

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

2.1.3.1 Биохимическая генетика продукционных процессов у растений

Для специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Тороп Е.А.

Воронеж – 2025 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научнопедагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 г № 951

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе советом руководителей образовательных программ Передовой инженерной школы (протокол № 7 от 25 июня 2025г.).

Председатель совета



Г.Г. Голева

Рецензент: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела биологического разнообразия, рационального лесопользования и лесовыращивания ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии» Царев А.П.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Цель дисциплины - формирование у аспирантов системных представлений, теоретических знаний, и умений о метаболических процессах в растении, о влиянии на жизнедеятельность, и их использование при создании сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, а также развитие способностей, ориентированных на научно-исследовательскую работу.

1.2. Задачи дисциплины

- дать современные представления о главных биохимических процессах в растениях;
- ознакомить аспирантов с влиянием регулируемых и нерегулируемых факторов внешней среды на основные биохимические процессы в растении;
- научить использовать теоретические знания по биохимии для оценки физиологического состояния растений.

1.3. Предмет дисциплины

Дисциплина **2.1.3.1 Биохимическая генетика продукционных процессов у растений** формирует знания, необходимые в области биохимии растений, которые необходимы для практической генетики и селекции растений, ускорения селекционного процесса с использованием новейших знаний биохимических процессов, протекающих в растительных организмах, также развитие способностей, ориентированных на научно-исследовательскую работу.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина **2.1.3.1 Биохимическая генетика продукционных процессов у растений** относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» ОП ВО подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений. Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы, включена в раздел 2.1.3 Дисциплины (модули) по выбору.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина **2.1.3.1 Биохимическая генетика продукционных процессов у растений** взаимосвязана с дисциплинами Физиологические основы устойчивости растений и Иностранный язык. Знания, умения и приобретённые компетенции будут использованы при проведении научно-исследовательской работы и подготовке диссертационной работы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
УК-3	способностью и готовностью к использованию образовательных технологий, методов и средств обучения для достижения планируемых результатов обучения по основным образовательным программам высшего образования.	Знает основные методики проведения и постановки научных опытов с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. Умеет применять полученные знания в практической и научной деятельности. Имеет навыки и (или) опыт деятельности проведения научно-исследовательской деятельности теоретических и практических знаний.
ПК-3	Способен осуществлять экспериментальный дизайн селекционно-генетических экспериментов, применять полевые и лабораторные методы оценки и отбора форм с целевыми хозяйственно-полезными признаками и свойствами.	Знает современные технологии в профессиональной деятельности, знает технологии возделывания сельскохозяйственных культур в открытом и закрытом грунте. Умеет обосновывать применение современных технологий в профессиональной деятельности. Реализует современные технологии в профессиональной деятельности.

3. Объём дисциплины и виды работ

Виды работ	Всего	Объём часов
		Семестр
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	3/108	3/108
Общая контактная работа, ч	42,15	42,15
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	65,85	65,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	42	42
лекции	12	12
практические занятия	30	30
лабораторные работы		
групповые консультации	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	57,0	57,0
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	0,15	0,15
курсовой проект		
зачет	0,15	0,15
зачет с оценкой		
экзамен		
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч.(часы)	8,85	8,85
выполнение курсового проекта		
подготовка к зачету	8,85	8,85
подготовка к зачету с оценкой		
подготовка к экзамену		
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов Введение.

Определение биохимии как науки. Объекты, задачи и методы биохимии. Основные открытия и достижения биохимиков. Основные направления развития современной биохимической науки. Применение достижений биохимии в сельском хозяйстве. Значение биохимии в селекции растений. Использование сведений о биохимических процессах при оценке физиологического состояния растений, качества растениеводческой продукции.

Раздел 1. Состав, строение и биологические функции основных органических веществ.

Подраздел 1.1. Углеводы. Общая характеристика и классификация углеводов. Роль углеводов в жизнедеятельности организмов и формировании качества сельскохозяйственной продукции.

Подраздел 1.2. Липиды. Основные разновидности липидов и их значение для растений. Строение и функции простых липидов – жира и воска. Их различия по составу жирных кислот и спиртов.

Подраздел 1.3. Аминокислоты и белки. Строение, свойства и классификация аминокислот. Роль аминокислот в обмене азотистых веществ организмов. Протеиногенные аминокислоты. Понятие о незаменимых аминокислотах. Строение и биологическая роль ДНК. Нуклеотидный состав ДНК и правила Чаргаффа. Основные типы РНК и их биологические функции. Нуклеотидный состав и строение молекул рибосомной, матричной и транспортной РНК. Полипептидная теория строения белков. Общая схема строения полипептидов. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков и её биологическое значение. Физикохимические свойства белков. Денатурация белков.

Раздел 2. Ферменты и биохимическая энергетика.

Подраздел 2.1. Ферменты

Строение и общие свойства ферментов. Механизм ферментативного катализа. Природа специфичности действия ферментов. Основные типы коферментов.

Подраздел 2.2. Биохимическая энергетика.

Единицы активности ферментов. Кинетика ферментативных реакций и понятие о константе Михаэлиса.

Сопряжённые реакции синтеза веществ. Макроэргические соединения и их роль в процессах обмена веществ организмов. Основные типы макроэргических соединений. Роль АТФ как универсального переносчика энергии в организме. Пути образования АТФ. Связь процессов обмена веществ и обмена энергии в организмах

Раздел 3. Обмен веществ в растительных организмах.

Подраздел 3.1. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ в организмах. Особенности ассимиляции диоксида углерода у C3- и C4- растений. Реакции цикла Кальвина и первичный синтез углеводов в растении. Биохимические реакции анаэробной и аэробной стадии дыхания у растений и животных. Механизмы

образования глицерина, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Синтез и распад жиров, фосфолипидов и гликолипидов, Окисление глицерина и жирных кислот. Механизмы β -окисления и α -окисления жирных кислот. Пути образования аминокислот у фототрофных и хемотрофных организмов. Механизмы реакций восстановительного аминирования и переаминирования. Распад и превращения аминокислот. Ассимиляция растениями амидной формы азота при некорневой подкормке. Восстановление молекулярного азота в процессе азотфиксации. Ферменты, катализирующие распад нуклеиновых кислот, нуклеотидов и белков. Продукты распада пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов и их влияние на организм человека и животных. Основные группы протеолитических ферментов и их значение в формировании качества растительной продукции. Связь обмена азотистых веществ с обменом углеводов и липидов.

Раздел 4. Вещества вторичного происхождения.

Подраздел 4.1. Биохимическая характеристика органических кислот.

Значение органических кислот в жизни растений и формировании качества и технологических свойств растительной продукции. Содержание органических кислот в овощах, плодах и ягодах, картофеле, корнеплодах, вегетативной массе кормовых трав. Влияние природно-климатических факторов, удобрений и других условий выращивания на накопление органических кислот в растительных продуктах.

Подраздел 4.2. Общая характеристика вторичных метаболитов.

Фенольные соединения и их функции в растительном организме. Строение и свойства галловых, эллаговых и конденсированных форм дубильных веществ. Содержание дубильных веществ в растительной продукции. Состав и строение лигнина различных групп растений. Содержание лигнина в растениях и его влияние на питательные свойства вегетативной массы кормовых трав. Состав растительных меланинов и возможные реакции их образования. Влияние меланинов на качество растительной продукции. Строение, свойства и классификация алкалоидов. Значение алкалоидов в формировании качества растительной продукции. Строение, свойства и классификация гликозидов. Значение гликозидов в формировании качества растительной продукции.

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план)

№п/п	Раздел дисциплины	Контактная работа		СР
		Л	СЗ	
1	Введение.	2	2	4
2	Состав, строение и биологические функции основных органических веществ.	4	8	14
3	Ферменты и биохимическая энергетика.	2	6	14
4	Обмен веществ в растительных организмах.	2	8	14
5	Вещества вторичного происхождения.	2	6	11

Всего	12	30	57
-------	----	----	----

4.3. Перечень тем лекций

№п/п	Тема лекции	Объём, ч
		форма обучения
		очная
1	Введение. Биохимия как наука. Основные открытия и достижения биохимиков.	2
2	Общая характеристика и классификация углеводов. Липиды и их значение для растений.	2
3	Аминокислоты.	2
4	Ферменты и биохимическая энергетика.	2
5	Обмен веществ в растительных организмах.	2
6	Вещества вторичного происхождения.	2
Всего:		12

4.4. Перечень тем семинаров

№п/п	Тема лекции	Объём, ч
		форма обучения
		очная
1	Основные направления развития современной биохимической науки. Значение биохимии в селекции растений.	2
2	Роль углеводов в жизнедеятельности организмов и формировании качества сельскохозяйственной продукции.	2
3	Липидов и их значение для растений.	2
4	Роль аминокислот в обмене азотистых веществ организмов.	2
5	Строение и биологическая роль ДНК и РНК. Белки.	2
6	Строение и общие свойства ферментов.	2
7	Ферменты и биохимическая энергетика.	2
8	Роль АТФ как универсального переносчика энергии в организме.	2
9	Обмен углеводов в растительных организмах.	2
10	Обмен липидов в растительных организмах.	2
11	Обмен азотистых в растительных организмах.	
12	Связь обмена азотистых веществ с обменом углеводов и липидов.	2
13	Общая характеристика веществ вторичного происхождения.	2
14	Значение органических кислот в жизни растений и формировании качества и технологических свойств растительной продукции.	2
15	Фенолы, дубильные вещества, гликозиды, лигнин, меланин.	2

Всего:	30
--------	----

4.5. Перечень тем лабораторных работ. Не предусмотрены.

4.6. Виды самостоятельной работы обучающихся и перечень учебно- методического обеспечения для их самостоятельной работы.

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Подготовка обучающихся к аудиторным занятиям заключается в изучении ранее прочитанной лектором лекции по теме занятия и подготовке ответов на вопросы, сформулированные в специализированной литературе. Самостоятельная работа может выполняться в лабораториях кафедры, которые снабжены необходимыми приборами, материалами, стендами, учебными пособиями, методическим материалом. Необходимые методические указания и специальную литературу аспиранты могут получить в библиотеке университета или на сайте ВУЗа.

4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов).

Не предусмотрен.

4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ.

Не предусмотрен.

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

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч
			форма обучения
			очная
	Введение.	1 Савина, О. В. Биохимия растений: учебное пособие для вузов / О.В. Савина. - 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 227 с. URL: https://urait.ru/bcode/495069 2. Антиоксиданты растений и методы их определения : монография / Н.А. Голубкина, Е.Г. Кекина, А.В. Молчанова [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 181 с. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1893921 3. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун,	46

2	Состав, строение и биологические функции основных органических веществ.	Дж. Файфф [и др.] ; под редакцией К. Уилсон, Дж. Уолкер ; перевод Т. П. Мосолова, Е. Ю. БозелекРешетняк. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 853 с. URL: https://www.iprbookshop.ru/26065.html	
3	Ферменты и биохимическая энергетика	4. Ян, Кольман Наглядная биохимия / Кольман Ян, Рём Клаус-Генрих ; перевод Т. П. Мосолова. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2019. — 512 с. URL: https://www.iprbookshop.ru/88936.html	
4	Обмен веществ в растительных организмах.	5. Волынец, А. П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений / А. П. Волынец. — Минск : Белорусская наука, 2013. — 284 с. URL: https://www.iprbookshop.ru/29532.html	
5	Вещества вторичного происхождения.	1. Новикова, Н. Е. Вторичные метаболиты растений : учебно-методическое пособие / Н. Е. Новикова. — Орел : Орловский государственный аграрный университет, 2018. — 111 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/101300.htm 2. Основы биохимии вторичного обмена растений : учебно-методическое пособие / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, И. Б. Чукина ; под редакцией Г. Г. Борисовой. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-1296-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/65956.html	11
Всего			57

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов.

Не предусмотрены.

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

5.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс	Формулировка	Раздел дисциплины			
УК-3	способностью и готовностью к использованию образовательных технологий, методов и средств обучения для достижения планируемых результатов обучения по основным образовательным программам высшего образования.	+	+	+	+
ПК-3	Способен осуществлять экспериментальный дизайн селекционно-генетических экспериментов, применять полевые и лабораторные методы оценки и отбора форм с целевыми хозяйственно-полезными признаками и свойствами.	+	+	+	+

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале	не зачетно	зачтено

5.2.2 Текущий контроль

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требований в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						пороговый уровень (удовл.)	повышенный уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
УК-3	Знает основные методики проведения и постановки научных опытов с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; Умеет применять полученные знания в практической и научной деятельности; Имеет навыки и (или) опыт деятельности проведения научноисследовательской деятельности теоретических и практических знаний.	1-4	Сформированные и систематические знания основных научных направлений и школах о биохимии растений.	Лекции, семинары, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование, практические задачи	Задания из раздела 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4	Задания из раздела 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4	Задания из раздела 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4
ПК-3	Знает современные технологии в профессиональной деятельности, знает технологии возделывания сельскохозяйственных культур в открытом и закрытом грунте Умеет обосновывать применение современных технологий в профессиональной деятельности Реализует современные технологии в профессиональной деятельности	1-4	Сформированные и систематические знания основных научных направлений и школах о биохимии растений.	Лекции, семинары, самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование, практические задачи	Задания из раздела 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4	Задания из раздела 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4	Задания из раздела 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4

5.2.3 Промежуточная аттестация

Код	Планируемые результаты	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
				Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
УК-3	Знает основные методики проведения и постановки научных опытов с использованием современных методов исследования и информационнокоммуникационных технологий; Умеет применять полученные знания в практической и научной деятельности; Имеет навыки и (или) опыт деятельности проведения научно-исследовательской деятельности теоретических и практических знаний.	Лекции, семинары, самостоятельная работа	Зачет	Вопросы из раздела 5.3.1	Вопросы из раздела 5.3.1	Вопросы из раздела 5.3.1
ПК-3	Знает современные технологии в профессиональной деятельности, знает технологии возделывания сельскохозяйственных культур в открытом и закрытом грунте Умеет обосновывать применение современных технологий в профессиональной деятельности Реализует современные технологии в профессиональной деятельности	Лекции, семинары, самостоятельная работа	Зачет	Вопросы из раздела 5.3.1	Вопросы из раздела 5.3.1	Вопросы из раздела 5.3.1

5.2.4 Критерии оценки на зачете

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Аспирант выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Зачтено, продвинутый	Аспирант выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Зачтено, пороговый	Аспирант выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Не зачтено, компетенция не освоена	Аспирант выполнил не все задания, предусмотренные рабочей программой или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала и не умеет решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

5.2.5 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%

5.2.6 Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
--	--------------------

Зачтено, высокий	Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах

5.2.7 Критерии оценки решения задач

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

5. 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Вопросы к зачету

1. Основные группы углеводов и их содержание в растениях. Роль углеводов в жизнедеятельности растений и формировании качества растительной продукции.
2. Классификация моносахаридов по числу углеродных атомов и составу функциональных групп. Альдозы и кетозы растений, их свойства и функции в организме.
3. Оптическая изомерия моносахаридов. Образование циклических форм и особенности написания циклических форм. α - и β -изомеры моносахаридов.
4. Основные производные моносахаридов и их значение для растений, человека и животных (спирты, урсоловые кислоты, фосфорные эфиры и аминокислоты, гликозиды).

5. Важнейшие олигосахариды растений и их содержание в различных растительных продуктах, их строение и функции (сахароза, мальтоза, целлобиоза и др.).
6. Основные полисахариды растений, их функции в организме.
7. Строение и свойства крахмала. Запасной и ассимиляционный крахмал.
8. Строение, свойства клетчатки, гемицеллюлоз и пектиновых веществ.
9. Состав и свойства камедей и слизей.
10. Основные разновидности липидов и их значение для растений, человека и животных.
11. Строение и функции простых липидов – жиры и воска.
12. Строение и функции сложных липидов – фосфоглицеридов и гликолипидов.
13. Важнейшие представители стероидных липидов и их роль в растительном организме.
14. Строение, свойства и классификация аминокислот.
15. Протеиногенные и свободные аминокислоты. Понятие о незаменимых аминокислотах.
16. Общая схема строения полипептида. Механизм образования пептидной связи.
17. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков и ее биологическое значение.
18. Физико-химические свойства белков. Нативная конформация и денатурация белков.
19. Классификация белков. Функции белков в организме.
20. Белки клейковины и их значение в формировании качества зерна пшеницы.
21. Роль витаминов в обмене веществ. Классификация витаминов.
22. Биологическая роль и содержание в растительных продуктах важнейших витаминов.
23. Строение и общие свойства ферментов. Механизм ферментативного катализа.
24. Классификация жирных кислот. Незаменимые кислоты. Константы жиров и их использование для оценки пищевой пригодности и качества растительных масел.
25. Классификация ферментов.

26. Макроэргические соединения и их роль в процессах обмена веществ. Строение и роль АТФ как универсального переносчика энергии в организме.
27. Пути образования АТФ в растениях. Механизмы реакций субстратного, фотосинтетического и окислительного фосфорилирования.
28. Образование углеводов и других органических веществ при фотосинтезе. Цикл Кальвина. Цикл Хетча-Слэка.
29. Гликолатный цикл.
30. Пентозофосфатный цикл и его биологическая роль.
31. Механизм образования олиго- и полисахаридов.
32. Превращение липидов в углеводы (глюконеогенез).
33. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль.
34. Дыхание и брожение. Значение дыхания в обмене веществ. Гликолиз, цикл Кребса.
35. Механизм образования глицерина, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.
36. Синтез и распад жиров.
37. Механизмы альфа- и бета- окисления жирных кислот.
38. Пути образования аминокислот в растительных клетках. Механизм реакций восстановительного аминирования и переаминирования.
39. Ассимиляция растениями нитратного азота и причины накопления нитратов в растениях.
40. Биохимические механизмы связывания избыточного аммонийного азота. Механизмы образования амидов и реакции орнитинового цикла.
41. Восстановление молекулярного азота в процессе симбиотической и несимбиотической азотфиксации.
42. Строение и биологическая роль ДНК. Способы упаковки ДНК в хромосомах.
43. Понятие о генетическом коде и кодонах. Свойства генетического кода.
44. Основные типы РНК и их биологические функции.
45. Механизмы репликации ДНК и ее биологическая роль.
46. Гидроароматические и фенольные соединения и их функции в растительном организме.

47. Строение и свойства дубильных веществ, лигнина, их содержание в растениях.
48. Строение, свойства и классификация алкалоидов.
49. Строение, свойства гликозидов и их влияние на качество растительной продукции.
50. Состав и свойства эфирных масел.
51. Органические кислоты и их роль в растениях.
52. Особенности химического состава (биохимия) зерновых и зернобобовых культур.
53. Биохимия масличных и прядильных культур.
54. Биохимия картофеля и корнеплодов.
55. Биохимия овощных культур.
56. Биохимия плодовых и ягодных культур.
57. Биохимия кормовых культур.
58. Основные биохимические процессы, происходящие при созревании и хранении семян, плодов и других продуктивных частей растений.
59. Влияние природно-климатических факторов, удобрений, орошения и других условий выращивания на химический состав растений.
60. Основные направления современной биохимии. Применение достижений в сельском хозяйстве.

5.3.2 Вопросы для устного опроса

1. Белки, как биополимеры и продукты генной экспрессии в биохимии 21-го века.
2. Биохимический взгляд на общие закономерности образования нормальных и патологических фенотипов.
3. Мультиплексный анализ, основные виды мультиплексного анализа, используемые биохимией в постгеномном периоде.
4. Формирование и развитие геномных проектов; общая биохимическая характеристика результатов расшифровки генома человека.
5. Индивидуальная вариабельность биохимических признаков и биохимический полиморфизм.

6. Методические подходы в исследованиях нуклеиновых кислот как молекулярных маркеров патологических процессов разной этиологии (на конкретном примере).
7. Общие представления о биохимии нуклеиновых кислот, основные классы и функции в биохимии 21-го века.
8. Биохимические подходы к изучению молекулярных основ физиологических и патологических процессов.
9. Основные направления работ и общие принципы организации исследований в клинической биохимии 21-го века.
10. Общие представления о классификации липидов в биохимии 21-го века и роли этих соединений в живых организмах.
11. Биоинформатика в биохимии 21-ого века. Значение общедоступных баз данных (NCBI, UniProt и др.) в биохимических исследованиях белков и других биополимеров.
12. Методы изучения белков (на конкретном примере).
13. Отличительные особенности основных постгеномных дисциплин – геномики, транскриптомики, протеомики, метаболомики.
14. Общие представления о процессах репликации: основные ферменты.
15. Развитие аналитических и других исследовательских технологий, используемых в современной биохимии.
16. Гликобиология и биохимия углеводов в биохимии 21-го века: основные классы и их характеристики.
17. Общие представления о процессах транскрипции: основные ферменты.
18. Методы, использующие полимеразную цепную реакцию; роли в постгеномных биохимических исследованиях.
19. Современные подходы к классификации белков. Концепция белковых семейств и суперсемейств; общие представления о классификационном подходе, названном «онтология генов» (GeneOntology, GO).
20. Общие представления о процессах созревания (процессинга) пре-мРНК.
21. Иммуноферментный анализ в биохимии 21-го века.
22. Место протеомики в биохимии белков, как отдельной научной дисциплины; догеномный, геномный и постгеномный этапы развития.

23. Общие представления о белок-синтезирующих системах, основные участники.
24. Общие представления о методах ДНК-секвенирования.
25. Общие представления о метаболизме, метаболических ферментах и основных метаболитах. Метабономика.
26. Основные виды постсинтетических модификаций белков.
27. Методы изучения однонуклеотидных замен (рестрикционный анализ, анализ одноцепочечного конформационного полиморфизма и др.).
28. Виды ДНК-полиморфизма у эукариот, биологическое значение.
29. Общие представления о формировании функционально активных белках - продуктах генной экспрессии, роль шаперонов.
30. Биохимия апоптоза, роль каспаз.

5.3.3 Тестовые задания

1. Витамины – это...
 - а) высокомолекулярные органические соединения различного химического строения;
 - б) низкомолекулярные органические соединения различного химического строения;
 - в) низкомолекулярные органические вещества, содержащие аминогруппы;
 - г) высокомолекулярные органические вещества, содержащие аминогруппы.
2. Витамины...
 - а) могут входить в состав ферментов;
 - б) участвуют в биохимических процессах;
 - в) синтезируются только в растениях;
 - г) могут превращаться в провитамины.
3. Авитаминоз:
 - а) отсутствие витаминов;
 - б) избыток витаминов;
 - в) недостаток витаминов;
 - г) может привести к гиповитаминозу.
4. Жирорастворимые витамины:
 - а) А, Д2, В2, К;

- б) А, Д3, Е, К;
 - в) С, В1, В2, Е;
 - г) А, Е, Д, В3.
5. Водорастворимые витамины:
- а) Д3, В1, В2, С;
 - б) В6, С, РР, В3;
 - в) А, В1, В2, В3;
 - г) Е, С, Н, В2.
6. Ферменты – это...
- а) вещества углеводной природы;
 - б) вещества белковой природы;
 - в) вещества липидной природы;
 - г) энзимы.
7. Ферменты являются...
- а) регуляторами биохимических реакций;
 - б) катализаторами биохимических реакций;
 - в) активаторами субстрата;
 - г) активаторами клеточных мембран.
8. Ферменты могут состоять из...
- а) апофермента и кофермента;
 - б) апофермента и белковой части;
 - в) апофермента и небелковой части;
 - г) простетической группы и кофермента.
9. Апоферментом называется...
- а) фермент-субстратный комплекс;
 - б) сложный фермент;
 - в) простой фермент;
 - г) белковая часть фермента.
10. Кофермент...
- а) низкомолекулярная часть сложного фермента, прочно связанная с апоферментом;

- б) высокомолекулярная часть сложного фермента;
- в) низкомолекулярная часть сложного фермента, непрочно связанная с апоферментом;

г) фермент-субстратный комплекс.

11. Простетическая группа...

- а) небелковая часть сложного фермента, легко отделяющаяся от него;
- б) небелковая часть сложного фермента, прочно связанная с ним;
- в) белковая часть сложного фермента;
- г) белковая часть сложного фермента, связанная с кофактором.

12. По пути катализируемых реакций ферменты подразделяются на...

- а) оксидоредуктазы, трансферазы, цитохромы, гидролазы, изомеразы, лиазы;
- б) оксидоредуктазы, гидролазы, изомеразы, липазы, лиазы;
- в) оксидоредуктазы, гидролазы, изомеразы, трансферазы, липазы;
- г) оксидоредуктазы, гидролазы, трансферазы, изомеразы, лиазы, лигазы.

13. К оксидоредуктазам могут относиться...

- а) цитохромы и каталаза;
- б) амилаза и оксидаза;
- в) пероксидаза и пептидаза;
- г) уреазы и амидазы.

14. К гидролазам относятся...

- а) липаза и амилаза;
- б) уреазы и пероксидазы;
- в) пептидазы и карбоксилазы;
- г) амидазы и декарбоксилазы.

15. Пиридинзависимые дегидрогеназы содержат...

- а) витамин В1;
- б) витамин В2;
- в) витамин РР;
- г) Витамин Н.

16. Флавинзависимые дегидрогеназы содержат...

- а) витамин РР;

- б) витамин В2;
- в) кобаламин;
- г) витамин Д2.

17. Протеазы катализируют...

- а) расщепление пептидов;
- б) расщепление липидов;
- в) расщепление углеводов;
- г) расщепление нуклеотидов.

18. Энергия, необходимая для синтеза различных соединений, выделяется

- а) при окислении АТФ;
- б) при гидролизе АТФ;
- в) при диссоциации АТФ;
- г) в процессе образования АТФ.

19. Углеводы – это...

- а) альдегиды и кетоны многоатомных спиртов;
- б) продукты конденсации альдегидов и кетонов;
- в) сложные эфиры многоатомных спиртов;
- г) простые эфиры многоатомных спиртов.

20. К моносахаридам относятся...

- а) мальтоза;
- б) фруктоза;
- в) лактоза;
- г) сахароза.

21. Гликолиз – это...

- а) анаэробный распад глюкозы с образованием молочной кислоты;
- б) анаэробный распад глюкозы с образованием этилового спирта;
- в) аэробный распад глюкозы с образованием ацетил-КоА;
- г) аэробный распад глюкозы с образованием уксусной кислоты.

22. Процессы брожения...

- а) начинаются с гликолиза;
- б) заканчиваются гликолизом;

- в) протекают без гликолиза;
 - г) требуют применения оксидоредуктаз.
23. При спиртовом брожении конечными продуктами являются...
- а) ацетальдегид и этиловый спирт;
 - б) этиловый спирт и углекислый газ;
 - в) ацетил-КоА, этиловый спирт и углекислый газ;
 - г) ацетальдегид, этиловый спирт и углекислый газ.
24. Световая фаза фотосинтеза сопровождается...
- а) поглощением энергии хлорофиллом;
 - б) фиксацией и восстановлением углекислого газа;
 - в) поглощением энергии и фиксацией воды;
 - г) поглощением энергии и фиксацией углекислого газа и воды.
25. Темновая фаза фотосинтеза сопровождается...
- а) передачей накопленной энергии в реакционный центр;
 - б) фиксацией и восстановлением углекислого газа;
 - в) запасанием энергии в виде АТФ;
 - г) передачей электронов в реакционный центр.
26. Липидами называются...
- а) природные неполярные соединения, нерастворимые в неполярных органических растворителях;
 - б) природные неполярные соединения различного строения, растворимые в неполярных органических растворителях;
 - в) природные полярные соединения различного строения, растворимые в неполярных органических растворителях;
 - г) природные полярные соединения различного строения, нерастворимые в неполярных органических растворителях.
27. Нейтральные жиры – это...
- а) сложные эфиры высших жирных кислот и глицерина;
 - б) сложные эфиры высших жирных кислот и высших жирных спиртов;
 - в) сложные эфиры высших жирных кислот и полициклических спиртов;
 - г) сложные эфиры высших жирных кислот и глицерина, содержащие остаток фосфорной кислоты.

28. Сложноэфирные связи в молекулах нейтральных жиров подвергаются гидролизу при участии...
- а) фосфолипазы;
 - б) липазы;
 - в) фосфорилазы;
 - г) амилазы.
29. Высшие жирные кислоты в процессе обмена веществ разрушаются преимущественно путём...
- а) процессов восстановления;
 - б) α - окисления;
 - в) β - окисления;
 - г) гидролиза.
30. При β - окислении высших жирных кислот с нечётным количеством атомов углерода получается...
- а) пропионил-КоА и малонил-КоА;
 - б) ацетил-КоА и пропионил-КоА;
 - в) пропионил-КоА;
 - г) малонил-КоА.
31. Коэнзим-А является...
- а) коферментом, содержащим витамин А;
 - б) коферментом, переносящим остатки жирных кислот;
 - в) коферментом, переносящим остатки аминокислот;
 - г) коферментом ацилирования.
32. В цикле трикарбоновых кислот (цикл Кребса) происходит...
- а) полное окисление пировиноградной кислоты до углекислого газа и воды;
 - б) восстановление пировиноградной кислоты до молочной кислоты;
 - в) полный гидролиз триглицеридов;
 - г) превращение щавелевоуксусной кислоты в лимонную кислоту.
33. Белки состоят из...
- а) остатков жирных кислот;
 - б) остатков нуклеиновых кислот;

- в) остатков аминокислот;
 - г) остатков кетокислот.
34. Расщепление белков в животном организме происходит при участии...
- а) пепсина в кислой среде;
 - б) пепсина в щелочной среде;
 - в) амидазы в щелочной среде;
 - г) амидазы в кислой среде.
35. При полном гидролизе белков получают...
- а) карбоновые кислоты;
 - б) протеины;
 - в) нуклеиновые кислоты;
 - г) аминокислоты.
36. Для синтеза заменимых аминокислот в животном организме необходимы...
- а) соединения аммония;
 - б) нитраты;
 - в) нитриты;
 - г) азот (N_2).
37. Синтез белка включает стадии...
- а) прямого аминирования;
 - б) транскрипции;
 - в) переаминированияамино - и кетокислот;
 - г) взаимопревращения аминокислот.
38. Нуклеиновые кислоты состоят из...
- а) азотистых оснований, рибозы или дезоксирибозы, фосфорной кислоты;
 - б) азотистых оснований, глюкозы или дезоксиглюкозы, фосфорной кислоты;
 - в) пуриновых и пиримидиновых оснований, фосфорной кислоты;
 - г) пуриновых и пиримидиновых оснований, рибозы или дезоксирибозы.
39. Функции т-РНК состоят в... а) транскрипции на ДНК;
- б) передаче информации о структуре белка;
 - в) переносе аминокислот в рибосомы;
 - г) образовании каркаса, к которому прикрепляются белки.

40. Функции м-РНК состоят в...

- а) переносе аминокислот на рибосому;
- б) передаче информации о структуре белка;
- в) образовании комплекса с белком в рибосомах;
- г) узнавании соответствующей аминокислоты.

41. Функции ДНК состоят в...

- а) трансляции с помощью м-РНК;
- б) передаче информации о последовательности соединения аминокислот в белке;
- в) транскрипции с помощью т-РНК;
- г) переносе нужных аминокислот в рибосомы.

3.3.4 Практические задачи для оценки знаний

Задание 1. Дайте классификацию углеводов растений, опишите, какие функции выполняют отдельные типы углеводов в растениях.

Задание 2. Опишите, какие типы липидов синтезируются в растениях, какие функции они выполняют. Какие характеристики используются для оценки пищевой пригодности и качества растительных масел.

Задание 3. Опишите строение, свойства и функции нуклеотидов. Дайте классификацию нуклеотидов по их функциям в клеточном метаболизме.

Задание 4. Опишите строение, свойства и функции белков, приведите данные из литературных источников по содержанию и составу белков в продуктах растительного и животного происхождения.

Задание 5. Опишите современную классификацию ферментов и принципы регуляции ферментативных реакций.

Задание 6. Опишите превращения углеводов на примере пентозо-фосфатного и глиоксилатного цикла, ответьте, в чем состоит биологическая роль этих циклов.

Задание 7. Опишите основные пути метаболизма азота в растениях, дайте количественную оценку содержания азота в различных классах органических и неорганических соединениях клетки.

Задание 8. Опишите важнейшие представители оксибензойных и оксикоричных кислот и их значение для растений.

Задание 9. Опишите состав и свойства эфирных масел. Найдите в литературе данные о содержании эфирных масел в плодах, овощах, эфирноносных растениях.

Задание 10. Дайте биохимическую характеристику алкалоидам. Приведите данные литературы об изменении содержания алкалоидов в процессе роста и развития растений.

Задание 11. Дайте биохимическую характеристику важнейшим гликозидам. Приведите данные литературы о содержании гликозидов в растительных продуктах.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов П ВГАУ 2.3.07 – 2022 ПОЛОЖЕНИЕ о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов

5.4.2 Методические указания по проведению текущего контроля

1.	Сроки проведения текущего контроля	На практических занятиях
2.	Место и время проведения текущего контроля	В учебной аудитории в течение практического занятия
3.	Требования к техническому оснащению аудитории	в соответствии с ОПОП и рабочей программой
4.	Ф.И.О. преподавателя (ей), проводящих процедуру контроля	Проф. Верзилина Н.Д..
5.	Вид и форма заданий	Собеседование
6.	Время для выполнения заданий	в течение занятия
7.	Возможность использования дополнительных материалов.	Обучающийся может пользоваться дополнительными материалами
8.	Ф.И.О. преподавателя (ей), обрабатывающих результаты	Проф. Верзилина Н.Д..
9.	Методы оценки результатов	Экспертный
10.	Предъявление результатов	Оценка выставляется в журнал/доводится до сведения обучающихся в течение занятия
11.	Апелляция результатов	В порядке, установленном нормативными документами, регулирующими образовательный процесс в Воронежском ГАУ

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература 6.1.1

Основная литература

№	Перечень и реквизиты литературы	Количество скз. в биб- лиотеке
1	Савина О. В. Биохимия растений [Электронный ресурс]. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 227 с. <URL: https://urait.ru/bcode/495069	ЭИ
2	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун, Дж. Файфф [Электронный ресурс]. Москва: Лаборатория знаний, 2020. 853 с. <URL: https://www.iprbookshop.ru/26065.html	ЭИ
3	Ян Кольман, Клаус-Генрих Рём Наглядная биохимия [Электронный ресурс]. Москва: Лаборатория знаний, 2019. – 512 с. <URL: https://www.iprbookshop.ru/88936.html	ЭИ

6.1.2 Дополнительная литература

№	Перечень и реквизиты литературы	Количество скз. в биб- лиотеке
1	Антиоксиданты растений и методы их определения / Н.А. Голубкина, Е.Г. Кекина, А.В. Молчанова [Электронный ресурс]. – Москва: ИНФРАМ, 2023. – 181 с. <URL: https://znanium.com/catalog/product/189392	ЭИ
2	Волынец А. П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений [Электронный ресурс]. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 284 с. <URL: https://www.iprbookshop.ru/29532.html	ЭИ
3	Новикова Н. Е. Вторичные метаболиты растений [Электронный ресурс]. – Орел: Орловский государственный аграрный университет, 2018. – 111 с. <URL: https://www.iprbookshop.ru/101300.htm	ЭИ
4.	Основы биохимии вторичного обмена растений / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, И. Б. Чукина [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. – 128 с. <URL: https://www.iprbookshop.ru/65956.html	ЭИ

6.1.3 Методические указания

№	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Количество скз. в биб- лиотеке
---	--	--------------------------------------

1	Биохимическая генетика продукционных процессов у растений. Методические по изучению дисциплины и организации самостоятельной работы для аспирантов, обучающихся по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре для специальности – 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений. – Воронеж: ВГАУ, 2022. – 17 с. <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m7440.pdf >.	ЭИ
---	---	----

6.1.4 Периодические издания

№	Перечень периодических изданий
1	Физиология растений. – Москва: Наука, 2000-2022 гг.
2	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: ВГАУ, 1998-2022 гг. <URL: http://vestnik.vsau.ru/ >
3	Известия Тимирязевской сельскохозяйственной Академии. – Москва :Сельхозгиз, 1952-2022 гг.
4	Сельскохозяйственная биология. – М., 2014-2022 гг. <URL: https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9092 >.

6.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://znanium.com> – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I;
2. <http://e.lanbook.com> – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I;
3. www.prospektnauki.ru – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I ;
4. <http://rucont.ru/> – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I ;
5. <http://www.cnshb.ru/terminal/> – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I;
6. www.elibrary.ru – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I ;
7. <http://archive.neicon.ru/> – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I;
8. <https://нэб.рф/> – электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I;
9. <http://mcx.ru> – официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ;
10. <http://rosselhocenter.com> – Российский сельскохозяйственный центр;
11. <http://agronomiy.ru> – агрономический портал-сайт о сельском хозяйстве России;
12. <http://www.agronom.info> – агрономический портал "Агроном. Инфо";
13. <http://www.control.mnr.gov.ru> – официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования;
14. <http://cnshb.ru/aw/russian> – база данных для сбора и представления информации по сельскохозяйственным учреждениям и научным учреждениям аграрного профиля;

15. http://www.cnshb.ru/f_t_jour.shtm – международная база данных на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки РАСХН;
16. <http://www.cnshb.ru/artefact3/ia/ia1.asp?lv=11&un=anonymous&p1=&em=c2R> – документо-графическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений);
17. <http://cyberleninka.ru> – научные журналы и статьи;
18. <http://nauki-online.ru> – сайт биологических и естественных наук;

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.

№	Вид учебного	Наименование	Функция программного обеспечения		
п/п	занятия		контроль	моделирующая	обучающая
1	Практические занятия	AST	+	+	-
2	Лекция, ПЗ	Microsoft Office 2010 Std	-	-	+

6.3.2. Аудио- и видеопособия.

№	Вид работы	Название
1.	Учебный фильм	Белки.
2	Учебный фильм	Азот в жизни растений.

6.3.3 Компьютерные презентации учебных курсов

№п/п	Тема лекции
1	Введение. Биохимия как наука. Основные открытия и достижения биохимиков.
2	Общая характеристика и классификация углеводов. Липиды и их значение для растений.
3	Аминокислоты.
4	Ферменты и биохимическая энергетика.
5	Обмен веществ в растительных организмах.
6	Вещества вторичного происхождения.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебнонаглядных 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, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

Лаборатория биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции: ферментер автоклавируемый ФА-10, автоклав вертикальный BioMedic LAC-5100SD, бокс ламинарный микробиологической безопасности ЛБ-1К, напольная высокоскоростная рефрижераторная центрифуга HeroLab Hi Gen GR, настольная центрифуга с охлаждением LMC-4200R, настольный шейкер-инкубатор с функцией охлаждения Innova 40R, напольный шейкеринкубатор с функцией охлаждения Innova 44R New Brunswick, стерилизатор суховоздушный Memmert SF160, термостат суховоздушный ТС-1/80 СПУ, мешалка верхнеприводная RW 20 digital, IKA, лабораторные весы ACOM JW-1-1500, микроскоп EuromexiScore, водяная баня 6местная OLAB WBF-06H. Лаборатория биотехнологии растений: генетический анализатор «Нанофор-05», амплификатор нуклеиновых кислот термоциклический (термоциклер) лабораторный, автоматический, T100™ ThermalCycler, амплификатор нуклеиновых кислот термоциклический (в реальном времени термоциклер) ИВД, лабораторный, автоматический, C1000 Touch™ ThermalCycler, стерилизатор паровой автоматический для стерилизации растворов, ВКа-75-Р-«ПЗ», шкаф сушильный лабораторный, ШС-80-01 СПУ (200°C), бидистиллятор, GFL 2104, весы аналитические, PA64 (Ohaus), прецизионные весы Ohaus PA2102C, шейкер OS-20, Biosan, магнитная мешалка с нагревом MSH-300i, гомогенизатор Precellys Evolution, бокс бактериальной воздушной среды БАВнп-01-"Ламинар-С"-1,8, климатическая ростовая камера GC-300TLN трансиллюминатор «Квант-С», микроскоп Olympus CX31, встряхиватель вибрационный Vortex (Вортекс) ELMIV-3, Biosan, термостат твердотель-	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81 д. корп.1, а. 16 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81 д. корп.1, а. 15,17, 18, 19
ный СН-100 с охлаждением и перемешиванием, Biosan, источник питания Эльф 8, камера для горизонтального электрофореза Sub Cell GT, BioRad, центрифуга 5418 R.	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду; доступ к справочно-правовым системам Гарант и Консультант Плюс; электронные учебно-методические материалы; используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационнообразовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, ЯндексБраузер /Mozilla Firefox / Internet Explorer	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а. 115, 116 (с 16 до 20 ч.), а. 232 а
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а. 313
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

8. Междисциплинарные связи

Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Подразделение, с которым проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Физиологические основы устойчивости растений	Передовая инженерная школа	Согласовано.
Иностранный язык	Передовая инженерная школа	Согласовано.

Приложение 1

Лист периодических проверок программы и информация о внесенных изменениях

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата и номер протокола засе- дания	Потребность в коррек- тировке указа- нием соответствующих разделов рабочей про- граммы	Информация о внесен- ных изменениях
Председатель совета руководителей образовательных программ ПИШ Голева Г.Г.	№ 7 от 25.06.2025 г.	Разработана для набора 2025-2026 учебный год	-