Министерство науки и высшего образования

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Математическое обеспечение и применение ЭВМ»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
_____ И.В. Макурин
«12» 02 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ»

основной профессиональной образовательной программы
подготовки бакалавров
по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»

Форма обучения очная
Технология обучения традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы _____ В.А. Тихомиров
профессор, к.т.н. « 11 » 02 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки _____ И.А. Романовская

« 18 » 02 2016 г.

Заведующий кафедрой «МОПЭВМ» _____ В.А. Тихомиров

« 16 » 02 2016 .

Заведующий выпускающей кафедрой «МОПЭВМ» _____ В.А. Тихомиров

« 16 » 02 2016 .

Декан «ФКТ» _____ Я.Ю.Григорьев

« 18 » 02 2016 .

Начальник учебно-методического управления _____ Е.Е. Поздеева

« 22 » 02 2016 .

Введение

Рабочая программа дисциплины «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 № 5, и образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Набор 2018 года и далее.

1 Аннотация дисциплины

<table>
<tr><td>Наименование дисциплины</td><td colspan="8">Обработка экспериментальных данных на ЭВМ</td></tr>
<tr><td>Цель дисциплины</td><td colspan="8">освоение и понимание студентами основных алгоритмов обработки экспериментальных данных на ЭВМ и формирование у студентов практических навыков программирования этих алгоритмов на языке высокого уровня.</td></tr>
<tr><td>Задачи Дисциплины</td><td colspan="8">-изучение и программная реализация алгоритмов интерполяции экспериментальных данных сплайн - функциями;
-изучение и программная реализация алгоритмов сглаживания экспериментальных данных сплайн - функциями;
-изучение и программная реализация алгоритмов построения регрессионных функций методом наименьших квадратов;
-изучение и программная реализация алгоритмов теории временных рядов.</td></tr>
<tr><td>Основные разделы дисциплины</td><td colspan="8">Современные проблемы обработки экспериментальных данных
Классификация в распознавании образов
Идеи классификации. Прямые методы восстановления решающей функции.
Простые алгоритмы классификации в стохастическом случае
Планирование эксперимента
Методы непараметрической обработки информации
Анализ трендов и временных рядов
Дисперсионный анализ
Идентификация статических моделей объектов
Идентификация и адаптивное управление динамическими объектами</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Общая трудоемкость дисциплины</td><td colspan="8">4 з.е. / 144 академических часов</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Семестр</td><td colspan="4">Аудиторная нагрузка, ч</td><td rowspan="2">СРС, ч</td><td rowspan="2">Промежуточная аттестация, ч</td><td rowspan="2">Всего за семестр, ч</td></tr>
<tr><td>Число недель</td><td>Лекции</td><td>Лаб. работы</td><td>Курсовое проектирование</td></tr>
<tr><td></td><td>6</td><td>16</td><td>32</td><td>32</td><td></td><td>44</td><td>36</td><td>144</td></tr>
<tr><td colspan="2">ИТОГО:</td><td>16</td><td>32</td><td>32</td><td></td><td>44</td><td>36</td><td>144</td></tr>
</table>

Трудоемкость дисциплины в таблице представлена для учебного года, когда учебный семестр составляет 16 недель.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
Способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (ПК-3)	Типовые алгоритмы обработки данных на ЭВМ. З3(ПК-3-6)	Подбирать алгоритмы обработки данных для решения практических задач. У3(ПК-3-6)	Использования стандартных алгоритмов при организации и обработке данных на ЭВМ. Н4(ПК-3-7)

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина(модуль) «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Дисциплина, входит в состав блока Б1 «Дисциплины (модули) по выбору» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы общие знания, умения, навыки работы с ПЭВМ, навыки программирования на языках высокого уровня.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	**Всего академических часов**			
	Очная форма обучения			**Заочная форма обучения**
Число недель в семестре		16		
Общая трудоемкость дисциплины	144			
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего		64		
В том числе:				
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)		32		
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)		32		
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза		44		
Промежуточная аттестация обучающихся	36 (экзамен)			

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1 ***Стандартизация и сертификация программного обеспечения***							
Тема 1 Предмет курса, цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами. Основные понятия курса. Обзор современных методов обработки информации. Четыре основных этапа обработки информации. Планирование сбора данных. Предварительное исследование данных. Построение оценок и моделей. Проверка гипотез. Структуры данных: классификация различных типов наборов данных. Одномерные данные. Двумерные данные. Многомерные данные. Качественные данные: дискретные и непрерывные количественные данные. Категориальные данные: порядковые и номинальные качественные данные. Временные ряды. Источники данных: первичные и вторичные. Основные статистические характеристики. Основные законы распределения случайных величин и их назначение. Краткий обзор современных программных средств для проведения анализа	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
данных.							
Тема 2 Схема системы распознавания. Байесовская теория принятия решений при дискретных и непрерывных признаках. Примеры применения классификации на практике. Построение системы распознавания образов. Сущность задачи классификации. Обучающая выборка и ее построение. Построение решающей функции. Универсальный вид решающей функции. Байесовская теория принятия решений. Априорные вероятности. Вычисление апостериорных вероятностей. Правило максимума апостериорной вероятности. Вероятность ошибки классификации. Ошибка первого и второго рода. Вычисление ошибки классификации.	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)
Тема 3 Идеи классификации. Прямые методы восстановления решающей функции. Простые алгоритмы классификации в стохастическом случае. Варианты классификации при разном уровне полноты исходной информации. Случай 1: полностью известны условные плотности для каждого информативного признака. Априорные вероятности не известны.	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
Построение решающего правила для этого случая. Случай 2: условные плотности для каждого информативного признака известны не полностью, а с точностью до параметров. Априорные вероятности не известны. Имеется обучающая выборка. Построение решающего правила для этого случая. Случай 3: условные плотности для каждого информативного признака не известны. Априорные вероятности не известны. Имеется обучающая выборка. Построение решающего правила для этого случая. Случай 4: Число классов и условные плотности для каждого информативного признака не известны. Априорные вероятности не известны. Обучающей выборки нет. Есть обычная выборка. Необходимо построить самообучающуюся систему классификации для этого случая. Стратегии самообучения. Прямые методы восстановления решающей функции. Использование критерия наименьших квадратов. Использование знакового критерия. Простые алгоритмы классификации в стохастическом случае. Структура алгоритмов. Правило минимального расстояния.							
Тема 4 Общее понятие планирования эксперимента.	Лекция				Активная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
Планирование эксперимента при построении линейной статической модели объекта. Цель планирования эксперимента. Постановка задачи планирования эксперимента. Преимущества использования планирования эксперимента. Задача о взвешивании тел. Линейная модель объекта. Переход к безразмерным величинам. Выбор базовой точки плана и интервалов покачивания. Переход от безразмерных коэффициентов модели к размерным коэффициентам. Расчет безразмерных коэффициентов модели. Вычисление дисперсии выхода построенной модели.			2				
Тема 5 Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Насыщенные планы (Симплексы. Планы Плаккета-Бермана). Разбиение матрицы планирования на блоки. Выбор числа уровней каждого фактора при проведении полного факторного эксперимента. Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента при двух уровнях варьирования. Ортогональность плана. Вычисление безразмерных коэффициентов линейной модели с использование полного факторного плана первого порядка. Дробные реплики. Причины	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
применения дробных реплик. Определяющий контраст дробной реплики. Разрешающая способность дробной реплики. Оценивание коэффициентов линейной модели с использованием дробных реплик. Насыщенные планы. Правильный симплекс. Построение плана эксперимента с использованием правильно симплекса. Планы Плаккета-Бермана Построение плана эксперимента Плаккета-Бермана.							
Тема 6 Обработка результатов эксперимента. Ортогональное планирование второго порядка. Ротатабельное планирование. Метод случайного баланса. Проверка однородности дисперсий. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов модели. Корректировка вида модели. Интерпретация модели. Планирование второго порядка. Построение композиционного плана. Сравнение с полным факторным планом второго порядка. Вычисление коэффициентов модели с использованием композиционного плана второго порядка. Сравнение линейной модели объекта и модели второго порядка. Ротатабельное планирование. Какие планы являются рототабельными. Построение рототабельных планов. Метод	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
случайного баланса. Ранжирование факторов по степени влияния на выход объекта. Отсеивание небольшого числа наиболее значимых факторов. Построение диаграммы рассеяния. Выделение существенных факторов.							
Тема 7 Оценивание функционалов. Простейшие оценки функции и плотности распределения вероятности. Оценка Розенблатта-Парзена. Обзор непараметрического подхода. Оценивание функционалов. Представление оцениваемых характеристик в виде функционалов от плотностей распределения вероятностей. Общая схема построения оценок функционалов. Свойства оценок: несмещенность и состоятельность. Простейшая оценка функции распределения. Простейшая оценка функции плотности. Дельта функция и ее свойства. Построение оценок моментов случайных величин с использованием простейшей оценки функции плотности. Оценка Розенблатта-Парзена. Построение оценок моментов случайных величин с использованием оценки функции плотности Розенблатта-Парзена.	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)
Тема 8	Лекция				Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
Оценивание условной плотности вероятности. Оценка регрессии. Робастные оценки регрессии Построение оценки условной плотности с использованием оценки Розенблатта-Парзена. Адаптивный расчет оценки условной плотности. Определение регрессии. Построение оценки регрессии с использованием оценки Розенблатта-Парзена. Свойства непараметрической оценки регрессии. Подстройка коэффициента размытости ядра для получения оптимальной оценки регрессии. Робастная оценка регрессии. Оценка медианы. Модульный критерий.			2				
Тема 9 Адаптивное управление при априорной неопределенности. Управление экстремальным объектом. Применение непараметрического сглаживания в классификации. Определение адаптации. Постановка задачи адаптивного управления. Два основных подхода к поиску управляющего воздействия: Получение управляющего воздействия из прямой модели и получение управляющего воздействия из обратной модели. Непараметрическое сглаживание в классификации. Построение непараметрического решающего правила. Метод	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
скользящего экзамена. Непараметрическая реализация байесовского подхода. Минимизации оценки вероятности ошибки путем подстрой параметров решающего непараметрического решающего правила.							
Тема 10 Однофакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. Ковариационный анализ. Обзор ситуаций для применения дисперсионного анализа. Общая схема дисперсионного анализа. Использование блочных диаграмм для одновременного представления нескольких выборок. Однофакторный дисперсионный анализ. Построение и интерпретация таблицы вариаций. Fтест. F-статистка. Результат F-теста. Более сложные планы дисперсионного анализа. Многофакторный дисперсионный анализ.	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)
Тема 11 Обзор анализа временных рядов. Анализ трендов и сезонности. Прогноз: тренд с учетом сезонности ARIMA процессы. Понятие временного ряда. Отличие от обычных выборок. Примеры использования анализа временных рядов. Обзор подходов по анализу	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
временных рядов. Прогноз и границы прогноза на основании анализа временных рядов. Анализ трендов и сезонности – интуитивный подход к анализу временных рядов.							
Тема 12 Четыре компоненты временного ряда: долгосрочный тренд, сезонный компонент, циклический компонент, нерегулярный (случайный компонент). Скользящее среднее. Построение графиков для каждого из компонентов. Интерпретация каждого из компонентов. Моделирование циклического поведения с помощью ARIMA процессов Бокса-Дженкинса: математическая модель для анализа временных рядов. Семейство ARIMA-процессов. Процесс случайного шума. Процесс авторегрессии. Процесс скользящего среднего. Процесс авторегрессии и скользящего среднего. Чистый интегрированный процесс. Процесс авторегрессионного интегрированного скользящего среднего.	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)
Тема 13 Постановка задачи подстройки параметров нелинейных моделей. Критерий наименьших	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
квадратов. Адаптивные алгоритмы метода наименьших квадратов. Простейший адаптивный алгоритм подстройки параметров. Идентификация статических моделей объектов. Постановка задачи подстройки параметров нелинейных моделей. Критерий наименьших квадратов при различных условиях.							
Тема 14 Метод наименьших квадратов при линейной параметризации модели. Метод последовательной линеаризации при подстройке параметров на основе критерия наименьших квадратов. Адаптивные алгоритмы метода наименьших квадратов. Постановка задачи подстройки параметров. Простейший адаптивный алгоритм подстройки параметров для линейной и нелинейной модели.	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)
Тема 15 Дискретные динамические модели стохастических объектов. Подстройка параметров с использованием функций чувствительности. Метод, основанный на использовании итера-	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
тивных моделей. Применение простейшего адаптивного алгоритма. Постановка задачи адаптивного управления. Синтез алгоритмов управления.							
Тема 16 Идентификация динамических моделей объектов. Дискретные динамические модели стохастических объектов. Типы помех: некоррелированная помеха (белый шум), коррелированная (окрашенная) помеха. Подстройка параметров с использованием функций чувствительности. Уравнения чувствительности. Построение итеративной модели	Лекция		2		Традиционная	ПК-3	З3(ПК-3-6)
Метод прогонки для решения системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей.	Лабораторная работа		4		Традиционная	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)
Линейный, параболический, кубический сплайны. Вычислительные алгоритмы нахождения значений интерполяционных сплайнов и их производных.	Лабораторная работа		4		Традиционная	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)
Метод прогонки для решения системы линейных уравнений с пятидиагональной матрицей.	Лабораторная работа		6		Традиционная	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)
Вычислительный алгоритм нахождения значений сглаживающего сплайна и его произ-	Лабораторная		6		Активная	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)			Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
			Для графика 16 недель в семестрах			Компетенции	Знания, умения, навыки
водной.	работа						
Метод наименьших квадратов для нахождения параметров регрессионной функции.	Лабораторная работа		6		Традиционная	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)
Временные ряды. Решение задач сглаживания и прогноза методом наименьших квадратов.	Лабораторная работа		6		Традиционная	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)
Автоматизированные системы обработки экспериментальных данных	Самостоятельная работа обучающихся		44		Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-3	У3(ПК-3-6) Н4(ПК-3-6)
Текущий контроль по разделу 1		экзамен					
Итого по разделу 1		144					
ИТОГО по дисциплине Лекции			32		-	-	-
Лабораторные работы			32		-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся			44		-	-	-
Промежуточная аттестация		Экзамен					
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины (часов) 144 в том числе с использованием активных методов обучения 10 часов							

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ», состоит из следующих компонентов: - изучение теоретических разделов дисциплины;

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка и оформление РГР.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

Комплект электронных УММ для выполнения лабораторных работ и РГР по дисциплине «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» в локальной сети ФКТ по адресу \\3k316m04\ Share\МОП_ЭВМ\1. Дневное\Бакалавры\ОЭДнЭВМ.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студента, для варианта семестра в 16 недель, представлен в таблице 4.

Самостоятельная работа студентов, реализуемая вне рамок аудиторных занятий, имеет следующую структуру:

- подготовка к лекциям;
- теоретическая подготовка к лабораторным занятиям;
- самостоятельное изучение отдельных теоретических разделов дисциплины «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ»;
- выполнение РГР и подготовка к ее сдаче;

При подготовке к лекциям студент должен восстановить в памяти материал, разобранный в предыдущих лекциях, и освежить навыки практического использования этого материала на лабораторных работах.

Теоретическая подготовка к лабораторным занятиям требует знания пройденного лекционного материала, предварительного изучения методического материала по предстоящей к выполнению (или защите) лабораторной работы. Необходимо дополнительно ознакомиться с аналогичными темами, проиллюстрированными в интернет сообществе и на порталах вузов - аналогов. РГР выполняется, начиная с середины семестра, когда у студента накапливается необходимый набор знаний и умений для её выполнения.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 16-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю в семестре 6																				Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Подготовка к лабораторным занятиям	**1**	**1**		**1**		**1**		**1**		**2**		**2**		**2**		**2**					**14**
Изучение теоретических разделов дисциплины	**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**						**9**
Подготовка, оформление и защита РГР									**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**					**21**
ИТОГО в 6 семестре	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**3**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**5**					**44**

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Метод прогонки 1	ПК-3	Отчет по лабораторной работе № 1	Умеет обрабатывать экспериментальные данные методом прогонки 1
Линейный, параболический, кубический сплайны.	ПК-3	Отчет по лабораторной работе № 2	Умеет обрабатывать экспериментальные данные методом сплайнов
Метод прогонки 2	ПК-3	Отчет по лабораторной работе № 3	Умеет обрабатывать экспериментальные данные методом прогонки 2
Вычислительный алгоритм нахождения значений сглаживающего сплайна и его производной.	ПК-3	Отчет по лабораторной работе № 4	Умеет обрабатывать экспериментальные данные по алгоритму сглаживающего сплайна
Метод наименьших квадратов	ПК-3	Отчет по лабораторной работе № 5	Умеет обрабатывать экспериментальные данные по алгоритму наименьших квадратов
Временные ряды.	ПК-3	Отчет по лабораторной работе № 6	Умеет обрабатывать экспериментальные данные с использованием временных рядов
Технология обработки экспериментальных данных	ПК-3	Отчет по выполнению РГР, вопросы экзаменационных билетов	Умеет применять различные технологии для обработки экспериментальных данных

Промежуточная аттестация в семестре проводится в форме экзамена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр ***Промежуточная аттестация в форме зачета***				
1	Отчеты по лабораторным работам (6 работ)	В течение семестра	10 баллов За каждую работу	10 баллов – студент правильно выполнил и защитил лабораторную работу. Показал отличные знания в рамках освоенного учебного материала. 5 баллов – студент выполнил и защитил лабораторную работу с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках освоенного учебного материала. 2 баллов – студент выполнил и защитил лабораторную работу с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – задание не выполнено.
2	Отчет по выполнению РГР	В конце семестра	40 баллов	40 баллов – студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 20 баллов – студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 10 баллов – студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 0 баллов – при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
Текущий контроль:		-	100 баллов	
3		Три вопроса оценивание	50баллов	50 баллов – студент дал полный и точный ответ на теоретический вопрос, ответил на дополнительные вопросы, 40 - *с*тудент ответил на теоретический вопрос билета с

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	Экзамен	уровня усвоенных знаний		небольшими неточностями, показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала, ответил на большинство дополнительных вопросов, 30-студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями, показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала, при ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей, 0 баллов - в ответе более трех грубых ошибок или задание не выполнено.
Экзамен:		-	50	-
ИТОГО		**150**		

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:
0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

Задания для текущего контроля

Примеры заданий на лабораторные работы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1
Сплайн-интерполяция экспериментальных данных

Задание. Разработать программу, которая в диалоговом режиме

1) строит интерполяционную таблицу для заданного класса функций;
2) по этой таблице строит два интерполяционных сплайна и их производные;
3) строит интерполяционную таблицу с зашумленными данными;
4) по зашумленным данным строит два интерполяционных сплайна и их производные.

Изучить зависимость погрешности интерполяции от степени сплайна и размерности интерполяционной таблицы.

Изучить зависимость погрешности приближения производной функции производными сплайна.

а) от степени сплайна и размерности интерполяционной таблицы в случае незашумленных данных;

б) от уровня шума, степени сплайна и размерности интерполяционной таблицы в случае зашумленных данных.

Результаты представить в виде графиков и таблиц значений дискретных аналогов нормы разности сплайнов и функции, производных сплайнов и производной функции.

Варианты заданий

1 - интерполяционный линейный сплайн

2 - интерполяционный параболический сплайн

3 - интерполяционный кубический сплайн

Номер вари-анта	Класс функций	
1	$a\sin(bx+c)+dx+e$	1,2
2	$a\sin(bx+c)+dx^2+e$	1,3
3	$a\sin(bx+c)+dx^3+e$	2,3
4	ab^x+cx+d	1,2
5	$ab^{-x}+cx+d$	1,3
6	ab^x+cx^2+d	2,3
7	$ab^{-x}+cx^2+d$	1,2
8	ae^x+bx^2+cx+d	1,3
9	$ae^{-x}+bx^2+cx+d$	2,3
10	$ae^{bx}+cx+d$	1,2
11	$ae^{bx}+cx^2+d$	1,3
12	$ae^{-bx}+cx^3+d$	2,3
13	$ae^{-bx}+cx^2+dx+e$	1,2
14	$ae^{-(bx)^2}$	1,3
15	$ae^{bx}+ce^{dx}$	2,3
16	ae^{bx+cx^2}	1,2
17	$ae^{-bx}\sin(cx+d)$	1,3
18	$a\,sh\,x+bx+c$	2,3
19	$a\,sh\,x+bx^2+c$	1,2
20	$a\,ch\,x+bx+c$	1,3

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2
Сглаживание кубическим сплайном

Задание. Разработать программу, которая в диалоговом режиме

1) строит таблицу с зашумленными данными;
2) по зашумленным данным строит сглаживающий кубический сплайн и его производную.

Изучить зависимость погрешности сглаживания от уровня шума и размерности таблицы.

Изучить зависимость погрешности приближения производной от уровня шума и размерности таблицы.

Результаты представить в виде графиков и таблиц значений дискретных аналогов нормы разности сплайна и функции, производной сплайна и производной функции.

Класс функций выбирается тот же, что и в лабораторной работе 1.

Контрольные вопросы

1. Постановка задачи сглаживания.
2. Определение сглаживающего кубического сплайна (естественного).
3. Алгоритм нахождения коэффициентов естественного сглаживающего кубического сплайна.
4. Нахождение значений естественного сглаживающего кубического сплайна.
5. Оценка числа арифметических действий, необходимых для построения естественного сглаживающего кубического сплайна.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3
Временные ряды

Задание. Разработать программу, которая по формуле тренда строит временной ряд из 25 уровней, а затем по первым 20 уровням строит прогноз с 21 по 25 уровень методом наименьших квадратов и методом экспоненциального сглаживания для линейной и квадратичной модели. Сравнить расчетные и фактические значения тренда, расчетные и фактические уровни ряда, найти дискретные аналоги нормы разности. Построить графики тренда, расчетных и фактических значений уровней временного ряда.

Варианты заданий

$t = 1,2,\ldots 25$

$x = t/25$

Номер варианта	Формулы тренда
1	$a\sin x + bx + c$
2	$a\,3^{x} + bx + c$
3	$a\,2^{-x} + bx$
4	$a\cos x + bx + c$
5	$a\sin x + bx^{2} + c$
6	$a\,3^{-x} + bx^{2} + c$
7	$a\,2^{x} + bx + c$
8	$a\,x^{4} + bx + c$
9	$a\,3^{-x} + bx + c$
10	$a\,x^{3} + bx + c$
11	$a\,2^{-x} + bx^{2} + c$
12	$a\,4^{x} + bx + c$
13	$a\,4^{-x} + bx^{2} + c$
14	$a\,2^{x} + bx^{2} + c$
15	$a\,3^{x} + bx + c$
16	$a\,4^{-x} + bx + c$
17	$a\,x^{4} + bx^{2} + c$
18	$a/x + bx + c$
19	$a/x^{2} + bx + c$
20	$a\,4^{x} + bx^{2} + c$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4
Разработка регрессионной модели объекта по результатам экспериментов

Задание

Построить регрессионные модели объектов по заданным ЭД. Решение общей задачи разбивается на несколько этапов.

1. Предварительная обработка данных с целью стандартизации результатов наблюдения.
2. Вывод соотношений для оценки параметров заданных регрессионных моделей.
3. Оценка параметров регрессионных моделей.
4. Проверка значимости коэффициентов регрессии.
5. Оценка точности регрессионных моделей.
6. Формирование выводов о возможности применения разработанных регрессионных моделей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5
Обработка и анализ результатов активного эксперимента

Задание

Построить математическую модель и оценить ее параметры по результатам проведения полного факторного эксперимента (ПФЭ) типа 2x3 . Решение общей задачи разбивается на несколько этапов.

1. Вычисление среднего значения функции отклика и значений оценок коэффициентов модели.
2. Вычисление оценки дисперсии воспроизводимости.
3. Проверка однородности дисперсий воспроизводимости.
4. Вычисление остаточной суммы квадратов.
5. Оценка адекватности модели и данных экспериментов.

6 Оценка значимости коэффициентов модели, формирование выводов о возможности применения разработанной модели

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6
Оценка показателей качества объекта по результатам экспериментов

Задание

Разработать программную процедуру для экспериментального исследования ДСЧ из состава системы программирования на равномерность и случайность формируемых чисел, соответствие выборочных моментов распределения теоретическим значениям.

1. Проверку равномерности провести на основе построения одномерной, двухмерной и трехмерной гистограмм с различными объемами выборок случайных чисел.
2. Проверку независимости случайных чисел провести на основе оценки коэффициента автокорреляции различных пар чисел последовательности.

3. Оценить выборочные значения математического ожидания, второго, третьего и четвертого центральных моментов и сопоставить их с теоретическими значениями.

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РГР

Задание 1. Построить алгоритм для интерполяции функции $f(x)$ на отрезке $[a,b]$ интерполяционным линейным сплайном $L(x)$ с равномерным шагом. Разработать программу, которая реализует этот алгоритм и выводит на печать значение сплайна $L(x)$ и значение функции $f(x)$, значение производной сплайна и производной функции при $x = x_*$. Размерность интерполяционной таблицы равна 21.

Задание 2. Построить алгоритм для интерполяции функции $f(x)$ на отрезке $[a,b]$ естественным интерполяционным кубическим сплайном $S(x)$ с равномерным шагом. Разработать программу, которая реализует этот алгоритм и выдает на печать значение сплайна $S(x)$ и функции $f(x)$, значение производной сплайна и производной функции при $x = x_*$.

Размерность интерполяционной таблицы равна 21.

Варианты заданий

Номер варианта	*f(x)*	*a*	*b*	x_*
1	$4^x + 3x - 2.1$	-1	1	0.15
2	$2^{-x} - 5x + 1.4$	-2	2	0.1
3	$4^{-x} + x + 1.6$	-1.5	1.5	0.2
4	$2^x - 7x + 2.7$	-1.2	1.2	0.3
5	$3^x - 0.8x + 5.2$	-1.6	1.6	0.4
6	$4^{-x} - 5x + 2.8$	-1	1	0.25
7	$3^{-x} - 2x + 1.7$	-2	2	-0.1
8	$5^x - 0.6x + 2.4$	-1.5	1.5	-0.2
9	$2^x + 3.2x + 5.3$	-1.2	1.2	-0.3
10	$5^{-x} + 1.3x - 0.2$	-1.6	1.6	-0.4
11	$3^{-x} + 5x - 0.7$	-1	1	-0.15
12	$5^{-x} - 0.4x + 3.6$	-2	2	-0.5
13	$3^{-x} + 4x - 2.3$	-1.5	1.5	0.1
14	$4^x - 2x + 5.1$	-1.2	1.2	0.2
15	$2^x - 0.3x + 1.7$	-1.6	1.6	0.6
16	$3^x + 4x - 1.3$	-1	1	-0.25
17	$4^{-x} - 0.8x + 3.5$	-2	2	0.3
18	$2^{-x} + 5x - 1.3$	-1.5	1.5	-0.1
19	$5^x + 1.2x - 0.7$	-1.2	1.2	-0.2
20	$3^{-x} - 5x + 4.2$	-1.6	1.6	-0.6
21	$4^x + 0.5x + 3.2$	-1	1	0.35
22	$3^x + 1.8x - 0.4$	-2	2	-0.3

23	$2^x + 1.4\boldsymbol{x} - 3.5$	-1.5	1.5	0.4
24	$5^x - 0.6\boldsymbol{x} + 1.4$	-1.2	1.2	0.1
25	$3^x - 2.3\boldsymbol{x} + 1.8$	-1.6	1.6	0.2
26	$4^{-x} + 1.2\boldsymbol{x} + 0.9$	-1	1	-0.35
27	$3^{-x} - 1.5\boldsymbol{x} + 2.8$	-2	2	0.5
28	$2^x - 0.5\boldsymbol{x} + 4.3$	-1.5	1.5	-0.4
29	$3^x - 5.3\boldsymbol{x} + 2.7$	-1.2	1.2	-0.1

Типовые вопросы на ЭКЗАМЕН

1. Понятие о способах представления экспериментальных данных с использованием специализированного программного обеспечения.
2. Подготовка данных к математической обработке.
3. Протоколирование первичных данных.
4. Составление сводных таблиц (табулирование данных).
5. Построение таблиц сгруппированных частот.
6. Графическое представление полученных распределений.
7. Способы представления экспериментальных данных.
8. Архитектура специализированного программного обеспечения.
9. Структура ПО, организация пользовательского интерфейса.
10. Что значит планирование эксперимента?
11. Постановка задачи обработки экспериментальных данных.
12. Связь задачи обработки данных и планирование эксперимента.
13. Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей.
14. Классификация задач обработки.
15. Описательные характеристики экспериментальных данных.
16. Числовые характеристики выборки: эмпирическое среднее, дисперсия, размах выборки,
17. Числовые характеристики выборки: коэффициент вариации, стандартное отклонение, мода,
18. Числовые характеристики выборки: медиана, моменты, асимметрия, эксцесс.
19. Алгоритм проверки статистических гипотез.
20. Приближенная проверка гипотезы о нормальности распределения с помощью выборочных асимметрии
и эксцесса.
21. Сравнение средних, критерий Стьюдента.
22. Меры связи между признаками.
23. Корреляционные связи и факторный анализ данных при пассивном эксперименте.
24. Интерпретация коэффициентов корреляции.
25. Многомерный анализ данных.
26. Основные этапы разведочного факторного анализа.
27. Проверка значимости корреляционной зависимости.

28. Графическое представление корреляционных связей.
29. «Облако рассеивания» показателей и его интерпретация.
30. Выборочный метод.
31. Общие понятия о генеральной совокупности и выборке.
32. Точечные и доверительные (интервальные) оценки параметров выборки.
33. Понятие доверительного интервала.
34. Классификация ошибок измерения: грубые, систематические, случайные ошибки.
3 5. Анализ и интерпретация результатов экспериментальных исследований.

Пример экзаменационного билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Классификация ошибок измерения: грубые, систематические, случайные ошибки.
2. Числовые характеристики выборки: эмпирическое среднее, дисперсия, размах выборки,
3. Связь задачи обработки данных и планирование эксперимента.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1 Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс]: учебн. пособие/Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский - М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

1 Антонов, А. В. Теория надежности. Статистические модели [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Антонов, М.С. Никулин, А.М. Никулин, В.А. Чепурко. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 576 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php#, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Козлов, А. Ю. Статистический анализ данных в MS Excel [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 320 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php, ограниченный. – Загл. с экрана.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://window.edu.ru/.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для повышения качества выживаемости знаний, задачи лабораторных работ и РГР должны подбираться с учетом необходимости применения знаний в последующих дисциплинах.

С начала семестра необходимо на первом лабораторном занятии проводить тестирование остаточных знаний студентов. Для тестирования можно использовать задачи для лабораторных работ, включающие в качестве вспомогательных элементов, действия, связанные с тематикой программирования на языках высокого уровня.

Проведение контроля текущей успеваемости, с одной стороны, позволяет получать адекватную информацию о степени усвоения учебного материала, с другой стороны, стимулирует ритмичность учебной деятельности.

Информация о выполненных лабораторных работах отражается в рейтинговых таблицах, выкладываемых на соответствующем сайте ФКТ. Уровень рейтинга студента рассчитывается и отображается на сайте автоматически.

Контрольная работа способствует лучшему освоению практических навыков по данному предмету. Студент получает задания в начале изучаемого раздела, а сдает выполненное задание после прохождения основных лабораторных занятий по данному разделу.

Качество освоения учебного материала и выполнения контрольной работы контролируется преподавателем в виде защиты лабораторных работ. На защите контрольной работы преподаватель в устной (или письменной) форме проверяет знание основных определений и положений дидактической единицы, являющейся темой РГР, а также проверяет навыки практического использования современного программного обеспечения.

Студент, успешно выполнивший и защитивший плановые лабораторные работы и контрольную работу – получает зачет по дисциплине.

Методические указания по выполнению работы “Разработка регрессионной модели объекта по результатам экспериментов”

Каждый студент обрабатывает свой вариант экспериментальных данных, в соответствии с номером в списке. Для выполнения вычислений можно разработать соответствующие процедуры с использованием любого универсального языка программирования. Обработка данных ведется применительно к трем видам уравнений регрессии:

- таблица1 - линейная регрессия y = ax + b ;
- таблица 2 - параболическая регрессия второго порядка y = cx2 + dx + e
- таблица 3 - множественная регрессия z = f x + g y + p .

Значения результатов наблюдений величин x, y и z задаются в таблицах.

1. Стандартизация предполагает вычисление оценок математических ожиданий mx , my, и mz, оценок среднеквадратических отклонений sx, sy и sz соответственно для случайных величин X, Y, Z. Затем осуществляется переход к центрированным и нормированным величинам с использованием формул

vi = (xi -mx) / sx, i =1,2, … n;
wi = (yi - my) / sy, i =1,2, …n,
qi = (zi - mz) / sz, i= 1,2, …n,
где n - количество наблюдений.

2. Вывод соотношений для расчетов оценок параметров регрессионных моделей производится с использованием метода наименьших квадратов.
3. Оценка параметров производится путем решения систем уравнений полученных на предыдущем шаге.
4. Проверка значимости коэффициентов производится только применительно к линейной регрессии путем проверки значимости оценки коэффициента корреляции. Оценка коэффициента корреляции рассчитывается по формуле r=asx/sy. В качестве критерия проверки нулевой гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции принимают случайную величину T=r(n-2)0,5/(1-r2)0,5. По таблице критических точек распределения Стьюдента по заданному уровню значимости 0,05 и числу степеней свободы k=n-2 для двусторонней критической области определяют Ткр. Если абсолютная величина T меньше Ткр, то коэффициент корреляции не значим и случайные величины x и y не коррелированы.
5. Оценка точности производится путем расчета отклонений между фактическими и расчетными значениям функций, полученными по уравнениям регрессии. Если эти отклонения много меньше значений функции во всех точках, то уравнение регрессии хорошо описывает ЭД, иначе - уравнения регрессии не пригодны для описания всей совокупности ЭД.
6. По результатам выполнения двух предыдущих пунктов задания формируются выводы о возможности аппроксимации данных

Методические указания по выполнению работы “Обработка и анализ результатов активного эксперимента”

Каждый студент обрабатывает свой вариант экспериментальных данных, из таблицы в соответствии с индивидуальным заданием, применительно к полному факторному эксперименту. Для выполнения вычислений применяется собственный программный модуль. Обработка данных ведется применительно к математической модели:

$y = b0 + b1\ x1 + b2\ x2 + b3\ x3;$

1. Вычисление среднего значения функции отклика производится в каждой точке эксперимента путем усреднения значений функции отклика по пяти значениям. Оценки коэффициентов модели вычисляются по формулам
среднее значение отклика в точке u плана; N - число точек плана;
k+1 - количество оцениваемых коэффициентов (равно 4).

2. Вычисление оценки дисперсии воспроизводимости результатов проводится в два этапа:
• вычисляется несмещенная оценка дисперсии в каждой точке плана эксперимента;
• вычисляется усредненная оценка дисперсии воспроизводимости по всем точкам плана, число степеней свободы для распределения оценки дисперсии как случайной величины составит 8*5 - 8 = 32.

3. Однородность дисперсий воспроизводимости оценивается путем проверки статистической гипотезы о равенстве оценок дисперсий двух случайных величин: максимальной и минимальной оценок дисперсий, полученных в различных точках плана (пункт 2). Для этого следует воспользоваться критерием Фишера при одинаковых степенях свободы для обеих оценок дисперсий, равных 4, и уровне значимости 0,1. Дисперсии расставляют так, чтобы значение критерия было больше единицы.

4. Остаточная сумма квадратов характеризует отклонение экспериментальных данных от полученных на модели значений. Эта сумма является случайной величиной с числом степеней свободы f2=8-4, где 4 соответствует числу оцениваемых коэффициентов модели. Оценка дисперсии адекватности (остаточная дисперсия) вычисляется делением остаточной суммы квадратов на f2.

5. Оценка адекватности модели и данных экспериментов проводится путем проверки гипотезы о равенстве оценок дисперсий воспроизводимости и дисперсии адекватности на основе критерия Фишера (дисперсии расставляют так, чтобы значение критерия было больше 1).

7. Оценка значимости коэффициентов модели проводится путем проверки статистической гипотезы о равенстве нулю оценки каждого коэффициентов модели на основе критерия Стьюдента при уровне значимости, равном 0,1.

Методические указания к проведению экспериментов “Оценка показателей качества объекта по результатам экспериментов”

Каждый студент разрабатывает свой вариант программной процедуры в соответствии с индивидуальным заданием. Можно использовать любой универсальный язык программирования. При оценке заданных свойств датчика следует использовать одни и те же участки последовательности чисел.

1. При построении каждого вида гистограмм необходимо исследовать несколько значений объема выборки, например: минимальной - длина выборки должна обеспечить попадание в каждый разряд не менее 7 - 10 реализаций; средней - в каждый разряд попадает несколько десятков реализаций; большой - несколько сотен попаданий в каждый разряд.

Построение одномерной гистограммы осуществляется обычным образом. Для построения двумерной гистограммы последовательно выбираются различные пары случайных чисел: первое число из каждой пары соответствует координате X, а второе число - координате Y . Аналогично строится трехмерная гистограмма. Целесообразно выбрать одинаковые по длине разряды.

Проверка равномерности осуществляется с помощью критерия "хи квадрат":

а) рассчитывается значение хи квадрат по каждой сформированной гистограмме

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{\psi} \frac{(n_i - F_i)^2}{F_i}$$

где ψ - количество разрядов гистограммы;

ni - фактическое количество реализаций в i-м разряде гистограммы;

Fi - теоретическое количество реализаций для i-го разряда гистограммы.

б) в соответствии с числом степеней свободы ψ–1, заданным уровнем значимости 0.05 по таблице распределения критерия найти его критическое значение, сопоставить это значение с рассчитанным значением и сделать вывод о равномерности распределения.

Вместо таблиц распределения хи квадрат можно воспользоваться соответствующей функцией из состава табличного процессора Excel . Функция позволяют найти уровень значимости по значению хи квадрат и числу степеней свободы. В этом случае сравнению подлежат вычисленный и заданный уровень значимости.

2. Вычисление коэффициента автокорреляции производится по формуле

$$r = \left(\sum_{i=1}^{n} (x_i - 0.5)(x_{i+k} - 0.5)/n \right)/m_2 \quad ,$$

где xi, $xi+k$ - соответственно первое и второе число выборочной пары;

k - постоянный параметр, выбирается из табл. ;

n - количество пар чисел, используемых для расчета коэффициента;

$m2$ – выборочная дисперсия совокупности сформированной последовательности чисел.

В качестве первых чисел выборочной пары выступают числа формируемой ДСЧ последовательности. В качестве вторых чисел - числа выборки, отстоящие относительно первых на *k* (один, два, три или четыре) шагов, в соответствии с конкретным вариантом задания, например при *k*=2 суммируются парные произведения *x*1 *x*3, *x*2 *x*4, *x*3 *x*5 и т.д..

Расчет провести для выборок, выбранных в п. 1.

3. Выборочные моменты рассчитываются непосредственно по исходной выборке. Теоретические значения первых четырех моментов определяются студентами самостоятельно. Для расчета выборочных моментов можно воспользоваться формулами для нахождения начальных μ*i* и центральных моментов *mi*:

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^{n} x_i / n, \quad \mu_2 = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 / n, \quad \mu_3 = \sum_{i=1}^{n} x_i^3 / n, \quad \mu_4 = \sum_{i=1}^{n} x_i^4 / n,$$

$$m_1 = \mu_1, \quad m_2 = \mu_2 - m_1^2, \quad m_3 = \mu_3 - 3m_1\mu_2 + 2m_1^3,$$

$$m_4 = \mu_4 - 4m_1\mu_3 + 6m_1^2\mu_2 - 3m_1^4.$$

Кроме того, необходимо вычислить первый и второй момент по одномерной гистограмме.

Для выборочных значений математического ожидания следует проверить, попадает ли оно в заданный доверительный интервал уровня 0.95:

0,5- *d*< m1 < 0,5 + *d*

где 0,5 - теоретическое значение математического ожидания случайной величины;

d - доверительный интервал уровня.

Доверительный интервал определяется выражением:

$$d = t\sqrt{m_2} / \sqrt{n},$$

где *t* - квантиль функции распределения Лапласа (значение аргумента, при котором значение функции по условию задачи равно 0.95/2, т.е. равно 0.475). Для указанного уровня квантиль равна 1.96;

*m*2 - выборочная дисперсия;

n - число элементов выборки.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» основывается на активном использовании систем тестирования, трассировки и отладки программ.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположен-

ных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу https://student.knastu.ru. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий. В учебном процессе по дисциплине активно используется контрольно-рейтинговая система факультета компьютерных технологий по контролю уровня выполнения лабораторных работ «ЛабДиспетчер», расположенная по адресу **http://biblserver/LD** в локальной сети ФКТ.

При изучении дисциплины, для выполнения лабораторных работ используется свободно распространяемое программное обеспечение – Visual Studio Express. Могут также, использоваться учебные версии различных систем программирования на языках высокого уровня.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория с компьютерами и проектором	Компьютерные классы ФКТ	Компьютеры IBM PC Corel-3, 4Мб ОЗУ, 11 шт. в классе, проектор	Выполнение лабораторных работ, проведение лекций

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Содержание изменения/основание	Кол-во стр. РПД	Подпись автора РПД
1	Изменение листа подписей в связи со сменой декана ФКТ /пр.№ 271-ЛС «к» от 29.12.2016	1	
2	Изменение КУГ/пр. № 326-О «а» от 04.09.2017	9	
3	Изменение титульного листа в связи с переименованием вуза/пр. №997-О от 03.11.2017	1	
4	Актуализация литературы/ 28.11.2017	2	
5	Актуализация расчасовки дисциплины в связи с изменением учебного плана 2020 – 2021 уч. года.	6	