

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
Президиумом ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

***Статистические методы в
обработке полевых данных***

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
3	ФТД. Факультативы	Дисциплина <i>ФТД.04 Статистические методы в обработке полевых данных</i> является факультативом в ООП направления подготовки <i>06.03.01 Биология</i> .

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов научно-мировоззренческой позиции в отношении различных способов сбора и обработки научного материала, получаемого в полевых условиях, а также методов его камеральной обработки;
- овладение методами статистической обработки экологических, фаунистических, геоботанических и флористических исследований в мануальном режиме, с помощью специального программного обеспечения.

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

3

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**	
ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и	ОПК-6.1 Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований	<i>Знает этапы сбора и анализа полевых данных; основные параметрические и непараметрические методы статистической обработки данных, ключевые методы многомерной статистики; структуру и содержание ключевых разделов научно-технических отчетов</i>	Тест
	ОПК-6.2 Умеет: - использовать навыки лабораторной работы и методов экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии математического моделирования и	<i>Умеет критически анализировать данные, полученные в полевых условиях с целью выбора адекватных методов статистического анализа</i>	Вопросы для собеседования

естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	математической статистики в профессиональной деятельности		
	ОПК-6.3 Владеет: - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	<i>Владеет методами статистических расчетов в мануальном режиме и с помощью специализированного программного обеспечения; навыками составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок</i>	
ПК-2. Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	ПК-2.1. Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике;	<i>Имеет представление о классических и современных методах сбора полевых данных по тематике исследований, о правилах эксплуатации Оборудования для полевых и лабораторных исследований</i>	Практические задания
	ПК-2.2. Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике;	<i>Уметь работать с литературными и интернет источниками по данной теме, систематизировать материал в виде таблиц и схем, подбирать и модифицировать методику при выполнении исследований</i>	
	ПК-2.3. Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике.	<i>Владеет методами статистической обработки при помощи компьютерной техники, результатов, полученных при полевых исследованиях,</i>	

Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	1 ЗЕТ
Часов по учебному плану	36
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- семинарские занятия	32
самостоятельная работа	3
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	в том числе					
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Всего	Контроль самостоятельной работы	Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Консультации			
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная		
<i>Тема 1</i> Принципы и методы организации биологического исследования	4		4		4		
<i>Тема 2</i> Базовые понятия статистики	2		2				
<i>Тема 3</i> Параметрические методы сравнения двух выборок	2		2				
<i>Тема 4</i> Непараметрические методы сравнения двух выборок	2		2				
<i>Тема 5</i> Методы выявления тенденций: непараметрические критерии и дисперсионный анализ	2		2				
<i>Тема 6</i>	2		2				

Корреляционный анализ							
<i>Тема 7</i> Регрессионный анализ	2		2				
<i>Тема 8</i> Автоматизация обработки флористических и фаунистических данных	2		2				
<i>Тема 9</i> Методы многомерной статистики	6		6				
<i>Тема 10</i> Методы выявления структуры сообщества и оценки разнообразия	2		2				
<i>Тема 11</i> Статистические методы в таксономии	2		2				
<i>Тема 12</i> Методы статистической обработки данных в обработке результатов современных полевых исследованиях	4		4			1	3
Итого	36		32		32	1	3

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение практических заданий (выполнение обработки данных с помощью компьютерных программ), написание тестов.

На проведение практических занятий (лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

Практических навыков в соответствии с перечнем задач профессиональной деятельности ОП:

Выполнение научно-исследовательских задач профессиональной деятельности:

- Участие в планировании, проведении и представлении результатов фундаментальных и практических научных исследований по актуальным проблемам в соответствующей области знания;
- Участие в организации и проведении контроля биологической и экологической безопасности продуктов сельскохозяйственного производства, участие в исследованиях по созданию новых сортов в растениеводстве

Компетенций

ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

ПК-2. Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ

Содержание дисциплины

Тема 1. Принципы и методы организации биологического исследования. Объект и предмет исследования. Эксперимент и наблюдение. Параметры и факторы исследования.

Тема 2. Базовые понятия статистики. Выборка и распределение. Нормальное распределение и стандартное отклонение. Среднее значение, медиана, мода. Ошибка среднего, доверительный интервал. Асимметрия и эксцесс. Методы оценки нормальности распределения. Показатели, характеризующие вариацию.

Тема 3. Параметрические методы сравнения двух выборок. Связанные и несвязанные выборки. Критерий Стьюдента. Сопоставление дисперсий выборок.

Тема 4. Непараметрические методы сравнения двух выборок. G-критерий Джанкиера, критерий Уилкоксона, критерий Манна-Уитни. Критерий Хи-квадрат.

Тема 5. Методы выявления тенденций: непараметрические критерии и дисперсионный анализ. L-критерий Пейджа, критерий Крускала-Уоллеса. Дисперсионный анализ.

Тема 6. Корреляционный анализ. Понятие корреляции. Параметрическая корреляция (по Пирсону), непараметрическая корреляция по Спирмену и Кендаллу. Четырехпольная таблица. Визуализация результатов анализа (плеяды, решетки и пр.).

Тема 7. Регрессионный анализ. Линейная регрессия, ее связь с корреляцией. Оценка линейности/нелинейности зависимости. Вычисление уравнения регрессии. Показатели точности аппроксимации. Статистическое сравнение двух уравнений регрессии. Линеаризация зависимостей.

Тема 8. Автоматизация обработки флористических и фаунистических данных. Расчеты в Excel. Обсчет видовых списков по различным критериям, выявление таксономической, экологической, биоморфологической структуры и пр.

Тема 9. Методы многомерной статистики. Кластерный анализ и его реализация в среде программы STATISTICA. Методы выявления сходства и методы построения дендрограмм. Факторный анализ (метод главных компонент) и его реализация в программной среде. Дискриминантный анализ.

Тема 10. Методы выявления структуры сообщества и оценки разнообразия. Критерии сходства структуры сообществ (критерий Коха). Коэффициент сопряженности Коула, Браве, Юла и др. Корреляционные плеяды. Коэффициенты сходства видового состава Сьеренсена-Чекановского, Жаккара. α -, β -, γ -разнообразие по Р. Уиттекеру. Индексы разнообразия Шеннона и Симпсона.

Тема 11. Статистические методы в таксономии. Приложение методов многомерной статистики. Метод корреляционных плеяд П.В. Терентьева. Метод таксономического анализа Е.С. Смирнова. Байесовские вероятности и автоматизированная диагностика в таксономии.

Тема 12. Методы статистической обработки данных в обработке результатов современных полевых исследованиях

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой;
- самоподготовка к занятиям семинарского типа;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Статистические методы в обработке полевых данных»

Подготовка к тестам и устному опросу

Устный опрос и тесты представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к тестированию и устному опросу необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 3) тщательно изучить материал предыдущих тем;
- 4) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Тема тестов:

1. Комплексный тест по темам курса «Статистические методы в обработке полевых данных».

Подготовка к зачету.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме зачета.

Зачет выставляется по совокупности выполненных практических заданий и докладов (более 80%), итогового теста.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	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 несущественным 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 владения материалом. 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 недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2.1 Контрольные вопросы

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
Какие методы биологического исследования Вы знаете?	ОПК-6
Какие критерии оценки нормальности распределения Вы знаете?	ОПК-6
Какой критерий используется для сравнения данных двух связанных выборок не имеющих нормальное распределение?	ОПК-6
Перечислите, в каких случаях используется метод хи-квадрат?	ОПК-6
Каков алгоритм расчета критерия (Джанкиера, Уилкоксона, Манн Уитни, хи-квадрат и т.д.)?	ОПК-6
В каком случае используется поправка на непрерывность при расчете критерия хи-квадрат?	ОПК-6
В каких случаях следует отдать предпочтение критерию Пейджа, а какому критерию Крускалла-Уоллеса?	ОПК-6
Каковы преимущества использования дисперсионного анализа?	ОПК-6
Каковы ограничения при использовании дисперсионного анализа?	ОПК-6
Что такое линеаризация функции?	ОПК-6

5.2.3. Типовые тестовые задания для оценки компетенции ОПК-6

1. Обязательным словом применения критерия хи-квадрат является:
 1. Минимальное количество наблюдений в каждой градации признака не менее 5
 2. Нормальное распределение признака
 3. Объем выборки не менее 100
 4. Эксцесс распределения менее 3
2. К параметрическим статистическим методам относится:
 1. Критерий Стьюдента
 2. Критерий Вилкоксона
 3. Критерий Манна-Уитни
 4. Критерий Крускала-Уоллиса

5.2.4. Типовые практические задания для оценки компетенции ПК-2

Задача 1.

Рассчитать в среде MS Excel базовые показатели статистической выборки.

Задача 2.

Сопоставить в среде MS Excel две выборки по критерию хи-квадрат.

Задача 3.

Рассчитать в среде MS Excel коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского.

Задача 4.

Рассчитать в среде MS Excel межвидовые сопряженности по Коулу

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных. М.: КМК, 2003.
2. Ипатов В.С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. – СПб.: Санкт-Петербургский ун-т, 1998. – 94 с.
3. Методы изучения лесных сообществ. СПб, 2002.
4. Михальчук А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Ч.1. Математические основы : Учебное пособие. Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. 102 с.
5. Многомерный статистический анализ в экономике / Александровская Ю.П. - Москва : КНИТУ, 2017. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969. – 358 с.
6. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992.
7. Полуяхтов К.К., Веретенников С.С., Воротников В.П. Структура лесных фитоценозов и их изучение. – Горький: ГГУ, 1978. – 86 с.
8. Рунион Р. П. Справочник по непараметрической статистике : соврем. подход / пер. с англ. Е. З. Демиденко ; предисл. Ю. Н. Тюрина. - М. : Финансы и статистика, 1982. - 198 с.
9. Судохольский Г. В. Основы математической статистики для психологов / ЛГУ им. А. А. Жданова. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1972. - 429 с.
10. Тарасенко Ф. П. Непараметрическая статистика. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 1976. - 292 с.

11. Тюрин Юрий Николаевич, Ермолаев О. Ю. Математическая статистика для психологов : учебник / Рос. акад. образования, Моск. психолого-соц. ин-т. - 3-е изд., испр. - М. : Моск. психолого-соц. ин-т : Флинта, 2004. - 336 с.

12. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 176 с.

б) дополнительная литература:

1. Аренс Х. Многомерный дисперсионный анализ / пер. с нем. В. М. Ивановой, Ю. Н. Тюрина . - М. : Финансы и статистика, 1985. - 230 с.
2. Дорофеев В. А. Основы регрессионного моделирования для психологов : Учебное пособие / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2018. - 129 с.
3. Дубров А. М. Многомерный статистический анализ в экономических исследованиях : учеб. пособие / Моск. экон.-стат. ин-т . - М. : МЭСИ, 1988. - 111 с.
4. Дюран Б. Кластерный анализ / пер. с англ. Е. З. Демиденко ; науч. ред. и предисл. А. Я. Боярского. - М. : Статистика, 1977. - 128 с.
5. Дюран Б. Кластерный анализ / пер. с англ. Е. З. Демиденко ; науч. ред. и предисл. А. Я. Боярского. - М. : Статистика, 1977. - 128 с.
6. Елисеева И. И. Логика прикладного статистического анализа. - М. : Финансы и статистика, 1982. - 192 с.
7. Мандель И.Д. Кластерный анализ / предисл. Б. Г. Миркина. - М. : Финансы и статистика, 1988. - 176 с.
8. Многомерный анализ социологических данных : метод. рекомендации, алгоритмы и описание программ : [сборник] / АН СССР, Ин-т социол. исслед., Совет. социол. ассоц. ; [отв. ред.: В. Г. Андреенков, Ю. Н. Толстова] . - М. : ИСИ, 1981. - 179 с.
9. Многомерный статистический анализ в экономике = Multidimensional Statistical Analysis in Economics : учеб. пособие для вузов / под ред. В. Н. Тамашевича. - М. : Юнити-Дана, 1999. - 598 с.
10. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании / пер. с пол. В. В. Иванова. - М. : Финансы и статистика, 1989. — 174 с.
11. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по геогр. и экол. специальностям. - М.: Академия, 2004. - 416 с.
12. Шелобаев С. И. Экономико-математические методы и модели : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юнити, 2005. - 287 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Руководство по программе STATISTICA, <http://statsoft.ru/solutions/>
Библиотека «Флора и фауна», <http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ

Автор _____ к.б.н., доц. А.В. Чкалов
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ д.б.н., проф. А.Г. Охапкин

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06. 12.2021 года, протокол № 3.