

Министерство просвещения Российской Федерации
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики
Кафедра естественных наук и физико-математического образования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.05.05 СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ИС-
СЛЕДОВАНИЯХ

Уровень высшего образования	Бакалавриат
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили	Естествознание и дополнительное обра- зование
Форма обучения	Очная

Нижний Тагил
2021

Рабочая программа дисциплины «Статистические методы в естественнонаучных исследованиях». Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Нижний Тагил, 2021. – 11 с.

Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор: доктор биол. наук, профессор кафедры ЕНФМ



Т. В. Жуйкова

Одобрена на заседании кафедры ЕНФМ 18 марта 2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой



О. В. Полявина

Рекомендована к печати методической комиссией ФЕМИ 02 апреля 2021 г., протокол № 5.

Председатель методической комиссии ФЕМИ



Н.З. Касимова

© Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2021.
© Жуйкова Татьяна Валерьевна, 2021.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Результаты освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы.....	5
4.2. Тематический план дисциплины.....	6
4.3. Содержание дисциплины.....	7
5. Образовательные технологии.....	8
6. Учебно-методическое обеспечение.....	8
6.1. Задания и методические указания по организации и проведению практических занятий.....	8
6.2. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента.....	8
6.3. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации	9
6.4. Основные понятия дисциплины.....	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: ознакомление, расширение и углубление знаний, связанных с применением статистических методов обработки данных при организации и проведении научно-исследовательской работы и повышение профессионального уровня будущих биологов.

Задачи:

- 1) Овладение студентами современными знаниями в области статистики (биометрии).
- 2) Развитие у студентов потребности в систематизации, оценке и интерпретации информации, полученной в ходе исследовательской деятельности.
- 3) Привитие студентам навыков экологической культуры.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Статистические методы в естественнонаучных исследованиях» является частью учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Естествознание и дополнительное образование». Дисциплина Б1.О.05.05 «Статистические методы в естественнонаучных исследованиях» включена в Блок Б.1 «Дисциплины (модули)», Б1.О.05 Методический модуль. Дисциплина реализуется в НТГСПИ (ф) РГППУ на кафедре естественных наук и физико-математического образования.

В системе экологических дисциплин статистические методы составляют основу планирования и анализа результатов экологических наблюдений и экспериментов. От студентов, приступающих к изучению данного курса, требуются знания математики в объеме программы средней общеобразовательной школы. В связи с этим изучению статистических методов предшествует курс «Основы математической обработки данных». Данный курс тесно связан с такими дисциплинами как общая экология, микробиология с основами вирусологии, зоология, ботаника, систематика растений, методы экологических исследований, мониторинг окружающей среды прикладная экология и другими, в которых широко используются методы математического анализа данных, связанных с изучением биологических объектов.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование и развитие следующих компетенций:

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач УК1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК 1.1. Знает основные источники и методы поиска информации, необходимой для решения поставленных задач
		ИУК 1.2. Умеет осуществлять поиск информации для решения поставленных задач, применять методы критического анализа и синтеза информации
		ИУК 1.3. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций и оценок; применяет методы системного подхода для решения поставленных задач
		ИУК 1.1. Знает основные источники и методы поиска информации, необходимой для решения поставленных задач
		ИУК 1.2. Умеет осуществлять поиск информации для решения поставленных задач, применять методы критического анализа и синтеза информации
	ПК-3 – способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса	3.1. Знает закономерности, принципы и уровни формирования и реализации содержания образования; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьных предметов: ...
		3.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для реализации в различных формах обучения в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся
		3.3. Владеет предметным содержанием; умениями отбора вариативного

		содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения
--	--	--

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- 31 – основные понятия и принципы биометрии;
- 32 – статистические ряды распределения и их виды;
- 33 – законы распределения, их виды и особенности;
- 34 – закон нормального распределения и его свойства;
- 35 – критерии достоверности оценок;
- 36 – виды и случаи применения параметрических критериев;
- 37 – виды и особенности непараметрических критериев;
- 38 – сущность корреляционного и регрессионного анализа;
- 39 – сущность дисперсионного анализа, область его использования и виды;
- 310 – современную литературу по биометрии.

уметь:

- У1 – владеть понятийно-категориальным аппаратом экологии и биометрии;
- У2 – применять полученные знания на практике; правильно организовывать исследовательскую работу; анализировать результаты своих наблюдений;
- У3 – правильно подбирать методы статистической обработки данных;
- У4 – правильно интерпретировать результаты расчетов и уметь распространять их на всю генеральную совокупность.

владеть:

- В1 – вычислительными навыками работы на калькуляторе, на персональном компьютере, в частности овладеть навыками анализа данных в Microsoft Office Excel 2007, Statistica–12.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	9, 10 семестр
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144
Контактная работа, в том числе:	50
Лекции	14
Практические занятия	36
Самостоятельная работа, в том числе:	76
Изучение теоретического курса	40
Самоподготовка к текущему контролю знаний	36
Подготовка к зачету с оценкой (9, 10 сем.)	18

4.2. Тематический план дисциплины

Таблица 2

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Се	ме	Вс	его	Вид контактной работы, час	Са	мо	Формы текущего
---	----	----	----	-----	----------------------------	----	----	----------------

			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Из них в интерактивной форме		контроля успеваемости
Тема 1. Введение. Статистическая оценка вариационных рядов	9	14	2		4		8	
Тема 2. Средние величины	9	16	2		4	2	10	Контрольная работа
Тема 3. Разнообразие значений признаков	9	14			4	2	10	Контрольная работа
Тема 4. Распределение объектов по значению признака	9	12			2	2	10	Контрольная работа
Тема 5. Репрезентативность выборочных показателей. Оценка достоверности статистических показателей	9	20	2		6	2	12	Контрольная работа
Тема 6. Корреляционный анализ	10	12	2		4	2	6	Контрольная работа
Тема 7. Регрессионный анализ	10	12	2		4		6	Контрольная работа
Тема 8. Дисперсионный анализ	10	26	4		8	2	14	Контрольная работа
Зачет с оценкой	9	9					9	
Зачет с оценкой	10	9					9	
Итого:		144	14	0	36	12	76	

Лабораторные занятия

Таблица 3

№ раздела/тема	Наименование работ	Кол-во ауд. часов
1	Статистические ряды распределения. Нормальное распределение	4
2	Средние величины	4
3	Показатели разнообразия: лимит, размах, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации	4
4	Техника проверки распределения на нормальность с использованием нормированного отклонения	2
5	Оценка достоверности статистических показателей	2
5	Параметрические критерии	2
5	Непараметрические критерии	2
6	Корреляционный анализ	4
7	Регрессионный анализ	4
8	Однофакторный дисперсионный анализ	4
8	Двухфакторный дисперсионный анализ	4

4.3. Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Статистическая оценка вариационных рядов. Лекция (2 часа).
Лабораторное занятие (4 часа)**

Значение математических методов в биологических исследованиях. Предмет изучения биометрии. История развития биометрии. Области применения ЭВМ и персональных компьютеров в биологии (обработка экспериментальных результатов, автоматизация научных исследований, банк данных).

Признаки, их классификация. Вариация, причины варьирования результатов наблюдения. Формы учета результатов наблюдений. Точность измерений. Выборочный метод. Генеральная и выборочная совокупность. Оценка сильно отклоняющихся вариантов.

Основные принципы планирования эксперимента.

Выборка. Репрезентативность выборки. Понятие о ряде распределения. Техника построения вариационного ряда. Графическое изображение вариационных рядов.

Тема 2. Средние величины. Лекция (2 часа). Лабораторное занятие (4 часов)

Средняя арифметическая и ее свойства. Простая, взвешенная средняя арифметическая. Медиана. Мода. Использование средних арифметических при характеристике используемого признака. Правило вычисления ошибки при объединении нескольких средних с их ошибками.

Тема 3. Разнообразие значений признаков. Лабораторное занятие (4 часа)

Изменчивость и разнообразие биологических объектов. Показатели разнообразия: лимит, размах, дисперсия и ее ошибка, среднее квадратическое отклонение и его ошибка. Коэффициент вариации и его ошибка, определение необходимого объема выборки.

Тема 4. Распределение объектов по значению признака Лабораторное занятие (2 часов)

Законы распределения. Случайные события. Вероятность. Нормальное распределение и его закономерность. Техника проверки распределения на нормальность с использованием нормированного отклонения. Критерии согласия: К. Пирсона – «Хи»-квадрат. Асимметрия и эксцесс. Биноминальное распределение. Закон Пуассона.

Тема 5. Репрезентативность выборочных показателей. Оценка достоверности статистических показателей. Лекция (2 часа). Лабораторное занятие (6 часов)

Доверительные уровни и уровни значимости. Ошибки репрезентативных выборочных показателей, их разностей, сумм, произведений и частных. Критерии проверки гипотез. Параметрические критерии: t -критерий Стьюдента (для равночисленных и неравночисленных выборок); сравнение выборочных долей: критерий Фишера); сравнение дисперсий двух выборок; оценка разности между коэффициентами вариации. Непараметрические критерии: сравнение независимых выборок (X -критерий Ван-дер-Вардена, U -критерий Уилкоксона (Манна-Уитни)). Сравнение выборок с попарно-связанными вариантами (T -критерий Уилкоксона, Z -критерий знаков). Оценка сходства между двумя вариационными рядами и сравнение нескольких совокупностей данных (хи-квадрат).

Тема 6. Корреляционный анализ. Лекция (2 часа). Лабораторное занятие (4 часа)

Корреляция двух признаков. Коэффициент корреляции, корреляционное отношение. Оценка достоверности коэффициента корреляции. Множественная и ранговая корреляция. Биноминальный коэффициент корреляции.

Тема 7. Регрессионный анализ. Лекция (2 часа). Лабораторное занятие (4 часа)

Понятие регрессии. Уравнение линейной регрессии. Определение параметров линейной регрессии. Выравнивание эмпирических рядов. Оценка достоверности выборочных показателей регрессии. Регрессия, выражаемая уравнением гиперболы, параболы.

Тема 8. Дисперсионный анализ. Лекция (2 часа). Лабораторное занятие (8 часов)

Основные элементы дисперсионного анализа: фактор, результативный признак, сила и достоверность влияния фактора. Дисперсионный анализ на основе однофакторных и двухфакторных комплексов, равномерных и неравномерных.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении курса «Статистические методы в биологических исследованиях» используется технология балльно-рейтингового обучения, позволяющая систематически отслеживать изменения знаний студентов. Лекционный материал представлен в виде информационных лекций, а также лекций – диалогов. При проведении лабораторных занятий используются элементы проблемного обучения.

6. УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Задания и методические указания по организации и проведению практических занятий

Задания к лабораторным занятиям представлены в учебном пособии:

Статистический анализ в биологических исследованиях [Текст] : учебно-методическое пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, Нижнетагил. гос. соц.-пед. акад. ; авт.-сост. О. А. Северюхина. - Нижний Тагил : Нижнетагильская социально-педагогическая академия, 2007. - 123 с.

6.2. Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента

Таблица 4

Темы разделов	Количество часов			Содержание самостоятельной работы	Формы контроля СРС
	Всего, часов	Аудит.	Самост.		
Тема 1. Введение. Статистическая оценка вариационных рядов	14	6	8	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Тема 2. Средние величины	16	6	10	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Тема 3. Разнообразие значений признаков	14	4	10	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Тема 4. Распределение объектов по значению признака	12	2	10	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Тема 5. Репрезентативность выборочных показателей. Оценка достоверности статистических показателей	20	8	12	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу

Тема 6. Корреляционный анализ	12	6	6	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Тема 7. Регрессионный анализ	12	6	6	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Тема 8. Дисперсионный анализ	26	12	14	Решение домашних задач по данному разделу (Северюхина, 2007)	Контрольная работа на занятии по данному разделу
Зачет с оценкой	9		9		
Зачет с оценкой	9		9	Подготовка к зачету	Контрольное задание на зачете
Итого:	144	50	94		

6.3 Организация текущего контроля и промежуточной аттестации

Текущий контроль. Курс проводится с использованием оценочной технологии. В течение семестра после каждого занятия студенты получают домашние задачи по пройденной теме. На следующем занятии проводится контрольная работа по пройденному материалу с целью проверки и закрепления знаний. В течение всего курса студенты получают оценки за домашнее задание и контрольную работу, проводимую в аудитории. По результатам работы студенты могут набрать определенное количество баллов и получить зачет автоматом.

Промежуточная аттестация по данной дисциплине проводится в форме зачета с оценкой (9, 10 сем.). Во время зачета студенты отвечают на вопросы теоретического характера.

Во время аттестаций проверяется:

- усвоение теоретического материала курса;
- усвоение базовых понятий курса;
- умение правильно подбирать статистические методы для анализа эмпирических данных.

Примерный перечень вопросов:

1. Области применения математических методов в различных биологических науках.
2. Методы оформления и первичного анализа экспериментальных данных.
3. Группировка данных, совокупность и вариационный ряд.
4. Совокупность и выборка, заключение о совокупности по выборочным данным.
5. Характеристики совокупности, примеры совокупностей.
6. Вариация или дисперсия признаков или членов совокупности.
7. Понятие о генеральной и выборочной совокупностях.
8. Асимметрия и эксцесс - показатели симметричности распределения.
9. Средняя арифметическая и её свойства. Значение средней и её сущность.
10. Измерение вариации. Варьирование и средние отклонения.
11. Стандартное отклонение, среднее квадратичное отклонение, дисперсия.
12. Ошибка выборочной средней или ошибка выборки.
13. Свойства нормального распределения.
14. Нормальное распределение.
15. Доверительный интервал для средней генеральной совокупности.
16. Уровни значимости и число степеней свободы. Малые и большие выборки.
17. Параметрические и непараметрические методы.
18. Характер распределения и его значение для выбора метода анализа.
19. Использование критерия Стьюдента для оценки нулевой гипотезы о равенстве выборочных средних.

20. Критерий хи-квадрат. Области его применения, требования к объему и размеру выборки.
21. Критерий лямбда Колмогорова-Смирнова об отсутствии интегральных различий между выборками. Область применения и ограничения.
22. Критерий U Вилкоксона для выявления различий в положении медиан парных выборок.
23. Коэффициент корреляции, сила и направление связи. Суть коэффициента корреляции Спирмена (непараметрический критерий)?
24. Использование регрессионного анализа для выявления функциональной зависимости между экспериментальными переменными. В чем суть линейной регрессии?
25. Предсказание новых значений зависимой переменной на основе полученной модели.
26. Исследование влияния одной или нескольких переменных (факторов) на одну зависимую переменную на основе параметрического критерия Фишера.
27. Двухфакторный эксперимент. Исследование влияния по каждому из двух фактов с помощью параметрического критерия Фишера.
28. Оценка адекватности классификации объектов с помощью дискриминантного анализа.

6.4 Основные понятия дисциплины

Понятие «статистика», биометрия, методы статистической обработки, признак, вариация, измерение, точность измерения, выборочный метод, генеральная совокупность, выборочная совокупность, сильно отклоняющиеся варианты. Планирование эксперимента.

Средние величины, средняя арифметическая, средняя гармоническая, средняя геометрическая, средняя квадратическая, мода, медиана. Размах, лимиты, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, ошибка средней, коэффициент вариации.

Статистический ряд распределения, атрибутивные ряды, вариационные ряды распределения, дискретные вариационные ряды, интервальные вариационные ряды, асимметрия, эксцесс.

Случайные события, вероятность события, закон больших чисел, биномиальное распределение, распределения Пуассона, Максвелла, Шарлье, нормальное распределение, нормированное отклонение, критерии согласия.

Статистические гипотезы, нулевая гипотеза, альтернативная гипотеза, уровень значимости, параметрические критерии, t -критерий Стьюдента, F -критерий Фишера, непараметрические критерии, ранговые критерии, X -критерий Ван-дер-Вардена, U -критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), z -критерий знаков, T -критерий Уилкоксона, критерий лямбда (λ), критерий медианы.

Дисперсионный анализ, однофакторный дисперсионный анализ, двухфакторный дисперсионный анализ, трехфакторный дисперсионный анализ.

Корреляция, ковариация, z -преобразование Фишера, ранговый коэффициент корреляции Спирмена, регрессия, линейная регрессия, нелинейная регрессия.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

Иванов В. И. Математические методы в биологии [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2012. — 196 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44336>

Романко В. К. Статистический анализ данных в психологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 315 с. / Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84127>

Статистика [Текст] : учебник / [В. С. Мхитарян и др.] ; под ред. В. С. Мхитаряна. - 12-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2013. - 303 с.

Дополнительная литература:

Ермолаев О. Ю. Математическая статистика для психологов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2014. — 336 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48339>

Статистический анализ в биологических исследованиях [Текст] : учебно-методическое пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, Нижнетагил. гос. соц.-пед. акад. ; авт.-сост. О. А. Северюхина. - Нижний Тагил : Нижнетагильская социально-педагогическая академия, 2007. - 123 с.

Филандышева Л. Б. Статистические методы в географии [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Л.Б. Филандышева, Е.С. Сапьян. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2015. — 164 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71585>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория – № 301А,
2. Аудитория № 314А (для практических занятий)
3. Компьютерный класс
4. Компьютер (ноутбук).
5. Телевизор.
6. Мультимедиапроектор.
7. Калькуляторы
8. Статистические программы: MS Excel, ПСП Statistica–6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001).