

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

Анализ данных для задач биотехнологии

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.О.08 Анализ данных для задач биотехнологии относится к обязательной части 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
ОПК-2: Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1: Имеет представление о работе с программным обеспечением, базами данных, применяемыми для решения задач профессиональной деятельности ОПК-2.2: Использует специализированное программное обеспечение при обработке данных ОПК-2.3: Может применять специализированные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1: Знает современные компьютерные технологии и программы для анализа данных, правила работы и синтаксис языка для статистических вычислений R ОПК-2.2: Уметь работать с разными типами данных с использованием языка R, загружать и манипулировать таблицами данных, выбирать подходящий способ визуализации данных ОПК-2.3: Владеет навыками проведения анализа данных с использованием языка R, построения статистических моделей и использования статистических тестов на языке R, интерпретации и визуализации результатов исследования с помощью графической подсистемы языка R	Расчетно-графическое задание Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-3: Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере	ОПК-3.1: Знаком с типичными алгоритмами разработки программ в сфере своей профессиональной	ОПК-3.1: Знает принципы планирования эксперимента; основные математические законы, лежащие в основе актуальных	Расчетно-графическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

своей профессиональной деятельности	<p>деятельности</p> <p>ОПК-3.2: Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах</p> <p>ОПК-3.3: Имеет опыт разработки алгоритмов, программ в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>подходов к анализу данных; правила выбора статистических критериев для тестирования гипотез; принципы построения математических моделей и прогнозов в биологических исследованиях</p> <p>ОПК-3.2: Умеет выбирать соответствующие типу данных критерии и методы математической статистики, интерпретировать результаты анализа</p> <p>ОПК-3.3: Владеет навыками создания математических моделей, навыками построения прогнозов на основе созданных моделей</p>		
-------------------------------------	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	1
самостоятельная работа	23
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

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	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Основные понятия количественного анализа данных	4	2	2	4	
Тема 2. Основы программирования на языке R	5	2	2	4	1
Тема 3. Элементы теории вероятностей	6	2	2	4	2
Тема 4. Основы базовой графической системы R	8	2	2	4	4
Тема 5. Нормальное распределение	5	2	2	4	1
Тема 6. Описательная статистика и визуализация данных в R	8	2	2	4	4
Тема 7. Проверка статистических гипотез	5	2	2	4	1
Тема 8. Доверительный интервал	5	2	2	4	1
Тема 9. Анализ качественных данных	5	2	2	4	1
Тема 10. Анализ средних: критерий Стьюдента и дисперсионный анализ	8	2	2	4	4
Тема 11. Регрессионный анализ	6	2	2	4	2
Тема 12. Обобщенные линейные модели	6	2	2	4	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	24	24	49	23

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные понятия количественного анализа данных

Тема 2. Основы программирования на языке R

Тема 3. Элементы теории вероятностей

Тема 4. Основы базовой графической системы R

Тема 5. Нормальное распределение

Тема 6. Описательная статистика и визуализация данных в R

Тема 7. Проверка статистических гипотез

Тема 8. Доверительный интервал

Тема 9. Анализ качественных данных

Тема 10. Анализ средних: критерий Стьюдента и дисперсионный анализ

Тема 11. Регрессионный анализ

Тема 12. Обобщенные линейные модели

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.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретических сведений и отработку конкретных навыков работы в программной среде R, формирование культуры

работы с данными.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Виды самостоятельной работы студентов:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины и решение задач;
- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- самоподготовка к занятиям практического типа;
- подготовка к решению задач;
- подготовка к тестам;
- подготовка к зачету.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной

дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

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 - Расчетно-графическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Вычислите следующее выражение:

$$1.06 + \frac{(3.85 - 2.77)^3}{4.56}$$

2. Вычислите следующее выражение:

$$\sin \frac{(3.68 + 2.93)^4}{1 + 1.71}$$

3. Создайте переменную a и присвойте ей значение 2.82. Создайте переменную b и присвойте ей значение 3.83.
4. Вычислите квадрат суммы значений a и b и присвойте результат переменной d.
5. Округлите d до третьего знака после запятой, результат присвойте той же переменной и выведите в консоль.
6. Вычислите остаток от деления d на 2 и присвойте результат переменной residual.
7. Выведите в консоль список имен всех переменных рабочего пространства.
8. Удалите переменную a из рабочего пространства.
9. Выведите в консоль текущую рабочую директорию.
10. Сохраните рабочее пространство в файл hw1.surname.rda, где surname - фамилия (предпочтительно - латиницей).
11. Сохраните итоговый скрипт в файл hw1.surname.r.
12. Отправьте два файла на адрес преподавателя в сообщении с темой group.surname.hw1, где group - номер группы.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Расчетно-графическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Создайте следующий вектор p с помощью функции гер() и индексирования:

```
## (-5, 3, 5, -5, 3, 5, 3, 5, -5, 3, 5, -5, 3, 5, -5, 3, 5)
```

2. Следующая команда генерирует выборку из 1000 случайных чисел, подчиняющихся стандартному нормальному распределению.

```
sam <- rnorm(1000)
```

3. Выполните ее. Вычислите число элементов вектора sam, больших 0.135.

4. Вычислите сумму 10 наибольших элементов вектора sam.

5. Постройте гистограмму значений элементов вектора sam на основе 50 интервалов с отображением не частот, а относительной плотности (используйте аргумент freq = F). Столбцы гистограммы должны быть залиты пшеничным цветом. На гистограмму наложите график плотности стандартного нормального распределения в виде штрих-пунктирной линии тройной толщины голубого цвета. Итоговый график снабдите легендой, в которой отображены залитая область, соответствующая гистограмме и линия, соответствующая плотности распределения. Указание. Для наложения плотности создайте последовательность чисел, соответствующих диапазону варьирования данных, рассчитайте для нее значения плотности с помощью функции dnorm() и сохраните их в отдельном векторе.

Описание данных к заданиям 6-9. В файле apis.rda содержится фрейм с данными по морфологической изменчивости пчел трех пород (переменная breed). Набор признаков включает шесть количественных (длина хоботка – proboscis, длина третьего тергита – tergite.length, ширина третьего тергита – tergite.width, длина крыла – wing.length, ширина крыла – wing.width, кубитальный индекс – cubital.index) и один качественный (дискоидальное смещение – discoidal.shift). Помимо породной принадлежности указана также семейная принадлежность (переменная family).

6. Загрузите данные по пчелам. Выберите в новый фрейм данные по пчелам породы *Apis mellifera caucasica*.

7. Рассчитайте медиану, стандартное отклонение, дисперсию, а также тридцатый процентиль длины крыла пчел породы *Apis mellifera caucasica* и сохраните в новом векторе 'descr' в указанном порядке.

8. Рассчитайте натуральную частоту и долю пчел породы *Apis mellifera carnica*, имеющих нейтральное дискоидальное смещение, и сохраните их в векторе 'disc'.

9. Постройте параллельную диаграмму размахов длины хоботка для трех пород пчел в вертикальном исполнении. Отдельные диаграммы размахов должны отличаться цветом (цвет на ваше усмотрение). Оси и график должны быть подписаны.

Критерии оценивания (оценочное средство - Расчетно-графическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50–100% правильно выполненных задач
не зачтено	менее 50% правильно выполненных задач

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Число братьев и сестер у пациента является переменной следующего типа:

а) альтернативная; б) категориальная; в) дискретная; г) непрерывная.

2. Какая из переменных является категориальной?

а) рост; б) концентрация гемоглобина;

в) тип опухоли; г) возраст.

3. Выборочная статистика – это:

а) среднее и стандартное отклонение;

б) точечная оценка генерального среднего;

в) количественный показатель, рассчитываемый на основе выборочных данных;

г) количественный показатель, используемый для проверки статистической гипотезы.

4. Множество, представляющее интерес для исследователя, осуществляющего статистический анализ, называется:

а) выборка; б) генеральная совокупность; в) проба; г) описательная статистика.

5. 10 студентов писали тест и получили следующие баллы: 5, 7, 2, 1, 3, 4, 8, 8, 6, 6. Какова медиана этой выборки?

а) 4.5; б) 5; в) 5.5; г) 6.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50–100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

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 знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	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 ОПК-2

1. Общая структура научного исследования. Наблюдения и эксперименты.
2. Принципы планирования эксперимента.
3. Типы переменных. Матрица данных.
4. Отношения между переменными.
5. Выборочный метод.
6. Репрезентативность.
7. Описание количественных данных: меры положения.
8. Описание количественных данных: меры разброса.
9. Принципы построения гистограммы.
10. Виды распределений: модальность, скошенность.
11. Процентили и квантили.
12. Диаграмма размахов.
13. Описание качественных данных.
14. Случайные события. Алгебра событий. Теорема сложения вероятностей.
15. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей.
16. Повторение испытаний. Формула Бернулли.
17. Случайные величины. Распределение вероятностей.
18. Общая характеристика нормального распределения.
19. z-преобразование.
20. Плотность распределения.
21. Функция распределения.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Диагностика нормального распределения: визуальные средства.
2. Диагностика нормального распределения: формальные критерии.
3. Структура статистического критерия. Гипотезы.
4. Процедура проверки гипотез.
5. Критериальная статистика. р-значение.
6. Ошибки статистических критериев.
7. Односторонние и двусторонние критерии.
8. Расчет вероятности попадания в интервал.
9. Расчет вероятностей отклонения от среднего.
10. Стандартная ошибка.
11. Доверительный интервал.
12. Доверительная вероятность.
13. Использование нормального распределения для проверки гипотез
14. Числовые характеристики выборки: меры положения и разброса, частоты и доли.
15. Средства визуализации данных: гистограмма и диаграмма размахов.
16. Перевыборка как способ получения устойчивых оценок.
17. Методы бутстреп-оценки.
18. Сравнение выборочной доли с эталонным значением.
19. Сравнение выборочных долей.
20. Сравнение выборочного распределения с теоретическим.
21. Анализ зависимости двух качественных переменных.
22. Анализ качественных переменных без использования аппроксимаций.
23. Критерий Стьюдента: сравнение средних двух выборок.
24. Критерий Фишера: сравнение дисперсий двух выборок.
25. Доверительные интервалы для среднего и стандартного отклонения.
26. Критерии Уилкоксона и Манна-Уитни.
27. Регрессионный анализ: предположения, метод наименьших квадратов.
28. Регрессионный анализ: оценка разброса вокруг линии регрессии, доверительная область.
29. Коэффициент корреляции, его свойства, определение значимости.
30. Соотношение между регрессионным и корреляционным анализом.
31. Непараметрические коэффициенты корреляции, их значимость.
32. Однофакторный дисперсионный анализ.
33. Критерий Крускала-Уоллиса.
34. Многофакторный дисперсионный анализ.
35. Взаимодействие в многофакторном дисперсионном анализе.
36. Проблема множественных сравнений.
37. Множественные сравнения с контрольной группой.
38. Множественные сравнения с учетом зависимости данных.
39. Многомерный дисперсионный анализ.
40. Анализ комплекса признаков.
41. Множественная регрессия.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50–100% правильных ответов на вопросы
не зачтено	менее 50% правильных ответов на вопросы

Оценка	Критерии оценивания

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

Основная литература:

1. Анализ данных : учебник / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. - Москва : Юрайт, 2023. - 490 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00616-2. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847079&idb=0>.
2. Энатская Н. Ю. Математическая статистика и случайные процессы : учебное пособие / Н. Ю. Энатская. - Москва : Юрайт, 2023. - 201 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-9808-5. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=848905&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 479 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00211-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842020&idb=0>.
2. Гашев С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica / Гашев С. Н., Бетляева Ф. Х., Lupinos М. Ю. - Москва : Юрайт, 2022. - 207 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492334> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02265-0 : 559.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784580&idb=0>.

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

1. <http://www.r-project.org/> – R Project: The R Project for Statistical Computing.
2. <http://cran.r-project.org/> – CRAN: The Comprehensive R Archive.
3. <http://www.rstudio.com/> – R Studio web-site.
4. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/> – электронный учебник по статистике и планированию эксперимента.
5. <http://r-analytics.blogspot.ru/> – R: Анализ и визуализация данных.
6. <http://www.r-bloggers.com/> – R-bloggers: R news and tutorials contributed by (552) R bloggers.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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): Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук.

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