

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 27.04.2023 11:53:25
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Математическое обеспечение
программно-информационных
систем»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**«СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ДАННЫХ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

«Математическое обеспечение программно-информационных систем»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

д.т.н., профессор Середа А.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ
15.02.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	16
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	35
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	73
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Дисциплина знакомит студентов со статистическими методами обработки экспериментальных данных, получаемых при изучении естественно-научных, технических или социально-экономических объектов. Рассматриваются задачи оценки погрешностей и предобработки экспериментальных данных, оценивания параметров вероятностных распределений исследуемых характеристик, задачи проверки статистических гипотез, элементы регрессионного и факторного анализа, а также методы кластерного и дискриминантного анализа. В качестве важных инструментальных методов исследования экспериментальных данных обсуждаются метод максимума правдоподобия и метод наименьших квадратов.

SUBJECT SUMMARY

«STATISTICAL METHODS OF EXPERIMENTAL DATA HANDLING»

The subject is aimed at suggesting to students statistical methods for experimental handling of data obtained in scientific, technical and social-economics studies. Experimental data error estimation and pre-processing, parameters estimation of analysed characteristics probability distributions, statistical hypotheses testing, elements of regression, variance, factor and cluster analysis are considered. Being important mathematical treatment of experimental data handling, maximum likelihood method and the least square method are discussed.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является получение теоретических знаний в области обработки экспериментальных данных, а также практических навыков по применению полученных знаний для решения задач профессиональной деятельности.

2. Задачами дисциплины является глубокое понимание содержания методов обработки экспериментальных данных и приобретение умений и навыков применения статистического анализа на практике.

3. Получение знаний об:

-основных понятиях, связанных с видами, погрешностью и предобработкой экспериментальных данных;

-видах статистических оценок и их свойствах, основных методах оценивания параметров вероятностных распределений исследуемых характеристик;

-основных понятиях, связанных со статистическими гипотезами, критериями проверки статистических гипотез, методами регрессионного анализа.

4. Приобретение умений:

-применять на практике отдельные элементы предобработки экспериментальных данных;

-находить статистические оценки параметров вероятностных распределений исследуемых характеристик;

-формулировать и осуществлять проверку статистических гипотез;

-применять на практике отдельные методы регрессионного анализа и правильно интерпретировать получаемые результаты;

-применять на практике отдельные методы кластерного анализа и правильно интерпретировать получаемые результаты.

5. Освоение навыков работы с современными компьютерными технологиями, используемыми для практической реализации статистической обработки экспериментальных данных.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Методы оптимизации»
2. «Алгебра и геометрия»
3. «Вариационное исчисление»
4. «Вычислительная математика»
5. «Статистический анализ»
6. «Элементы функционального анализа»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
СПК-1	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат
<i>СПК-1.2</i>	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Тема 1. Общие положения	2	2		12
3	Тема 2. Статистические оценки и их свойства	2	2		12
4	Тема 3. Элементы корреляционного анализа	2	4		12
5	Тема 4. Элементы регрессионного анализа	4	4		12
6	Тема 5. Кластерный анализ	4	4		12
7	Заключение	1		3	13
	Итого, ач	16	16	3	73
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Цели и задачи обработки экспериментальных данных. Структура и содержание дисциплины, перечень дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения дисциплины «Статистические методы обработки экспериментальных данных». Ознакомление студентов с системой оценки их работы в семестре
2	Тема 1. Общие положения	Измерения. Прямые, косвенные и совокупные измерения. Погрешности измерений и их различные классификации. Задачи обработки данных. Простейшие методы предобработки экспериментальных данных. Выявление и устранение различного рода систематических погрешностей и промахов. Выборка. Ранжированные, вариационные и интервальные ряды. Полигон и гистограмма частот. Эмпирическая функция распределения
3	Тема 2. Статистические оценки и их свойства	Начальные, центральные и условные эмпирические моменты. Точечные и интервальные статистические оценки, их свойства и методы оценивания. Статистические гипотезы, критерии проверки статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Мощность критерия. Критерий Пирсона

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Элементы корреляционного анализа	Системы двух случайных величин. Зависимые и независимые случайные величины. Корреляционная зависимость. Корреляционный момент, коэффициент корреляции. Вычисление выборочного коэффициента корреляции. Доверительный интервал для выборочного коэффициента корреляции. Статистическая гипотеза о значимости выборочного коэффициента корреляции и ее проверка.
5	Тема 4. Элементы регрессионного анализа	Метод наименьших квадратов. Основные понятия, задачи и методы регрессионного анализа. Выборочные прямые среднеквадратической регрессии. Остаточная дисперсия. Нелинейная корреляционная зависимость. Корреляционное отношение и его свойства. Статистическая оценка корреляционного отношения. Выборочные кривые среднеквадратической регрессии.
6	Тема 5. Кластерный анализ	Основные понятия и задачи кластерного анализа. Кластер, центр кластера, размер кластера, мера близости исследуемых объектов, расстояния между кластерами, оценка качества разбиения исходного множества на кластеры. Иерархические и неиерархические методы кластерного анализа. Метод k-средних, метод поиска сгущений.
7	Заключение	Итоговый обзор дисциплины. Перспективы развития.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Формирование и первичная обработка выборки. Ранжированный и интервальный ряды	3
2. Обработка выборочных данных. Нахождение точечных оценок параметров распределения	3
3. Обработка выборочных данных. Нахождение интервальных оценок параметров распределения. Проверка статистической гипотезы о нормальном законе распределения	2
4. Элементы корреляционного анализа. Проверка статистической гипотезы о равенстве коэффициента корреляции нулю.	2
5. Элементы регрессионного анализа. Выборочные прямые среднеквадратической регрессии. Корреляционное отношение. Нелинейная регрессия	2
6. Кластерный анализ. Метод k-средних	2
7. Кластерный анализ. Метод поиска сгущений	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
Итого	16

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Закрепление полученных знаний о методах обработки экспериментальных данных, приобретение практических навыков выполнения реализующих эти методы расчетов и интерпретации получаемых результатов.

Содержание работы (проекта): Курсовая работа выполняется всеми студентами на общую тему, а исходные данные, которые представляют собой заданные наборы экспериментальных данных, формируются и выдаются каждому студенту индивидуально.

Курсовая работа «Статистические методы обработки экспериментальных данных» предполагает самостоятельное выполнение студентом заданий, относящихся к трем отдельным частям работы.

Часть 1. Выравнивание статистических рядов.

Из представленной генеральной совокупности объемом в 400 значений формируется выборка заданного объема по одному из представленных в таблице признаков.

Дальнейшая работа заключается в выполнении следующих пунктов:

- Построение ранжированного ряда;
- Разбиение на интервалы;
- Составление интервального ряда;
- Построение полигона частот;
- Построение гистограммы;
- Построение эмпирической функции распределения;
- Нахождение выборочных оценок медианы и моды;
- Нахождение выборочных оценок: выборочной средней, выборочной дисперсии, исправленной выборочной дисперсия, выборочного СКВО, асимметрии и эксцесса;

- Построение доверительных интервалов для математического ожидания и СКВО;
- Проверка гипотезы о нормальном законе по критерию Пирсона χ^2

При вычислении точечных выборочных оценок параметров распределения использовать метод моментов с переходом к условным вариантам.

Часть 2. Корреляционный и регрессионный анализ.

Из представленной генеральной совокупности формируется выборка заданного объема по второму из представленных в таблице признаков.

Для полученной выборки для второго признака выполнить все действия (согласно п.п. 1-8 Части 1), необходимые для получения статистических оценок параметров распределения второго признака.

Для системы двух случайных величин сформировать двумерную выборку и выполнить следующие действия:

- Построить корреляционную таблицу
- Найти оценку коэффициента корреляции;
- Построить доверительный интервал для коэффициента корреляции;
- Осуществить проверку гипотезы о равенстве коэффициента корреляции нулю;
- Построить уравнения выборочных прямых среднеквадратической регрессии;
- Найти оценку корреляционного отношения.

Как и в Части 1 при вычислении точечных выборочных оценок параметров распределения второго признака и коэффициента корреляции использовать метод моментов с переходом к условным вариантам.

Часть 3. Кластерный анализ

Дано множества из n объектов, представленных двумя признаками (значения признаков берутся из двух уже сформированных выборок).

Выполнить разбиение исходного множества объектов на конечное число подмножеств (кластеров) с использованием метода k -средних.

Выполнить разбиение исходного множества объектов на конечное число подмножеств (кластеров) с использованием метода поиска сгущений.

Оформление отчета осуществляется в соответствии с университетскими "Тре-

бованиями к оформлению научно-технических отчетов” (Распоряжение от 09.11.2011 № 3004), ссылка на которые приведена в п. 5.2. Отчеты предоставляются преподавателю на проверку в электронном виде. Минимальное количество использованных источников -4, максимальное -не ограничено. Минимальное количество страниц -15, максимальное -20. Формат оформления Libre Office, Word. Помимо листов, предусмотренных шаблоном (титульный, лист задания, аннотация, содержание, введение, выводы), в отчёте должны быть представлены:

1. Теоретическая справка по тематике каждого из этапов работы;
2. Необходимая графическая иллюстрация получаемых промежуточных и конечных результатов;
3. Краткое описание используемых в работе программных продуктов;
4. Необходимые комментарии к производимым в ходе выполнения работы действиям (этапам);
5. Содержательные выводы по полученным результатам к каждому этапу.

Курсовая работа считается выполненной после выполнения студентом всех предусмотренных в ней заданий, устранения всех замечаний преподавателя и допуска ее к защите.

К защите студент должен предоставить преподавателю отчет по курсовой работе на бумажном носителе. Защита курсовой работы осуществляется в форме выборочного опроса студента преподавателем по тематике и результатам выполненных работ.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Применение статистических методов для обработки заданного набора экспериментальных данных	Application of statistical methods for processing a given set of experimental data

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятель-

ности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	18
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	15
ИТОГО СРС	73

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Смирнов, Николай Александрович. Методы обработки экспериментальных данных [Текст] : учеб. пособие / Н.А. Смирнов, А.В. Экало, 2009. -99 с.	78
Дополнительная литература		
1	Белоногов, Александр Михайлович. Статистическая обработка результатов физического эксперимента [Текст] : учеб. пособие / А.М. Белоногов, Ю.И. Попов, О.В. Посредник, 2009. -66 с.	1257
2	Анализ однородных статистических данных [Текст] : учеб. пособие / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) ”ЛЭТИ”, 2005. -56 с.	200
3	Котельников, Рэд Борисович. Анализ результатов наблюдений [Текст] / Р. Б. Котельников, 1986. -142, [1] с.	10

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Губин В. И., Осташков В. Н. Статистические методы обработки экспериментальных данных: учеб. пособие: Тюмень: Изд.-во «ТюмГНГУ» 2007; Документ с сайта st6.reshaem.net. Доступ по ссылке: https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fst6.reshaem.net%2Ftasks%2Ftask_74895.pdf&name=task_74895.pdf&lang=ru&c=5665d9c129e9
2	Требования к оформлению научно-технических отчетов (Распоряжение от 09.11.2015 № 3003) https://etu.ru/ru/studentam/dokumenty-dlya-ucheby/blanki-zayavlenij-i-shablony-dlya-obuchayushhihsya

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10748>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Статистические методы обработки экспериментальных данных» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи.
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

К промежуточной аттестации допускаются студенты:

-посетившие не менее 80% всех видов занятий, защитившие курсовую работу на оценку не ниже "Удовлетворительно", написавшие 2 контрольные работы на оценку не ниже "Удовлетворительно".

Дифференцированный зачет студент получает по результатам текущего контроля.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Погрешности измерений. Вычислительные операции с данными, заданными с погрешностью.
2	Эмпирическая функция распределения. Полигон частот. Гистограмма.
3	Метод максимального правдоподобия. Общая характеристика. Свойства получаемых оценок
4	Метод наименьших квадратов. Общая характеристика. Свойства получаемых оценок.
5	Корреляционная зависимость, коэффициент корреляции.
6	Уравнение регрессии. Прямые линии среднеквадратической регрессии.
7	Регрессионный анализ. Цели, задачи и методы.
8	Регрессионный анализ. Общая характеристика методов регрессионного анализа.
9	Иерархические и неиерархические методы кластерного анализа.
10	Метод k-средних
11	Метод поиска сгущений

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Задание: Осуществить формирование репрезентативной выборки заданного объема из имеющейся генеральной совокупности экспериментальных данных.

Осуществить последовательное преобразование полученной выборки в ранжированный, вариационный и интервальный ряды. Применительно к ин-

тервальному ряду построить и отобразить графически полигон, гистограмму и эмпирическую функцию распределения для абсолютных и относительных частот. Полученные результаты содержательно проинтерпретировать.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
4	Тема 1. Общие положения Тема 2. Статистические оценки и их свойства Тема 3. Элементы корреляционного анализа	Контрольная работа
6	Тема 4. Элементы регрессионного анализа	Контрольная работа
8	Тема 2. Статистические оценки и их свойства Тема 3. Элементы корреляционного анализа Тема 4. Элементы регрессионного анализа Тема 5. Кластерный анализ	Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

На лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий).

На практических занятиях

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на зачет с оценкой;

- 2 контрольные работы, каждая из которых состоит из одной задачи, оцениваемой следующим образом:

- Неудовлетворительно - задача не решена;
- Удовлетворительно – частично решенная задача;
- Хорошо – полностью решенная задача с более или менее значительными недочетами;
- Отлично – полностью решенная задача.

При выполнении курсовой работы

Курсовая работа состоит из 3-х этапов. Каждый этап оценивается по следующим критериям:

«5» - поставленные задачи решены полностью,

«4» - поставленные задачи решены не полностью,

«3» - в решении поставленных задач имеются существенные ошибки,

«2» - отсутствует верное решение поставленных задач или содержание ответа не совпадает с поставленными задачами.

Отчет по курсовой работе (пояснительная записка) оформляется в соответствии с университетскими требованиями к оформлению отчетов по курсовым работам и предоставляются преподавателю на проверку в электронном виде. При наличии замечаний студент должен их устранить до окончания семестра. Защита курсовой работы проходит в соответствии с графиком текущего контроля успеваемости, в процессе защиты со студентом проводится устная беседа, задаются вопросы по содержанию работы. После защиты отчет сдается преподавателю в распечатанном виде на листах формата А4.

Оценка за курсовую работу выставляется как среднее арифметическое оценок по трем этапам, округленное по правилам математического округления. Оценка может быть снижена, если студент испытывает значительные затруднения в ответах на вопросы преподавателя.

Самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется по методикам, описанным выше.

Итоговая оценка текущего контроля формируется как среднее арифметическое оценок по всем видам текущего контроля (2 контрольные работы и курсовая работа), округленное по правилам математического округления.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест, оборудованных персональными IBM-совместимыми компьютерами Pentium или выше в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА