от 100 до 1000 аминокислотных остатков	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
47.	Белки чаще всего метят изотопами: а) фосфора ³² P; б) серы ³⁵ S; в) трития ³ H; г) углерода ¹⁴ C	ПК-1 ПК-3 ПК-7	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК	
1.	Что такое метагеном?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
2.	Какие биоинформационные инструменты используются в анализе метагеномов?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1}

				ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
3.	Что является источниками данных?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
4.	Что представляют собой секвенаторы второго поколения?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
5.	Назовите методы установления первичной структуры ДНК	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
6.	Что является базами данных нуклеотидных последовательностей?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
7.	В чем суть “выравнивания” нуклеотидных последовательностей?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
8.	Опишите сущность организации генома прокариот	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
9.	Опишите сущность организации генома эукариот	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
10.	Какова структура про- и эукариотических генов?	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
11.	Что представляют собой протеомные данные?	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
12.	Опишите процесс сбора образцов метабенома	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
13.	Какую роль имеет секвенирование в анализе метабеномов?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
14.	Каким образом проводится функциональный анализ метабеномов?	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
15.	Что составляет базы данных аминокислотных последовательностей?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1}

				ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
16.	В чем сущность "выравнивания" аминокислотных последовательностей?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
17.	Опишите белок-белковые взаимодействия	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
18.	Какие биомаркеры могут быть выявлены с помощью анализа метагеномов	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
19.	Опишите белок-ДНКовые взаимодействия: техники ChIP-Chip и ChIP-Seq	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
20.	Как проходит сборка геномов?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
21.	В чем различие между физическими и генетическими картами геномов?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
22.	Дайте определение «синтетическому геному»	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
23.	В чем заключаются проблемы «искусственной клетки»?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
24.	Что представляет собой сравнительная геномика?	ПК-3	3	ИД-2 _{ПК-3}
25.	Как протекает функциональная аннотация генов по сходству и по колокализации?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
26.	Что такое аннотация генов по филогенетическим образцам и корегуляции?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
27.	Назовите инструменты сравнительной геномики	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1}

				ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
28.	Приведите филогенетическую классификацию белков	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
29.	Какие факторы определяют разнообразие микробных сообществ в метагеномах?	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
30.	Назовите методы реконструкции геномов	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
31.	Каковы основные пути эволюции геномов?	ПК-3 ПК-7	3	ИД-2 _{ПК-3} ИД-6 _{ПК-7}
32.	Что такое SNP (точечные нуклеотидные полиморфизмы)?	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
33.	Опишите спейсеры генов рибосомальной РНК как объекты SNP-анализа	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
34.	Как осуществляется классификация и таксономическая идентификация микроорганизмов в метагеномах?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
35.	Дайте определение метагеномике	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
36.	Что такое секвенирование 16S РНК и других маркеров?	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
37.	Опишите сущность транскриптомики	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
38.	Каковы основные методы транскриптомики?	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
39.	Каково назначение ДНК-микрочипов?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
40.	Что такое количественная ПЦР (ПЦР в реальном времени)?	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
41.	Какие методы идентификации и изучения новых микробных видов используется в метагеномике?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1}
42.	Что представляет собой аннотация протеомов по масс-спектрометрическим данным?	ПК-7	3	ИД-6 _{ПК-7}
43.	Что такое системная биология? Каковы ее сети и модели?	ПК-1	3	ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1}

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание	Компетенция	ИДК	
1.	Методом биоинформационного анализа сравните геномы <i>E. coli</i> у разных штаммов на Ваш выбор	ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1} ИД-7 _{ПК-1} ИД-8 _{ПК-1}
			Н	ИД-9 _{ПК-1} ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3} ИД-11 _{ПК-3} ИД-12 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}
2.	Методом биоинформационного анализа сравните белки метаболизма лактозы у <i>E. coli</i> у разных штаммов на Ваш выбор.	ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1} ИД-7 _{ПК-1} ИД-8 _{ПК-1}
			Н	ИД-9 _{ПК-1} ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3} ИД-11 _{ПК-3} ИД-12 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}
3.	Биотехнология как наука и производство основана на использовании определенных агентов и процессов для воздействия на живую природу с целью получения ценных продуктов. В части анализа роли биотехнологии для современной селекции: - сравните, что отличает современную биотехнологию в ее историческом развитии. Приведите схему биотехнологического производства; - расшифруйте, что понимают под терминами «агенты» и «процессы» в биотехнологии?	ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1} ИД-7 _{ПК-1} ИД-8 _{ПК-1}
			Н	ИД-9 _{ПК-1} ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3} ИД-11 _{ПК-3} ИД-12 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}
4.	При использовании клеточной инженерии в создании новых продуцентов широко применяется методика протопластирования (получения протопластов) как процесса конструкции гибридных структур. В плане решения задачи получения новых продуцентов, предложите: - схему получения протопластов и гибридных структур на основании понятия сущности клеточной инженерии; - условия сохранения протопластов; - конечные цели, достигаемые с помощью продуктов гибридной природы.	ПК-1	У	ИД-6 _{ПК-1} ИД-7 _{ПК-1} ИД-8 _{ПК-1}
			Н	ИД-9 _{ПК-1} ИД-10 _{ПК-1}
		ПК-3	У	ИД-10 _{ПК-3} ИД-11 _{ПК-3} ИД-12 _{ПК-3}
		ПК-7	Н	ИД-14 _{ПК-7}

5.3.2.4. Перечень тем рефератов

Не предусмотрен

5.3.2.5. Вопросы для дискуссии

Не предусмотрена

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

Компетенция ПК-1 Способен к освоению и разработке методов ускорения и повышения эффективности селекционно-семеноводческого процесса					
Индикаторы достижения компетенции ПК-1		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету (зачету с оценкой)	вопросы по курсовому проекту
3 ИД-1 _{ПК-1}	Знает опыт передовых отечественных и зарубежных организаций по внедрению инновационных технологий в селекции	6-7, 14, 17-18, 20-23, 34, 37, 39-41			
3 ИД-2 _{ПК-1}	Знает проблемы научного поиска современной селекции	6-7, 14, 17-18, 20-23, 34, 37, 39-41			
3 ИД-3 _{ПК-1}	Знает историю развития селекционной работы и новейшие достижения в России и в мире	6-7, 14, 17-18, 20-23, 34, 37, 39-41			
3 ИД-4 _{ПК-1}	Знает разнообразие методов создания и оценки исходного материала, основы селекции самоопыленных линий и гибридов первого поколения	6-7, 14, 17-18, 20-23, 34, 37, 39-41			
3 ИД-5 _{ПК-1}	Знает методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации	6-7, 14, 17-18, 20-23, 34, 37, 39-41			
У ИД-6 _{ПК-1}	Умеет выбирать методы селекции с учетом биологических особенностей и направлений селекции культуры		1-4		
У ИД-7 _{ПК-1}	Умеет составлять программы совершенствования сортимента, внедрения инновационных, адаптивных технологий (элементов технологий) производства продукции растениеводства		1-4		
У ИД-8 _{ПК-1}	Умеет составлять программы исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологий), сортов и гибридов		1-4		

Н ИД-9 _{ПК-1}	Владеет навыками организации селекционного процесса, проведения гибридизации растений, подбора пар для скрещивания, планирования селекционной работы с новым селекционным материалом		1-4		
Н ИД-10 _{ПК-1}	Владеет навыком критической оценки достоинств и недостатков исследуемых агротехнических приемов и повышения их эффективность		1-4		

<i>Компетенция ПК-3 Способен работать с биоинформационными средствами анализа геномной ДНК</i>					
Индикаторы достижения компетенции ПК-3		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету (зачету с оценкой)	вопросы по курсовому проекту
З ИД-2 _{ПК-3}	Знает генетическую структуру сортов и методы их создания	1-5, 8-11, 13, 15-16, 19, 25, 27-33			
У ИД-10 _{ПК-3}	Умеет выделять ДНК из разных организмов, готовить пробы и проводить реакцию		1-4		
Н ИД-11 _{ПК-3}	Владеет навыками применения современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыками работы с современной аппаратурой		1-4		
Н ИД-12 _{ПК-3}	Владеет методами выделения ДНК, проведения полимеразной цепной реакции, подготовки проб, анализа нуклеотидных последовательностей		1-4		

<i>Компетенция ПК-7 Способен определить направления совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания семян</i>					
Индикаторы достижения компетенции ПК-7		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету (зачету с оценкой)	вопросы по курсовому проекту
З ИД-6 _{ПК-7}	Знает методы научно-исследовательской деятельности в том числе в	2-5, 13, 16, 19, 24, 26-33, 35-36, 38			

	области селекции, семеноводства и биотехнологии				
Н ИД-14 _{ПК-7}	Владеет современными технологиями, применяемыми для осуществления маркервспомогательной селекции и ускорения селекционного процесса		1-4		

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

<i>Компетенция ПК-1 Способен к освоению и разработке методов ускорения и повышения эффективности селекционно-семеноводческого процесса</i>				
Индикаторы достижения компетенции ПК-1		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
З ИД-1 _{ПК-1}	Знает опыт передовых отечественных и зарубежных организаций по внедрению инновационных технологий в селекции	1-47	1-4, 6-9, 12-13, 15-21, 23, 25-28, 33-35, 39, 41, 43	
З ИД-2 _{ПК-1}	Знает проблемы научного поиска современной селекции	1-47	1-4, 6-9, 12-13, 15-21, 23, 25-28, 33-35, 39, 41, 43	
З ИД-3 _{ПК-1}	Знает историю развития селекционной работы и новейшие достижения в России и в мире	1-47	1-4, 6-9, 12-13, 15-21, 23, 25-28, 33-35, 39, 41, 43	
З ИД-4 _{ПК-1}	Знает разнообразие методов создания и оценки исходного материала, основы селекции самоопыленных линий и гибридов первого поколения	1-47	1-4, 6-9, 12-13, 15-21, 23, 25-28, 33-35, 39, 41, 43	
З ИД-5 _{ПК-1}	Знает методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инновации	1-47	1-4, 6-9, 12-13, 15-21, 23, 25-28, 33-35, 39, 41	
У ИД-6 _{ПК-1}	Умеет выбирать методы селекции с учетом биологических особенностей и направлений селекции культуры			1-4
У ИД-7 _{ПК-1}	Умеет составлять программы совершенствования сортимента, внедрения инновационных, адаптивных технологий (элементов технологий) производства продукции растениеводства			1-4
У ИД-8 _{ПК-1}	Умеет составлять программы исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологий), сортов и гибридов			1-4
Н ИД-9 _{ПК-1}	Владеет навыками организации селекционного процесса, проведения гибридизации растений, подбора пар для скрещивания, планирования селекционной работы с новым			1-4

	селекционным материалом			
Н ИД-10 _{ПК-1}	Владеет навыком критической оценки достоинств и недостатков исследуемых агротехнических приемов и повышения их эффективность			1-4

<i>Компетенция ПК-3 Способен работать с биоинформационными средствами анализа геномной ДНК</i>				
Индикаторы достижения компетенции ПК-3		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
З ИД-2 _{ПК-3}	Знает генетическую структуру сортов и методы их создания	1-47	10-11, 22, 24, 29, 31	
У ИД-10 _{ПК-3}	Умеет выделять ДНК из разных организмов, готовить пробы и проводить реакцию			1-4
Н ИД-11 _{ПК-3}	Владеет навыками применения современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыками работы с современной аппаратурой			1-4
Н ИД-12 _{ПК-3}	Владеет методами выделения ДНК, проведения полимеразной цепной реакции, подготовки проб, анализа нуклеотидных последовательностей			1-4

<i>Компетенция ПК-7 Способен определить направления совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания семян</i>				
Индикаторы достижения компетенции ПК-7		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
З ИД-6 _{ПК-7}	Знает методы научно-исследовательской деятельности в том числе в области селекции, семеноводства и биотехнологии	1-47	5, 14, 29-30, 32, 36-38, 40, 42	
Н ИД-14 _{ПК-7}	Владеет современными технологиями, применяемыми для осуществления маркервспомогательной селекции и ускорения селекционного процесса			1-4

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1.	Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2025. – 160 с. – 978-5-507-53208-7 Перейти к просмотру издания.	Учебное	Дополнительная
2.	Гашев С.Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учебное пособие / С.Н. Гашев, Ф.Х. Бетляева, М.Ю. Лупинос. – Москва: Юрайт, 2022. – 207 с. – ISBN 978-5-534-02265-0. – С. 8-31 https://urait.ru/course/B765ECA3-237F-411C-BB9C-A46C90A3BBAA	Учебное	Дополнительная
3.	Молекулярная генетика : учебное пособие / составитель Н. С. Маниковская, В. И. Минина. — Кемерово : КемГУ, 2025. — 288 с. — ISBN 978-5-8353-3386-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/510882	Учебное	Дополнительная
4.	Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2025. – 160 с. – 978-5-507-53208-7 Перейти к просмотру издания.	Учебное	Дополнительная
5.	Куцев М. Г. Биоинженерия растений. Основные методы [электронный ресурс] / М.Г. Куцев, М.В. Скапцов, И.Е. Ямских. – Красноярск: СФУ, 2020. – 80 с. – ISBN 978-5-7638-4321-7. – С. 5-11 URL:https://e.lanbook.com/book/181629	Учебное	Дополнительная
6	Общая микробиология : учебное пособие / составитель А. С. Метлева. — Кемерово : Кузбасский ГАУ, 2025. — 78 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/514025	Учебное	Дополнительная

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	https://e.lanbook.com/
2	ZNANIUM.COM	http://znanium.com/
3	ЮРАЙТ	http://www.biblio-online.ru/
4	IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
5	E-library	https://elibrary.ru/
6	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Адрес доступа
1	Перечень информационных систем Минсельхоза России	https://mcx.gov.ru
2	Автоматизированная информационная система реестров, регистров и нормативно-справочной информации (АИС НСИ).	https://nsi.mcx.ru/
3	Все ГОСТы	http://vsegost.com/
4	Федеральная государственная информационная система «Семеноводство»	https://semena.mcx.ru/
5	Федеральная государственная информационная система «Зерно»	https://zerno.mcx.gov.ru/login
6	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/
7	Открытые данные Министерства сельского хозяйства Российской Федерации	http://opendata.mcx.ru/opendata/
8	Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию	https://gossortrf.ru
9	ФГБУ Россельхозцентр	https://rosselhoccenter.com/
10	Справочная правовая система Консультант Плюс	https://consultant-plus.ru

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1 .	Национальный центр биотехнологической информации	1. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed
2	Атлас микробных сообществ России	https://studymeta.ru/
3 .	Микробиология природы	https://www.nature.com/nmicrobiol/
4 .	Микробиом Земли	https://earthmicrobiome.org/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

7.1.1. Для контактной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, используемое программное обеспечение : MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Брайзер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д
Учебные аудитории для проведения практических и лабораторных занятий: комплект учебной мебели; микроскопы «Биолам», АУ-12; Генетический анализатор «Нанофор- 05», Синтол, Амплификатор нуклеиновых кислот термоциклический (термоциклер) лабораторный, автоматический, Амплификатор нуклеиновых кислот термоциклический (в реальном времени термоциклер) ИВД, лабораторный, автоматический, C1000 Touch тм Thermal Cycler, Стерилизатор паровой автоматический для стерилизации растворов лекарственных средств, Шкаф сушильный лабораторный, ШС-80-01 СПУ (200°C), Бидистиллятор, GFL 2104, Весы аналитические, РА64, Прецизионные весы Ohaus PA2102C, Шейкер OS-20, Biosan, Магнитная мешалка с нагревом MSH-300i, Гомогенизатор Precellys Evolution, Бокс абактериальной воздушной среды БАВнп-01-"Ламинар-С"-1,8, Климатическая ростовая камера GC-300TLN, Трансиллюминатор «Квант-С», Микроскоп Olympus CX31, Встряхиватель вибрационный, Термостат твердотельный СН-100 с охлаждением и перемешиванием, Камера для горизонтального электрофореза Sub Cell GT, BioRad, Центрифуга 5418 R, Германия, материалы для проведения цитологических анализов: реактивы, красители, зафиксированные образцы с.-х. культур; горелки, стекла предметные, стекла покровные, препаровальные иглы, клей, ножницы, микрофотографии метафазных пластинок различных с.х. культур; постоянные цитологические препараты для изучения процессов митоза, мейоза, гаметогенеза; раздаточный материал для выполнения индивидуальных заданий по моделированию молекулярных процессов в клетке: строение ДНК, репликация ДНК, транскрипция, трансляция	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д (ЦБИ)

Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, индивидуальных и групповых консультаций: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, используемое программное обеспечение...MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, специализированное оборудование для ремонта компьютеров	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.117, 118
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: комплект мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81д

7.1.2. Для самостоятельной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Пакет статистической обработки данных Statistica	ПК ауд.122а (К1)

8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	ФИО ведущего преподавателя	Подпись ведущего преподавателя
Геномные технологии в селекции	Лукин А.Л.	
Биоинформатика в селекционных программах	Несмеянова М.А.	

Приложение 1

**Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесенных изменениях**

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата и номер протокола заседания	Потребность в корректировке указанием соответствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Председатель совета руководителей образовательных программ ПИШ Голева Г.Г. 	Протокол №7 от 25.06.2025 г.	нет	Разработана для набора 2025-2026 учебного года
Зав кафедрой селекции, семеноводства и биотехнологии Голева Г.Г. 	Протокол №10 от 26.06.2026	Нет	РП актуализирована на 2026-2027 уч.год