

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Биотехнологическое производство вторичных метаболитов растений

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
19.04.01 - Биотехнология

---

Направленность образовательной программы  
Общая биотехнология

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.07 Биотехнологическое производство вторичных метаболитов растений относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен выполнять фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования и разработки в области биологии и биотехнологий	<p>ПК-1.1: Выполняет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области биологии и биотехнологий</p> <p>ПК-1.2: Может ставить цели, обосновывать методы и анализировать результаты фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области биологии и биотехнологий</p> <p>ПК-1.3: Применяет методы проведения научных исследований и разработок, осуществляет выполнение экспериментов в области биологии и биотехнологий</p>	<p>ПК-1.1: Знать способы обработки и анализа научно-технической информации и результатов научных исследований в области биологии и биотехнологий. Уметь обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты научных исследований в области биологии и биотехнологий. Владеть навыками обработки и анализа результатов собственных исследований и опубликованных в научной литературе исследований, владеть опытом представления результатов в виде доклада.</p> <p>ПК-1.2: Знать направления современных научных исследований, основные достижения и проблемы биотехнологии, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации. Уметь формулировать цель исследования, проводить подбор методов исследования в соответствии с целью и</p>	<p>Доклад-презентация</p> <p>Задания</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>задачами, анализировать результаты разработок в области биотехнологий и биологии.</p> <p>Владеть навыками составления аналитических обзоров, результирующих таблиц, интегральных схем, отчетов.</p> <p>ПК-1.3:</p> <p>Знать принципы биотехнологических методов и подходов, их преимущества и ограничения.</p> <p>Уметь выбирать методы исследования на основе их преимуществ и недостатков.</p> <p>Владеть навыками выбора методов исследования, проведения биотехнологических исследований, формулировки выводов и рекомендаций.</p>		
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	28
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	70
- КСР	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>9</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем),	Самостоятельная работа

		часы из них			обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Биотехнология. История. Определения, понятия	7	2	4	6	1
Технологические процессы и типы оборудования	11	2	8	10	1
Производство и исследование биологически активных веществ	9	2	6	8	1
Источники получения биологически активных веществ, запрещенные сырьевые материалы	11	2	8	10	1
Критерии качества биологически активных веществ	11	2	8	10	1
Положения и документы, регламентирующие анализ биологически активных веществ	7	2	4	6	1
Производство алкалоидов	19	8	10	18	1
Производство терпенов	13	4	8	12	1
Производство прочих соединений	19	4	14	18	1
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	28	70	99	9

### Содержание разделов и тем дисциплины

- Биотехнология. История. Определения, понятия

Биотехнологии растений. Вторичные метаболиты растений, история их изучения и получения.

Основные группы вторичных метаболитов растений, пути и ферменты синтеза, локализация вторичного метаболизма.

- Технологические процессы и типы оборудования

Культивирование растительных клеток и тканей in vitro. Открытая, закрытая системы культивирования.

Иммунизация клеток. Биореакторы, автоклавы, климатикамеры.

- Производство и исследование биологически активных веществ

Качественный, количественный анализ биологически активных веществ. Физиологические, микробиологические тесты для оценки биологической активности.

- Источники получения биологически активных веществ, запрещенные сырьевые материалы

Продуценты биологически активных веществ: растения, грибы, бактерии, водные беспозвоночные животные, амфибии. Каллусные, суспензионные культуры, культура "бородатых корней".

- Критерии качества биологически активных веществ

Числовые показатели биологически активных веществ. Единицы действия. Виды токсичности.

Летальная, эффективная, терапевтическая доза.

- Положения и документы, регламентирующие анализ биологически активных веществ

Законодательство России и других стран, регламентирующее производство и анализ биологически активных веществ. Генетическая инженерия и биобезопасность.

- Производство алкалоидов

Биотехнологическое производство винкаалкалоидов, колхицина, берберины, никотина, резерпина, хинина, атропина, скополамина, аконитина, галантамина.

- Производство терпенов

Биотехнологическое производство таксанов, гинзенозидов, стевииозидов, картамина, дигоксина,

каротиноидов, эфирных масел.

- Производство прочих соединений

Биотехнологическое производство шиконина, подофиллотоксина, розмариновой кислоты, арбутина, ванилина, антоцианов, бетаксантинов.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение литературы о биотехнологии растений и о вторичных метаболитах растений (учебников, справочных материалов, специальных источников, статей из периодических изданий и т.п.), необходимой для освоения теоретических вопросов, подготовки к текущему контролю в форме заданий, доклада-презентации, промежуточному контролю в форме зачета.
- подготовка к докладу с презентацией;
- оформление отчетов;
- подготовка к зачету.

Требования к докладу и презентации

Время доклада – 10 мин. Желательно свободное изложение доклада без зачитывания печатного текста. Во время доклада приветствуется обращение к слайдам презентации.

Презентация должна быть выполнена в программе PowerPoint, фон слайдов светлый, шрифт темный контрастный Times New Roman, кегль 16-20. Презентация должна быть хорошо иллюстрирована рисунками, схемами и таблицами. Все рисунки, схемы и таблицы должны иметь названия, подписи и расшифровки подписей. Дизайн презентации может содержать эмблемы ННГУ. Содержание презентации должно соответствовать устному докладу, текст и иллюстрации на слайдах должны быть в достаточном количестве (слайды не перегружены). Общее количество слайдов не должно превышать 18.

Примерные темы докладов

Получение вторичных метаболитов методами биотехнологии растений:

Подходы к увеличению содержания вторичных метаболитов в растительных культурах:

1. модификации базового состава питательных сред,
2. использование биосинтетических предшественников,
3. биотрансформация,
4. воздействие физическими факторами,
5. воздействие химическими факторами,
6. элиситация,
7. клеточная селекция,
8. иммобилизация,
9. генетическая трансформация,
10. редактирование генома.

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

По результатам лабораторных работ студенты оформляют отчеты. Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в

единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы, включающие качественный анализ биомолекул, должны быть проиллюстрированы схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержать словесное описание и/или изображение полученных результатов качественных реакций. Работы, включающие количественный анализ, должны включать расчетные формулы, первичные данные (в т.ч. калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

Примерные темы докладов

1. Получение капсаицина методами биотехнологии растений.
2. Подходы к увеличению содержания вторичных метаболитов в растительных культурах.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выступающий с докладом владеет его содержанием, грамотно излагает материал, отвечает на вопросы аудитории. Оформление слайдов презентации соответствует теме доклада, не препятствует восприятию содержания.
не зачтено	Выступающий с докладом не владеет его содержанием, не отвечает на вопросы аудитории. Оформление слайдов презентации не соответствует теме доклада, либо презентация отсутствует.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

1. Что представляет собой резерпин с химической точки зрения?
2. Почему реакция Витали-Морена для скополамина будет положительной?
3. Как отличить хинина гидрохлорид от хинина дигидрохлорида?
4. На каких свойствах папаверина основана реакция его идентификации?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал ответ на вопросы задания, продемонстрировав как минимум удовлетворительный уровень подготовки
не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения и проработки материала.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Оформить отчет по лабораторной работе "Выделение, количественное определение, оценка чистоты соланина".
2. Оформить отчет по лабораторной работе "Получение эфирных масел".

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчеты полностью соответствуют предъявляемым требованиям. Отчеты сданы не позднее, чем на последнем практическом занятии. В отчеты внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя.
не зачтено	Отчеты не соответствуют предъявляемым требованиям. Отчеты не сданы на последнем практическом занятии. В отчеты не внесены исправления согласно замечаниям преподавателя.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	знаний вследствие отказа обучающегося от ответа		много негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	подготовк и. Ошибок нет.	
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами .	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».



	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	--------------	---------------------------------------------------------

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Проблемы и перспективы биотехнологического производства вторичных метаболитов растений.
2. Примеры успешных коммерческих биотехнологических производств.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все индикаторы компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы один индикатор компетенции сформирован на уровне «неудовлетворительно» или «плохо».

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Белокурова Е. С. Биотехнология продуктов растительного происхождения : учебное пособие / Белокурова Е. С., Иванченко О. Б. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 232 с. - Книга из коллекции Лань - Технологии пищевых производств. - ISBN 978-5-8114-3630-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=881166&idb=0>.
2. Биотехнология. Практикум по культивированию клеточных культур : Учебное пособие / Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора; Новосибирский государственный педагогический университет; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 142 с. - (Среднее профессиональное образование). - Среднее профессиональное образование. - ISBN 978-5-16-015953-9. - ISBN 978-5-16-108343-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=875573&idb=0>.
3. Загоскина Н. В. Биотехнология : учебник и практикум / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. - 4-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 384 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-16026-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=871093&idb=0>.
4. Виноходов В. О. Общая биотехнология : учебник / Виноходов В. О., Виноходов Д. О., Виноходова М. В. - Санкт-Петербург : СПбГУВМ, 2022. - 156 с. - Книга из коллекции СПбГУВМ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=863388&idb=0.

5. Биотехнология растений : учебник и практикум / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 161 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-05619-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843249&idb=0>.
6. Милехина Н. В. Сельскохозяйственная биотехнология : учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий (с элементами дидактического материала) для студентов направления подготовки 35.03.07 технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции профиль технология производства и переработки продукции растениеводства / Милехина Н. В., Симонов В. Ю. - Брянск : Брянский ГАУ, 2022. - 53 с. - Книга из коллекции Брянский ГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=860342&idb=0>.
7. Общая биотехнология : толковый словарь к учебнику / Виноходов В. О., Виноходов Д. О., Виноходова М. В., Николаева И. А. - Санкт-Петербург : СПбГУВМ, 2023. - 172 с. - Книга из коллекции СПбГУВМ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863389&idb=0>.
8. Чечина О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие / О. Н. Чечина. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 266 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-13660-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842159&idb=0>.
9. Биохимия растений: вторичный обмен : учебное пособие / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, Н. В. Чукина ; под общей редакцией Г. Г. Борисовой. - Москва : Юрайт, 2023. - 128 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-17525-7. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=871637&idb=0>.

#### Дополнительная литература:

1. Антипова Л. В. Биотехнология пищи: физические методы : учебное пособие / Л. В. Антипова, С. С. Антипов, С. А. Титов. - Москва : Юрайт, 2023. - 210 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-13162-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=848124&idb=0>.
2. Блохин Юрий Иванович. Органическая химия в пищевых биотехнологиях : Учебник / Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина; Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 252 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-019083-9. - ISBN 978-5-16-106523-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=875756&idb=0>.
3. Луканин Александр Васильевич (Российский университет дружбы народов). Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 304 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-019554-4. - ISBN 978-5-16-103738-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=890403&idb=0>.
4. Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебно-методическое пособие / Якупов Т. Р., Зиннатов Ф. Ф. - Казань : КГАУ, 2020. - 104 с. - Книга из коллекции КГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=859727&idb=0>.

5. Новикова Н. Е. Вторичные метаболиты растений : учебно-методическое пособие / Новикова Н. Е. - Орел : ОрелГАУ, 2018. - 111 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ОрелГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=721070&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: вытяжным шкафом, дистиллятором, холодильником, термостатом, водяной баней, фотометром, спектрофотометром, микроскопами, весами техническими и аналитическими, магнитными мешалками, рН-метром, центрифугой, сухожаровым стерилизатором, медицинским паровым стерилизатором, роторным испарителем, электрическими плитками, шейкерами, тепловентиляторами, хроматографическими камерами, боксом абактериальной воздушной среды, светильниками с таймером, стеллажами с подсветкой, климатической камерой, фотоаппаратом, необходимым комплектом химической посуды, материалов, реактивов, дозаторов, микрошприцов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 19.04.01 - Биотехнология.

Автор(ы): Березина Екатерина Васильевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.