

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Статистическая обработка и представление результатов эксперимента**

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)»

Направленности *«Биология, география»*

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома, 2023**

Рабочая программа дисциплины «*Статистическая обработка и представление результатов эксперимента*» разработана

- в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Приказ Минобрнауки РФ № 125 от 22.02.2018 года); редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020.

Разработал: Зонтикова Светлана Анатольевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры биологии и экологии

Рецензент: Соколова Татьяна Леонидовна, канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и экологии

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры биологии и экологии

Протокол заседания кафедры № 11 от 20 апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой Сиротина Марина Валерьевна, д-р биол. наук, доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** - ознакомить студентов с основными методами анализа экспериментального материала и оценки их достоверности с использованием различных математических и статистических методов.

### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами знаний и навыков по использованию математических методов для планирования, проведения исследований и оценки экспериментального материала, по выбору наиболее оптимальных для данных исследований математических и статистических методов

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **освоить компетенции:**

**ПК-5** - Способен организовывать исследовательскую и проектную деятельность, олимпиады, конференции, факультативы и элективные курсы для обучающихся с выдающимися способностями и (или) образовательными потребностями

Код и содержание индикаторов компетенции:

ПК-5.1 готов разрабатывать программы внеурочной деятельности, в том числе к организации исследовательской и проектной деятельности, проводить предметные олимпиады, конференции, к планированию специализированного образовательного процесса для группы, класса и/или отдельных контингентов обучающихся с выдающимися способностями и/или особыми образовательными потребностями на основе имеющихся типовых программ и собственных разработок с учетом специфики состава обучающихся.

### **знать:**

Основы методического подхода к планированию эксперимента и обработке полученных результатов эксперимента; способы представления результатов научных исследований после статистической обработки, закономерности выделения выборочной совокупности из генеральной, возможности математического аппарата оценки достоверности результатов

### **уметь:**

Рассчитывать необходимую количественную выборку для получения репрезентативного результата эксперимента, делать репрезентативную выборку при планировании и проведении биологического эксперимента, экологического мониторинга, оценке состояния окружающей среды биоиндикационными методами, подтвердить статистическую достоверность полученных экспериментальных данных

### **владеть:**

Основами математической обработки полученных экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного пакета Excel, навыками работы в Excel при математической и графической обработке и представлении полученных результатов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 4 год обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах: -

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин и практик: Основы страноведения, Научно-исследовательская работа, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

#### 4. Объем дисциплины (модуля)

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	3
Общая трудоемкость в часах	108
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	10
Лекции	4
Практические занятия	6
Лабораторные занятия	
Самостоятельная работа в часах	98
Форма промежуточной аттестации	Зачёт

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Заочная
Лекции	4
Практические занятия	6
Лабораторные занятия	-
Консультации	
Зачет/зачеты	
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	10,0

#### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего 3 з.е/ 108 час.	Аудиторные занятия			Самосто я тельная работа
			Лекции	Лабора торны	Практич еские	
1.	Введение. Описание совокупности. Среднее, среднее квадратичное отклонение. Ошибка среднего.	0,2/8	1		1	6

2.	Начальные сведения о важнейших функциях распределения и их свойствах. Понятие параметрических методов анализа	0,2/7			1	6
3.	Дисперсионный анализ.	0,3/12				12
4.	Критерий Стьюдента, Сравнение выборок	0,3/10	1		1	8
5.	Анализ качественных признаков, сравнение долей, критерий хи-квадрат, Точный критерий Фишера.	0,4/14	1		1	12
6.	Значимость и чувствительность критериев	0,2/6				6
7	Доверительные интервалы для среднего, разности средних, долей, разности долей	0,2/9			1	8
8	Анализ зависимостей, уравнение регрессии, корреляция Пирсона	0,3/10	1		1	8
9	Непараметрические критерии Манна-Уитни, Крускала-Уолиса, Фридмана, корреляция Спирмена	0,3/12				12
10	Как построить исследование, выбор адекватных методов статистического анализа	0,6/20				20
	Итого	108	4	-	6	98

## 5.2. Содержание:

№	Описание данных
1	Введение. Описание совокупности. Параметры распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Нормальное распределение. Медиана, процентиля. Выборочное наблюдение. Виды выборки. Точность выборочной оценки. Ошибка среднего.
2	Начальные сведения о важнейших функциях распределения и их свойствах. Понятие параметрических методов анализа
3	Дисперсионный анализ. Случайные выборки и нулевая гипотеза. Оценки дисперсии. Критическое значение F. Условия применения дисперсионного анализа.

4	Критерии Стьюдента как частный случай дисперсионного анализа для двух групп, Разность выборочных средних и стандартное отклонение разности. Критическое значение $t$ . Уровень значимости и число степеней свободы. Ошибки в применении критерия Стьюдента. Множественные сравнения с применением критерия Стьюдента. Ньюмена-Кейлса. Множественные сравнения с контрольной группой.
5	Анализ качественных признаков. Понятие доли и точность их оценки. Независимые испытания Бернулли. Сравнение долей, поправка Йейтса. Критерий хи-квадрат и условия его применения. Критерий хи-квадрат для произвольных таблиц сопряженности, Точный критерий Фишера
6	Значимость и чувствительность критериев. Два рода ошибок при применении критериев. Чем определяется чувствительность. Уровень значимости. Величина различий. Разброс значений. Объем выборки. Зачем вычислять чувствительность.
7	Понятие доверительного интервала. Проверка гипотез с помощью доверительных интервалов. Доверительные интервалы для среднего, разности средних, долей, разности долей.
8	Анализ зависимостей. Уравнение регрессии. Условия определения уравнения регрессии. Оценка параметров уравнения регрессии по выборке. Метод наименьших квадратов. Разброс значений вокруг прямой регрессии. Стандартные ошибки коэффициентов регрессии. Сравнение двух линий регрессии. Корреляция. Связь регрессии и корреляции. Статистическая значимость корреляции.
9	Непараметрические критерии Манна-Уитни, Крускала-Уолиса, Фридмана, корреляция Спирмена
10	Как построить исследование  Выбор критерия на основании предположения о типе распределения данных. Оценка чувствительности критерия. Организация исследования. Формирование групп. Основные ошибки при оценке результатов.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Введение. Описание совокупности. Среднее, среднее	Особенности статистической обработки малых выборок. Планирование	6	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на

	квадратичное отклонение. Ошибка среднего	объёма выборки.		задания для закрепления	лабораторной. Вопросы на зачете
2.	Начальные сведения о важнейших функциях распределения и их свойствах. Понятие параметрических методов анализа	Гаусово распределение, нормальное распределение. Мода. Медиана. Срединное значение. Крайние значения вариационного ряда. Статистические таблицы	6	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
3.	Дисперсионный анализ	Сущность и общие предпосылки дисперсионного анализа. Схема дисперсионного анализа при различии по одному фактору	12	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
4	Критерий Стьюдента, Сравнение выборок	Методы сравнения выборочных средних популяций по количественным признакам.	8	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
5	Анализ качественных признаков, сравнение долей, критерий хи-квадрат, Точный критерий Фишера	Особенности статистического анализа качественной изменчивости	12	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
6	Значимость и чувствительность критериев	Значимость и чувствительность критериев	6	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
7	Доверительны	Доверительный	8	Найти и прочитать	Проверка тетрадей

	е интервалы для среднего, разности средних, долей, разности долей	интервал. Среднее генеральной совокупности, его значение. Наименьшая общая разница		теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
8	Анализ зависимостей, уравнение регрессии, корреляция Пирсона	Сущность регрессионного анализа. Его отличия от корреляционного анализа	8	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
9	Непараметрические критерии Манна-Уитни, Крускала-Уолиса, Фридмана, корреляция Спирмена	Понятие о корреляции. Коэффициент корреляции. Корреляция при альтернативной изменчивости	12	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете
10	Как построить исследование, выбор адекватных методов статистического анализа	Методологические основы биологических опытов. Представление результатов. Графики и диаграммы. Работа в Excel	20	Найти и прочитать теоретический материал Решить предложенные задания для закрепления	Проверка тетрадей для самостоятельных работ. Опрос на лабораторной. Вопросы на зачете

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

### Тема 1: Описательная статистика.

**Основные понятия:** описание совокупности, типы распределения количественных признаков, среднее по совокупности, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, процентиля, описание ограниченной выборки, выборочное среднее, ошибка среднего, выборочная дисперсия, выборочное стандартное отклонение ,

#### План занятия:

1. опрос по основным понятиям.
2. Определение типа распределения заданного множества количественных данных и представление их описания.

#### Практические умения и навыки:

- 1 Построение гистограммы распределения.
- 2 Определение типа распределения и выбор формата описания данных

**Контрольные вопросы:**

- 1 Как определить тип распределения количественных величин?
- 2 Какой формат представления данных даёт более верное представление о множестве величин?
- 3 Почему нельзя использовать стандартное отклонение в выборках с распределением отличным от нормального?
- 4 Возможно ли применение в описании нормально распределённых данных медианы и процентилей?

**Тема2-3: Статистический анализ качественных признаков.**

**Основные понятия:** описание доли, среднее и стандартное отклонение долей, сравнение долей, таблицы сопряженности, наблюдаемые и ожидаемые числа, критерий хи-квадрат, точный критерий Фишера

**План занятия:**

1. опрос по основным понятиям.
2. Решение задач по сравнению выборочных качественных данных.

**Практические умения и навыки:**

- 1 Построение таблиц сопряженности 2x2 для наблюдаемых и ожидаемых чисел.
- 2 Определение уровня значимости различий между выборками.
- 3 Когда необходимо применение точного критерия Фишера?

**Контрольные вопросы:**

- 1 Как рассчитать ожидаемые числа в таблице сопряжённости?
- 2 Условия применения критерия хи-квадрат?
- 3 Как уточнить различия при таблицах сопряжённости для трёх и более групп?
- 4 Сколько таблиц сопряжённости необходимо построить для критерия Фишера?

**Тема 4: Применение параметрических критериев при сравнении выборочных данных.**

**Основные понятия:** дисперсия, внутригрупповая дисперсия, межгрупповая дисперсия, отношение внутригрупповой и межгрупповой дисперсий, критическое значение F, условия применения дисперсионного анализа, Критерий Стьюдента как частный случай дисперсионного анализа для двух выборок, множественные сравнения

**План занятия:**

1. опрос по основным понятиям.
2. Сравнить четыре выборочных множества количественных данных.
3. Сравнить два множества данных представленных в формате среднее и стандартное отклонение

**Практические умения и навыки:**

1. Расчёт величины критерия и статистическая оценка различий по уровню значимости по таблицам.

**Контрольные вопросы:**

- 1 Почему большие различия в межгрупповой и внутригрупповой дисперсий свидетельствуют о статистической значимости различий?
- 2 Чем определяется уровень значимости различий?
- 3 Почему нельзя использовать критерий Стьюдента при количестве групп более двух без внесения поправок?

**Тема 5: Доверительные интервалы.**

**Основные понятия:** доверительный интервал, доверительный интервал для разности средних, оценка доверительного интервала, оценка гипотез с помощью доверительного интервала, доверительный интервал для среднего, доверительный интервал для доли, доверительный интервал для значений.

**План занятия:**

1. опрос по основным понятиям.
2. Определение доверительного интервала для разности средних.
3. Определение доверительного интервала для средних
4. Определение доверительного интервала для значений.

**Практические умения и навыки:**

1. Определение чувствительности дисперсионного анализа
2. Определение чувствительности таблиц сопряжённости.

**Контрольные вопросы:**

1. О чём свидетельствует доверительный интервал?
2. О чём говорит наличие отрицательных значений при определении доверительного интервала для разности средних?
3. Как оценить ширину доверительного интервала?
4. О чём говорит правило двух стандартных отклонений?

**Тема 6: Анализ зависимостей.**

**Основные понятия:** уравнение регрессии, независимая и зависимая переменные, причинная связь и возможность причинной связи, метод наименьших квадратов, коэффициент сдвига и коэффициент наклона, коэффициент корреляции, коэффициент детерминации.

**План занятия:**

1. опрос по основным понятиям.
2. Расчёт коэффициентов сдвига и наклона для двух массивов данных.
3. Расчёт коэффициента корреляции для двух переменных.

**Практические умения и навыки:**

1. Расчёт уравнения регрессии с применением компьютерной программы.
2. Анализ коэффициента корреляции в компьютерной программе.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие условия должны быть соблюдены при построении уравнения регрессии?

2. Как сравнить два уравнения регрессии?
3. Как оценить точность уравнения регрессии?
4. В чём отличие коэффициентов корреляции и детерминации?

### **6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий**

*(Не предусмотрено)*

### **6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)**

*(Не предусмотрено)*

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

*а) основная:*

1. Новиков, Д.А. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи) / Д.А. Новиков, В.В. Новочадов. - Волгоград : ВолГМУ, 2005. - 84 с. - ISBN 5-9652-0011-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82775>

2. Сальникова, Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение : учебное пособие / Е.В. Сальникова, Т.Г. Мишукова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 122 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 116. - ISBN 978-5-7410-1725-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=48179>

*б) дополнительная:*

1. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратно-программный инструментальный параллельного моделирования природных процессов : монография /М.Г. Курносов, В.Г. Хорошевский, С.Н. Мамоиленко и др. ; под ред. В.Г.Хорошевского. - Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2012. - 355 с. - (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 33). - ISBN 978-5-7692-1237-6, 978-5-7692-0669-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=140432>

2. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах: Учебное пособие / Волкова П.А., Шипунов А.Б. - М.: Форум, 2016. - 96 с.: 60x90 1/16 (Обложка. КБС) ISBN 978-5-91134-576-1 <http://znanium.com/catalog/product/556479>

3. Статистические методы анализа данных: Учебник / Л.И. Ниворожкина, С.В. Арженовский, А.А. Рудяга [и др.]; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Л.И. Ниворожкиной. — М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. — 333 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/21064](http://www.dx.doi.org/10.12737/21064). <http://znanium.com/catalog/product/556760>

4. Статистический анализ данных в MS Excel: Учебное пособие / Козлов А.Ю., Мхитарян В.С., Шишов В.Ф. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 320 с.: 60x90 1/16. -(Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-004579-5 <http://znanium.com/catalog/product/558444>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека online»
2. ЭБС «Znanium»

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для освоения дисциплины необходимы учебные аудитории, оснащенные учебной мебелью и доской (меловой, флипчатом), комплект мультимедийного оборудования (экран, мультимедийный проектор, компьютер, стандартный офисный пакет ПО).