



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.08 Обработка экспериментальных данных

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Математическое моделирование
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

получение базовых теоретических знаний и практических навыков по вопросам выбора и применения методов обработки экспериментальных данных в решении практических задач по разработке математических моделей технических систем, элементов автоматизированных систем управления;

формирование конструктивного подхода к применению методов проектирования технических систем и автоматизированных систем управления по планированию, организации и выполнению обработки экспериментальных данных с использованием современных вычислительных средств для решения вопросов в профессиональной деятельности бакалавра.

Задачи:

ознакомить с методами анализа результатов наблюдений и экспериментов, в том числе с применением современных методов обработки экспериментальных данных;

научить моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать;

овладеть навыками самостоятельного планирования, проведения и оценки эксперимента и представления итогов деятельности по результатам обработки полученных экспериментальных данных;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.08 Обработка экспериментальных данных относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Численные методы, Теория вероятностей и математическая статистика, Имитационное моделирование.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Моделирование систем и процессов, Основы системного анализа и проектирования автоматизированных систем управления.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели технических систем, математические модели элементов автоматизированных систем управления; применять методы проектирования технических систем и автоматизированных систем управления с использованием компьютерных технологий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

общие вопросы методов, средств в теории и в практике организации и планирования эксперимента при решении задач в области проектирования технических систем и автоматизированных систем управления с использованием компьютерных технологий.

знать основные статистические методы построения эмпирических формул;

знать основные теоретические положения аппроксимации функций;

знать основные приемы и методы обработки экспериментальных данных;
 знать основные математические модели, области их использования и этапы математического моделирования;

уметь:

самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент;
 понимать, уметь использовать и применять в исследовательской и прикладной деятельности методы обработки экспериментальных данных;
 выбирать рациональные варианты действий в практических задачах обработки экспериментальных данных с использованием математических моделей и современных компьютерных технологий;
 представлять итоги проектирования технических систем и автоматизированных систем управления с использованием компьютерных технологий по результатам обработки экспериментальных данных.

владеть:

методами планирования эксперимента и обработки полученных результатов при проектировании технических систем, автоматизированных систем управления с использованием компьютерных технологий;
 навыками решения практических задач, с помощью экспериментальных исследований в области проектировании технических систем и автоматизированных систем управления;
 навыками творческого осмысления результатов эксперимента, разработки рекомендаций по их практическому применению, выдвижению идей.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися					
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
Раздел 1. Измерения при наблюдениях за объектами и процессами. Обработка и первичный анализ данных	7	20	14		26		
Тема 1 Основы теории измерений		10	4		10	Контроль-ная работа	
Тема 2 Планирование эксперимента		10	12		16	Контроль-ное домашнее задание	
Раздел 2. Обработка экспериментальных данных. Компьютерный практикум	7	10	16		50	Защита лабораторн ой работы. Контроль-ное домашнее	

						задание
Тема 3 Программные ресурсы обработки экспериментальных данных и статистического анализа		2			2	
Тема 4 Вариационные ряды и их характеристики		2	4		10	Защита лабораторной работы.
Тема 5 Выборочное наблюдение		2	4		10	Защита лабораторной работы.
Тема 6 Корреляционная зависимость		2	4		18	Защита лабораторной работы. Контрольное домашнее задание
Тема 7 Статистическая проверка гипотез		2	4		10	Защита лабораторной работы.
Итого (7 семестр):		30	30		76	зач.с оц.

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Тема 1 Основы теории измерений	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным работам Подготовка отчета по лабораторным работам Подготовка к контрольной работе		10		Основная – [3]. Дополнительная – [3].
Тема 2 Планирование эксперимента	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным работам Подготовка отчета по лабораторным работам Подготовка контрольного домашнего задания		16		Основная – [2].

Тема 3 Программные ресурсы обработки экспериментальных данных и статистического анализа	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации	7 неделя	2	Устный опрос	Основная – [1,2]. Дополнительная – [1].
Тема 4 Вариационные ряды и их характеристики	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации, подготовка к лабораторной работе	8, 9 неделя	10	Устный опрос. Защита лабораторной работы	Основная – [1,2]. Дополнительная – [1].
Тема 5 Выборочное наблюдение	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации, подготовка к лабораторной работе	10, 11 неделя	10	Устный опрос. Защита лабораторной работы	Основная – [1,2]. Дополнительная – [1].
Тема 6 Корреляционная зависимость	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации, подготовка к лабораторной работе	12, 13 неделя	18	Устный опрос. Защита лабораторной работы. Контрольное домашнее задание	Основная – [1,2]. Дополнительная – [1].
Тема 7 Статистическая проверка гипотез	Изучение учебной, научной и методической литературы с привлечением электронных средств информации, подготовка к лабораторной работе	14, 15 неделя	10	Устный опрос. Защита лабораторной работы	Основная – [1,2]. Дополнительная – [1].
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			76		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1.

Эксперимент. Основы экспериментальных исследований. Измерение и погрешность измерения. Прямые измерения. Косвенные измерения.

Тема 2.

Проблемы построения эксперимента. Назначение плана эксперимента. Планирование объема эксперимента. Планирование однофакторного эксперимента. Планирование двухфакторного эксперимента. Планирование многофакторного эксперимента. Неполные и неортогональные планы. Сравнение приемов планирования эксперимента. Сравнение приемов планирования эксперимента. Методы экспертных оценок.

Тема 3.

История методов обработки экспериментальных данных. Математическая статистика – важнейший инструмент современного специалиста. Задачи математической статистики. Методики математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Математическая постановка задачи моделирования. Программные ресурсы обработки экспериментальных данных и статистического анализа. Программное обеспечение для анализа данных. Обзор основных функций и возможностей системы анализа данных. Назначение и цели использования системы анализа данных. Бизнес и системы анализа данных: описательный, диагностический, прогностический, прескриптивный анализ. Выгоды, преимущества и польза от применения системы анализа данных. Виды системы анализа данных. Отличительные черты системы анализа данных.

Тема 4.

Вариационные ряды и их характеристики. Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочная совокупность. Вариационный ряд. интервальный вариационный ряд. Гистограмма относительных частот. Эмпирический закон распределения. Полигон частот. Эмпирическая функция распределения. Теорема Гливленко. Выборочные характеристики статистического распределения. Выборочные числовые характеристики: выборочное среднее, выборочная дисперсия, исправленная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение. Начальный выборочный момент, центральный выборочный момент. Мода и медиана. Статистическое распределение. Расчет основных числовых характеристик. Вычисление числовых характеристик статистической выборки. Вычисление моды и медианы. Определение эмпирической функции распределения.

Тема 5.

Выборочное наблюдение. Репрезентативная совокупность. Способы отбора, обеспечивающих репрезентативность выборки. Точечные оценки и их свойства. Состоятельная и эффективная оценка неизвестного параметра распределения. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Методы получения точечных оценок параметров распределения: метод моментов, метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки. Доверительные интервалы. Предельная ошибка выборки. Непараметрические распределения: стандартное распределение, распределение Хи-квадрат, распределение Стьюдента с k степенями свободы. Доверительные интервалы для параметров нормально распределенной генеральной совокупности. Доверительный интервал для математического ожидания случайной величины при известной дисперсии, при неизвестной дисперсии и малой выборки и для дисперсии случайной величины с неизвестным математическим ожиданием. Доверительный интервал для вероятности успеха в схеме Бернулли и параметра λ распределения Пуассона. Расчет статистических оценок параметров распределения.

Тема 6.

Корреляционная зависимость. Корреляционная таблица. Поля корреляции. Регрессия. Уравнение регрессии. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия. Получение уравнения регрессии. Свойства коэффициента корреляции. Смысл коэффициента корреляции. Средняя квадратическая погрешность. Доверительный интервал для линейной регрессии. Расчет средней квадратической погрешности доверительного интервала и доверительного интервала для линейной регрессии. Нелинейная регрессия. Свойства корреляционного отношения. Параболическая регрессия. Гиперболическая регрессия. Построение линейной регрессии по несгруппированным данным. Практическое составление уравнения линейной регрессии.

Тема 7.

Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия. Нулевая и статистическая гипотезы. Оценка статистической значимости коэффициента корреляции. Оценка статистической значимости коэффициента корреляции. Построение кривой распределения по эмпирическим данным. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 1. Лабораторная работа 1. Тема занятия: Оценка погрешностей расчетов	4		ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 2. Тема занятия: Планирование эксперимента	4		ПК-4
Тема 2. Лабораторная работа 3. Тема занятия: Планирование многофакторного эксперимента	4		ПК-4
Тема 3. Лабораторная работа 4. Тема занятия: Обработка плана эксперимента	4		ПК-4
Тема 4 Лабораторная работа 5. «Статистическое распределение. Расчет основных числовых характеристик статистического распределения выборки»	4		ПК-4
Тема 5 Лабораторная работа 6. «Статистические оценки параметров распределения»	4		ПК-4
Тема 6 Лабораторная работа 7. «Корреляционно-регрессионный анализ по несгруппированным данным»	4		ПК-4
Тема 7 Статистическая проверка гипотез Лабораторная работа 8. «Построение кривой распределения по эмпирическим данным. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки»	4		ПК-4

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Тема 1 Основы теории измерений	Эксперимент. Основы экспериментальных исследований. Измерение и погрешность измерения. Прямые измерения. Косвенные измерения.	ПК-4
Тема 2 Планирование эксперимента	Проблемы построения эксперимента. Назначение плана эксперимента. Планирование объема эксперимента. Планирование однофакторного эксперимента. Планирование двухфакторного эксперимента. Планирование многофакторного эксперимента. Неполные и неортогональные планы. Сравнение приемов планирования эксперимента. Сравнение приемов планирования эксперимента. Методы экспертных оценок.	ПК-4
Тема 3 Программные ресурсы обработки экспериментальных данных и статистического анализа	История методов обработки экспериментальных данных. Математическая статистика – важнейший инструмент современного специалиста. Задачи математической статистики. Методики математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Математическая постановка задачи моделирования. Программные ресурсы обработки экспериментальных данных и статистического анализа. Программное обеспечение для анализа данных. Обзор основных функций и возможностей системы анализа данных. Назначение и цели использования системы анализа данных. Бизнес и системы анализа данных: описательный, диагностический, прогностический, прескриптивный анализ. Выгоды, преимущества и польза от применения системы анализа данных. Виды системы анализа данных. Отличительные черты системы анализа данных.	ПК-4

<p>Тема 4 Вариационные ряды и их характеристики</p>	<p>Вариационные ряды и их характеристики. Первичная обработка экспериментальных данных. Выборочная совокупность. Вариационный ряд. интервальный вариационный ряд. Гистограмма относительных частот. Эмпирический закон распределения. Полигон частот. Эмпирическая функция распределения. Теорема Гливленко. Выборочные характеристики статистического распределения. Выборочные числовые характеристики: выборочное среднее, выборочная дисперсия, исправленная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение. Начальный выборочный момент, центральный выборочный момент. Мода и медиана. Статистическое распределение. Расчет основных числовых характеристик. Вычисление числовых характеристик статистической выборки. Вычисление моды и медианы. Определение эмпирической функции распределения.</p>	<p>ПК-4</p>
<p>Тема 5 Выборочное наблюдение</p>	<p>Выборочное наблюдение. Репрезентативная совокупность. Способы отбора, обеспечивающих репрезентативность выборки. Точечные оценки и их свойства. Состоятельная и эффективная оценка неизвестного параметра распределения. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Методы получения точечных оценок параметров распределения: метод моментов, метод максимального правдоподобия. Интервальные оценки. Доверительные интервалы. Предельная ошибка выборки. Непараметрические распределения: стандартное распределение, распределение Хи-квадрат, распределение Стьюдента с k степенями свободы. Доверительные интервалы для параметров нормально распределенной генеральной совокупности. Доверительный интервал для математического ожидания случайной величины при известной дисперсии, при неизвестной дисперсии и малой выборки и для дисперсии случайной величины с неизвестным математическим ожиданием. Доверительный интервал для вероятности успеха в схеме Бернулли и параметра лямбда распределения Пуассона. Расчет статистических оценок параметров распределения.</p>	<p>ПК-4</p>

Тема 6 Корреляционная зависимость	Корреляционная зависимость. Корреляционная таблица. Поля корреляции. Регрессия. Уравнение регрессии. Получение уравнения регрессии. Свойства коэффициента корреляции. Расчет средней квадратической погрешности доверительного интервала и доверительного интервала для линейной регрессии. Нелинейная регрессия. Свойства корреляционного отношения. Параболическая регрессия. Гиперболическая регрессия. Построение линейной регрессии по несгруппированным данным. Практическое составление уравнения линейной регрессии.	ПК-4
Тема 7 Статистическая проверка гипотез	Статистическая проверка гипотез. Критерии согласия. Нулевая и статистическая гипотезы. Оценка статистической значимости коэффициента корреляции. Оценка статистической значимости коэффициента корреляции. Построение кривой распределения по эмпирическим данным. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки.	ПК-4

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у

себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное

выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Мойзес, Б.Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / Б.Б.Мойзес, И.В., Плотникова, Л.А.Редько. 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 118 с. – (Высшее образование). Текст: непосредственный. ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. ISBN 978-5-534-11906-0 Режим доступа: URL: <https://urait.ru/viewer/statisticheskie-metody-kontrolya-kachestva-i-obrabotka-eksperimentalnyh-dannyh-495895#page/1+>

2. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебник и практикум для вузов / Н.И.Сидняев. 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 495 с. – (Высшее образование). Текст: непосредственный. ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. ISBN 978-5-534-05070-7 Режим доступа: URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-planirovaniya-eksperimenta-i-analiz-statisticheskikh-dannyh-508082#page/1+>

б) дополнительная литература:

1. Третьяк, Л.Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / Л.Н.Третьяк, А.Л. Воробьев; под общ.ред. Л.Н. Третьяк. – 2-е изд., испр. И доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 237 с. ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. ISBN 978-5-534-08623-2 Режим доступа: URL: <https://urait.ru/viewer/osnovy-teorii-i-praktiki-obrabotki-eksperimentalnyh-dannyh-492913#page/1+>

2. Мещеряков, В.А. Метрология. Теория измерений: учебник для вузов / В.А.Мещеряков, Е.А.Бадеева, Е.В. Шалобаев; под общ.редакцией Т.И. Мурашкиной. 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 167 с. – (Высшее образование).

Текст: непосредственный. ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. ISBN 978-5-534-07295-2
Режим доступа: URL: <https://urait.ru/viewer/metrologiya-teoriya-izmereniy-490977#page/1+>

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Единое окно к образовательным ресурсам - URL: <https://window.edu.ru> (дата обращения: 04.05.2022).
2. Открытое образование - URL: <https://openedu.ru/> (дата обращения: 11.05.2022).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

6.2. Программное обеспечение

Matlab (Scilab)

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
Контрольное домашнее задание	1,2	ПК-4

Типовое контрольное домашнее задание

Составить программу для ЭВМ обработки полнофакторного 1, 2, 3, 4 факторного эксперимента. Провести эксперимент используя генератор результатов измерения.

Примеры оценочных средств текущего контроля

1. Вопросы для защиты лабораторной работы 5 «Статистическое распределение. Расчет основных числовых характеристик статистического распределения выборки»

Определение выборочной совокупности.

Определение объема выборки.

Определение вариационного ряда.

Понятие об интервальном и вариационном ряде.

Правило построения гистограммы относительных частот.

Определение эмпирической функции распределения.

Выборочные числовые характеристики: выборочное среднее, выборочная дисперсия, исправленная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение.

Вычисление моды и медианы.

7. Вопросы для защиты лабораторной работы 6 «Статистические оценки параметров распределения»

Понятие репрезентативной совокупности.

Способы отбора, обеспечивающих репрезентативность выборки.

Точечные оценки и их свойства.

Свойства качества оценки параметра распределения.

Методы получения точечных оценок параметров распределения: метод моментов, метод максимального правдоподобия.

Определение доверительного интервала.

Непараметрические распределения: стандартное распределение, распределение Хи-квадрат, распределение Стьюдента с k степенями свободы.

Определение доверительного интервала для параметров нормально распределенной генеральной совокупности.

Доверительный интервал для математического ожидания случайной величины при известной дисперсии, при неизвестной дисперсии и малой выборки и для дисперсии случайной величины с неизвестным математическим ожиданием.

8. Вопросы для защиты лабораторной работы 7 «Корреляционно-регрессионный анализ по несгруппированным данным»

Определение корреляционной таблицы.

Порядок построения поля корреляции.

Определение регрессии, уравнение регрессии.

Метод наименьших квадратов.

Определение линейной регрессии.

Вывод уравнения регрессии.

Перечислите свойства коэффициента корреляции.

В чем заключается смысл коэффициента корреляции?

Средняя квадратическая погрешность.

Доверительный интервал для линейной регрессии.

Нелинейная и линейная регрессия.

Перечислите свойства корреляционного отношения.

Параболическая и гиперболическая регрессия.

9. Вопросы для защиты лабораторной работы 7 «Построение кривой распределения по эмпирическим данным. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки»

Определение статистической гипотезы.

Нулевая и статистическая гипотезы.

Оценка статистической значимости коэффициента корреляции.

Оценка статистической значимости коэффициента корреляции.

Порядок построения кривой распределения по эмпирическим данным.

Порядок проверки гипотезы о нормальном распределении выборки.

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Прямые и косвенные измерения.
2. Погрешность измерения.
3. Систематические погрешности и поправки.
4. Случайные погрешности. Случайные погрешности прямых измерений.
5. Понятия доверительного интервала и доверительной вероятности.
6. Анализ грубых ошибок и промахов.
7. Определение законов распределения случайных величин на основе опытных данных. Основные принципы и положения.
8. Проверка статистических гипотез. Содержание и основные принципы.
9. Выбор количества измерений при проведении эксперимента.

10. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений.
11. Последовательность обработки результатов измерений при прямых измерениях.
12. Оценка погрешности косвенных измерений.
13. Планирование экспериментов. Основные понятия.
14. Однофакторный эксперимент. План эксперимента.
15. Многофакторный эксперимент. План эксперимента.
16. Планирование экспериментов. Пути сокращения количества экспериментов.
17. Метод наименьших квадратов. Принципы методы.
18. Линейная аппроксимация с использованием метода наименьших квадратов.
19. Корреляция. Основные понятия.
20. Линейная корреляция.
21. Коэффициент корреляции.
22. Регрессионный анализ. Основные понятия.
23. Простая линейная регрессия.
24. Характеристика метода статистического моделирования.
25. Псевдослучайные последовательности.
26. Моделирование случайных событий.
27. Моделирование дискретных случайных величин.
28. Моделирование непрерывных случайных величин.
29. Моделирование случайных векторов.

Типовые задачи промежуточной аттестации

1. Получены следующие данные выборки о распределении рабочих предприятия по заработной плате:

Зарплата, тыс. руб.	20–30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
Число рабочих, чел.	8	19	28	32	42	21

Найти среднюю зарплату по предприятию, среднее квадратическое отклонение, моду и медиану. Построить гистограмму относительных частот и эмпирическую функцию распределения.

2. На контрольных испытаниях случайно выбранных из партии 15 осветительных ламп были определены средняя продолжительность работы лампы $\bar{x} = 3000$ ч и среднее квадратическое отклонение $\sigma = 20$ ч. Найти с вероятностью $\gamma = 0,99$ доверительный интервал для средней продолжительности работы лампы в целом для партии.

3. На ткацкой фабрике из 1000 ткачих произведена собственно-случайная бесповторная выборка 100 человек. В результате получены следующие данные о распределении ткачих по уровню дневной выработки.

Уровень дневной выработки, м	30-40	40-50	50-60	60-70
Число ткачих, чел.	19	28	32	42

Вычислить:

- а) с вероятностью 0,954 границы для средней дневной выработки одной ткачихи по фабрике в целом;
- б) границы, в которых с вероятностью 0,997 заключена доля ткачих с дневной выработкой более 60 м;
- в) минимальный объем выборки, гарантирующий с вероятностью 0,98 предельную ошибку выборки 2 м.

4. В результате наблюдения за уровнем рождаемости в некотором регионе были получены следующие данные:

Год, x_i	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Количество родившихся детей, y_i	150	155	130	150	140	125	100	100	90	90

Найти уравнение линейной регрессии.

5. В результате наблюдения за уровнем рождаемости в некотором регионе были получены следующие данные:

Год, x_i	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Количество родившихся детей, y_i	150	155	130	150	140	125	100	100	90	90

Оценить тесноту линейной корреляционной зависимости количества преступлений Y от года X .

6. В результате наблюдения за уровнем рождаемости в некотором регионе были получены следующие данные:

Год, x_i	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Количество родившихся детей, y_i	150	155	130	150	140	125	100	100	90	90

Вычислить с вероятностью 0,95 доверительные границы для количества детей, рожденных в 2014 г.

7. Для установления зависимости доли легальных предприятий (Y) от величины процентной ставки налога на прибыль (X) проведено выборочное наблюдение, в результате которого получены следующие расчетные условные данные.

Налог на прибыль $X, \%$	1	1,5	2	3	4	6	8	9	10
Доля легальных предприятий $Y, \%$	91	70	53	41	28	20	16	15	15

8. По выборке объема $n = 60$, извлеченной из двумерной нормальной генеральной совокупности (X, Y), найден коэффициент корреляции $r_{XY} = 0,747$. Проверить статистическую значимость с вероятностью $\gamma = 0,95$ найденного коэффициента корреляции r_{XY} .

9. По выборке объема $n = 10$, извлеченной из двумерной нормальной генеральной совокупности (X, Y), найден коэффициент корреляции $r_{XY} = -0,926$. Проверить статистическую значимость найденного коэффициента корреляции r_{XY} при уровне значимости $\alpha = 0,01$.

Разработчик: Салтыков А.С., к.т.н., доцент, доцент кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений.