

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«06» февраля 2025г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Обработка экспериментальных данных»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности	Проектирование программных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, канд. техн. наук 05.06.2025
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) В.В. Мышко
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43
«06» февраля 2025 г, протокол № 01/2025

Заведующий кафедрой № 43
д.т.н., проф. 06.02.2025
(уч. степень, звание) (подпись, дата) М.Ю. Охтилев
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе
доц., к.т.н. 06.02.2025
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) А.А. Фоменкова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Обработка экспериментальных данных» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения».

ПК-6 «Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием случайных величин, характеризующих процессы функционирования сложных систем, посредством обработки массивов экспериментальной информации методами параметрического статистического анализа.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний в области параметрического статистического анализа; приобретение навыков исследования свойств различных случайных величин и моделирования процессов функционирования сложных систем; овладение методическим аппаратом обработки массивов экспериментальных данных.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения	ПК-1.3.1 знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-1.У.1 умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности	ПК-6.3.2 знать основные методы, модели и алгоритмы искусственного интеллекта и области их применения

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Прикладная теория вероятностей и статистика»,
- «Теория вычислительных процессов»,
- «Вычислительная математика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Системы искусственного интеллекта»,

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	20	20
Аудиторные занятия, всего час.	40	40
в том числе:		
лекции (Л), (час)	20	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	20	20
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	68	68
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Задачи и методы обработки экспериментальных данных.	4				8
Раздел 2. Статистическое оценивание и гипотезы в задачах обработки экспериментальных данных					
Тема 2.1. Методы статистического оценивания параметров и законов распределения случайных величин	4		4		12
Тема 2.2. Проверка статистических гипотез	2		8		16
Раздел 3. Регрессионный анализ экспериментальных данных					
Тема 3.1. Однофакторный регрессионный анализ	6		4		18
Тема 3.2. Многофакторный регрессионный анализ	4		4		14
Итого в семестре:	20		20		68
Итого	20	0	20	0	68

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.
Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Задачи и методы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Интерполяция, экстраполяция и аппроксимация как основные процедуры обработки экспериментальных данных. Линейная интерполяция и экстраполяция методом пропорциональных частей. Фундаментальные полиномы Лагранжа и их применение при интерполяции. Оценка погрешности интерполяции и экстраполяции. Особенности и способы сжатия массивов экспериментальных данных с помощью аппроксимационных схем. Аппроксимация как метод получения эмпирических зависимостей в массивах данных.</p>
2	<p>Статистическое оценивание и гипотезы в задачах обработки экспериментальных данных.</p> <p>Сущность выборочного метода. Репрезентативность (представительность) как основное требование к выборкам (массивам экспериментальных данных). Понятие статистической оценки. Требования к статистическим оценкам – несмещенность, состоятельность и эффективность, их интерпретация на содержательном и математическом уровнях. Качество статистического оценивания – точность и достоверность (надежность). Доверительный интервал и доверительная вероятность как характеристики точности и надежности статистической оценки. Статистическое оценивание математического ожидания и дисперсии случайной величины. Статистические законы распределения.</p> <p>Гипотезы в задачах обработки данных. Показатель согласованности гипотезы и его свойства. Задание критической области показателя согласованности гипотезы. Проверка статистических гипотез методом К. Пирсона.</p>
3	<p>Регрессионный анализ экспериментальных данных.</p> <p>Линейные и нелинейные функции регрессии относительно независимой переменной (фактора). Построение однофакторного уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Скалярная и матричная формы метода наименьших квадратов. Проверка адекватности уравнения регрессии экспериментальным данным методом Фишера, проверка значимости коэффициентов уравнения методом Стьюдента. Вычисление оценок дисперсии выходной переменной и остаточной дисперсии.</p> <p>Существо метода наименьших модулей.</p> <p>Многофакторные уравнения регрессии. Центрирование факторов. Особенности применения метода наименьших квадратов при построении многофакторного уравнения регрессии. Проверка адекватности многофакторного уравнения экспериментальным данным, селекция факторов.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1.	Статистическое оценивание числовых характеристик законов распределения случайных величин	4	4	2
2.	Выравнивание статистических распределений и проверка гипотез о законах распределения случайных величин	4	4	2
3.	Проверка гипотез о параметрах законов распределения	4	4	2
4.	Построение и исследование однофакторного уравнения регрессии	4	4	3
5.	Построение и исследование многофакторного уравнения регрессии	4	4	3
Всего:		20	20	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	18
Всего:	68	68

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
007(ГУАП) С 31	Сеньченков В.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных. – СПб.: ГУАП, 2006.-243с.	51
007(ГУАП) О-23	Обработка экспериментальных данных: методические указания и задания для выполнения контрольной работы. сост. В.И. Сеньченков. – СПб.: ГУАП, 2006.- 23с.	38

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-
телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
приведен в таблице 9.
Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-
телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении
образовательного процесса по дисциплине.
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1.	Excel
2.	Matlab
3.	Statistica

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при
осуществлении образовательного процесса по дисциплине
Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в
таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1.	WWW
2.	WAIS

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15– Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16– Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Цель и задачи обработки экспериментальных данных	ПК-1.3.1
2	Интерполяция методом пропорциональных частей	ПК-1.У.1
3	Экстраполяция методом пропорциональных частей	ПК-1.3.1
4	Интерполяционная формула Лагранжа для линейной интерполяции	ПК-1.У.1
5	Интерполяционная формула Лагранжа для квадратичной интерполяции	ПК-1.3.1
6	Интерполяционная формула Лагранжа для гиперболической интерполяции	ПК-1.У.1
7	Сущность выборочного метода	ПК-1.3.1
8	Понятие статистической оценки, требования к статистическим оценкам параметров	ПК-1.У.1
9	Качество статистического оценивания	ПК-1.3.1
10	Понятия доверительной вероятности и максимального вероятного отклонения	ПК-1.У.1
11	Оценивание математического ожидания, построение доверительных интервалов для математического ожидания	ПК-1.3.1
12	Интервальный статистический ряд как табличная форма	ПК-1.У.1

	статистического закона распределения	
13	Гистограмма распределения	ПК-1.3.1
14	Выравнивание статистических рядов. Метод моментов	ПК-1.У.1
15	Проверка гипотез о законах распределения случайных величин методом К.Пирсона	ПК-1.3.1
16	Показатель согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины и его свойства	ПК-1.У.1
17	Задание критической области показателя согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины	ПК-1.3.1
18	Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин	ПК-1.У.1
19	Показатель согласованности гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин, его свойства и порядок задания критической области	ПК-1.3.1
20	Сущность метода наименьших квадратов	ПК-1.У.1
21	Построение однофакторного уравнения регрессии методом наименьших квадратов в скалярной форме	ПК-1.3.1
22	Свойства системы нормальных уравнений	ПК-1.У.1
23	Порядок вычисления оценок дисперсии выходной переменной и остаточной дисперсии	ПК-1.3.1
24	Проверка адекватности однофакторного уравнения регрессии методом Фишера	ПК-1.У.1
25	Показатель согласованности гипотезы об адекватности уравнения регрессии и его свойства	ПК-1.3.1
26	Задание критической области показателя согласованности гипотезы об адекватности уравнения регрессии	ПК-1.У.1
27	Проверка значимости коэффициентов регрессии методом Стьюдента	ПК-1.3.1
28	Показатель согласованности гипотезы о значимости коэффициента регрессии и его свойства	ПК-1.У.1
29	Задание критической области показателя согласованности гипотезы о значимости коэффициента регрессии	ПК-1.3.1
30	Существо метода наименьших модулей	ПК-1.У.1
31	Многофакторный регрессионный анализ. Виды функций регрессии	ПК-1.3.1
32	Многофакторные уравнения регрессии. Центрирование факторов	ПК-1.У.1
33	Особенности применения метода наименьших квадратов при построении многофакторного уравнения регрессии.	ПК-1.3.1
34	Скалярная и матричная формы построения многофакторного уравнения регрессии	ПК-1.У.1
35	Проверка адекватности многофакторного уравнения регрессии экспериментальным данным	ПК-1.3.1

36	Селекция факторов	ПК-1.У.1
37.	На основе заданного массива и заданному значению аргумента выполнить гиперболическую интерполяцию методом Лагранжа	ПК-1.3.1
38.	На основе имеющейся выборки найти оценку математического ожидания случайной величины, проверить качество статистического оценивания по заданной доверительной вероятности	ПК-1.У.1
39.	Выполнить фильтрацию имеющихся данных по 95-процентному доверительному интервалу	ПК-1.У.1
40.	По имеющейся выборке проверить гипотезу о нормальном распределении случайной величины	ПК-1.3.1
41.	По имеющейся выборке проверить гипотезу о равномерном распределении случайной величины	ПК-1.У.1
42.	По заданному интервальному статистическому ряду построить гистограмму распределения, произвести её выравнивание теоретической плотностью нормального распределения	ПК-1.У.1
43.	По имеющимся выборкам проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий двух случайных величин при конкурирующей гипотезе, что математические ожидания не равны	ПК-1.3.1
44.	По имеющимся выборкам проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий двух случайных величин при конкурирующей гипотезе, что математическое ожидание одной случайной величины больше математического ожидания другой	ПК-1.У.1
45.	На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома второй степени в скалярной форме	ПК-1.У.1
46.	На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома первой степени в матричной форме	ПК-1.3.1
47.	Проверить адекватность заданного уравнения регрессии экспериментальным данным методом Фишера	ПК-1.У.1
48.	Проверить значимость коэффициентов заданного уравнения регрессии методом Стьюдента	ПК-1.У.1
49.	На основе заданного массива данных с двумя факторами выполнить центрирование факторов	ПК-1.3.1
50.	Построить двухфакторное уравнение регрессии в виде линейного алгебраического полинома в матричной форме	ПК-1.У.1
51.	Выполнить селекцию факторов заданного уравнения регрессии в виде неполного квадратичного полинома	ПК-1.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Как называются свойства (характеристики) генеральной совокупности, получаемые на основе выборки.	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
2.	Инструкция: выберите один правильный ответ В обработке экспериментальных данных 1. теория вероятностей позволяет строить и исследовать модели случайных событий, случайных явлений. 2. теория вероятностей позволяет обрабатывать данные, которые могут представляться случайными функциями.	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
3.	Инструкция: выберите один правильный ответ В обработке экспериментальных данных 1. теория случайных процессов позволяет строить и исследовать модели случайных событий, случайных явлений. 2. теория случайных процессов позволяет обрабатывать данные, которые могут представляться случайными функциями.	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
4.	Инструкция: выберите один правильный ответ Какой минимальный объем массива данных для квадратичной интерполяции по Лагранжу: 1. два измерения. 2. три измерения. 3. четыре измерения.	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
5.	Инструкция: выберите один правильный ответ Репрезентативность выборки заключается: 1. В равенстве вероятностей попадания в выборку элементов генеральной совокупности. 2. В неравенстве вероятностей попадания в выборку элементов генеральной совокупности. 3. В попадании в выборку элементов одной и той же генеральной совокупности.	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
6.	Инструкция: выберите один правильный ответ Требование несмещенности статистической оценки состоит: 1. В равенстве математического ожидания оценки истинному значению параметра. 2. В сходимости по вероятности оценки и истинного значения параметра. В минимуме дисперсии оценки	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
7.	Инструкция: выберите один правильный ответ Доверительный интервал для математического ожидания при повышении доверительной вероятности и постоянном объеме выборки: 1. Сужается. 2. Расширяется. 3. Остается постоянным	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2

8.	Инструкция: выберите один правильный ответ При неизменном доверительном интервале и увеличении объема выборки доверительная вероятность <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышается. 2. Снижается. 3. Остается постоянной. 	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
9.	Инструкция: выберите один правильный ответ Какому закону распределения подчиняется показатель согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины <ol style="list-style-type: none"> 1. Фишера. 2. Стьюдента. 3. Пирсона. 4. Валкенсона 	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
10.	Инструкция: выберите один правильный ответ Какую критическую область имеет показатель согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины <ol style="list-style-type: none"> 1. Левостороннюю. 2. Правостороннюю. 3. Двустороннюю. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
11.	Инструкция: выберите один правильный ответ Какому закону распределения подчиняется показатель согласованности гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин <ol style="list-style-type: none"> 1. Нормальному. 2. Нормированному нормальному. 3. Равномерному 	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
12.	Инструкция: выберите один правильный ответ Каково соотношение количества уравнений и неизвестных в системе нормальных уравнений <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнений больше. 2. Уравнений меньше. 3. Количество уравнений равно количеству неизвестных. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
13.	Инструкция: выберите один правильный ответ Сколькими числовыми характеристиками определяется распределение Фишера <ol style="list-style-type: none"> 1. Одной 2. Двумя. 3. Тремя. 	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
14.	Инструкция: выберите один правильный ответ Какими парами числовых характеристик определяется распределение Стьюдента <ol style="list-style-type: none"> 1. Математическим ожиданием и дисперсией. 2. Числом степеней свободы. 3. Уровнем значимости и числом степеней свободы. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
15.	Инструкция: выберите один правильный ответ Проверка адекватности многофакторного уравнения регрессии проводится на этапе <ol style="list-style-type: none"> 1. До децентрирования факторов. 2. После децентрирования. 3. До или после децентрирования. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2

16.	<p>Инструкция: выберите один правильный ответ</p> <p>После селекции факторов в многофакторном уравнении регрессии выполняются действия</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исключаются из структуры уравнения слагаемые с незначимыми факторами и проводится повторная проверка адекватности уравнения. 2. Исключаются из структуры уравнения слагаемые с незначимыми факторами. 3. Исключаются из структуры уравнения слагаемые с незначимым факторами, а повторная проверка адекватности уравнения не проводится 	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
17.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор:</p> <p>Эксперимент это -</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. фиксация однократного случайного события. 2. составная часть научного исследования или каких-то опытно-конструкторских работ, результатом которых является получение новых данных об исследуемом процессе. 3. метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности. 4. изучение, исследование явлений и процессов путём их воспроизведения, моделирования в искусственных или естественных условиях. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
18.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор:</p> <p>К экспериментальным методам относятся</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. наблюдение. 2. подстановка. 3. эксперимент. 4. измерения. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
19.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор:</p> <p>Математическими основами обработки экспериментальных данных являются</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теория вероятностей. 2. Теория случайных процессов. 3. Математическая статистика. 4. Теория массового обслуживания. 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
20.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор:</p> <p>Сущность метода моментов заключается в выборе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класа теоретических кривых распределения вероятностей. 2. Теоретической кривой распределения вероятностей, в наибольшей степени отражающей свойства статистических данных. 3. Числовых характеристик теоретического распределения. 4. Предыдущие варианты неверны 	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
21.	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор:</p>	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2

	При реализации метода наименьших квадратов решается экстремальная задача. 1. Математического программирования. 2. Дифференциального исчисления. 3. Оптимального управления динамическими системами.																													
22.	Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор: Дисперсия выходной переменной характеризует рассеивание экспериментальных значений зависимой переменной 1. Относительно оценки их математического ожидания. 2. Относительно теоретических значений. 3. Относительно числа степеней свободы.	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2																												
23.	Инструкция: установите соответствие представленных в таблице задач, этапам обработки экспериментальных данных, решаемых при первичной и вторичной обработке, подберите соответствующие значения, указанные в правом столбце <table><tr><td>A</td><td>Первичная обработка</td><td>1</td><td>Построение модели</td></tr><tr><td>B</td><td>Вторичная обработка</td><td>2</td><td>Выделение полезной составляющей</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td>Анализ модели</td></tr><tr><td></td><td></td><td>4</td><td>Проверка гипотез</td></tr><tr><td></td><td></td><td>5</td><td>Сжатие</td></tr><tr><td></td><td></td><td>6</td><td>Оценивание параметров</td></tr><tr><td></td><td></td><td>7</td><td>Преобразование к новой шкале</td></tr></table>	A	Первичная обработка	1	Построение модели	B	Вторичная обработка	2	Выделение полезной составляющей			3	Анализ модели			4	Проверка гипотез			5	Сжатие			6	Оценивание параметров			7	Преобразование к новой шкале	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2
A	Первичная обработка	1	Построение модели																											
B	Вторичная обработка	2	Выделение полезной составляющей																											
		3	Анализ модели																											
		4	Проверка гипотез																											
		5	Сжатие																											
		6	Оценивание параметров																											
		7	Преобразование к новой шкале																											
24.	Инструкция: установите соответствие представленных в таблице элементов и расположите их в последовательности, соответствующей порядку проведения регрессионного анализа <table><tr><td>A</td><td>Оценка параметров регрессии в выбранной модели методом наименьших квадратов.</td><td>1</td><td>Проверка статической значимости каждого коэффициента уравнения регрессии и определение их доверительных интервалов.</td></tr><tr><td>B</td><td>Выбор модели регрессии, которая предполагает зависимость функций регрессии от факторов.</td><td>2</td><td>Определение взаимосвязи результативного признака и факторов, проверка статистической значимости уравнения регрессии</td></tr><tr><td>C</td><td>Проверка статистических гипотез о регрессии.</td><td>3</td><td>Задание математической формы уравнения регрессии и определение параметров регрессии (коэффициентов регрессионного уравнения)</td></tr></table>	A	Оценка параметров регрессии в выбранной модели методом наименьших квадратов.	1	Проверка статической значимости каждого коэффициента уравнения регрессии и определение их доверительных интервалов.	B	Выбор модели регрессии, которая предполагает зависимость функций регрессии от факторов.	2	Определение взаимосвязи результативного признака и факторов, проверка статистической значимости уравнения регрессии	C	Проверка статистических гипотез о регрессии.	3	Задание математической формы уравнения регрессии и определение параметров регрессии (коэффициентов регрессионного уравнения)	ПК-1.3.1, ПК-6.3.2																
A	Оценка параметров регрессии в выбранной модели методом наименьших квадратов.	1	Проверка статической значимости каждого коэффициента уравнения регрессии и определение их доверительных интервалов.																											
B	Выбор модели регрессии, которая предполагает зависимость функций регрессии от факторов.	2	Определение взаимосвязи результативного признака и факторов, проверка статистической значимости уравнения регрессии																											
C	Проверка статистических гипотез о регрессии.	3	Задание математической формы уравнения регрессии и определение параметров регрессии (коэффициентов регрессионного уравнения)																											

25.	Процедура регрессионного анализа состоит из нескольких этапов. Расположите приведенные ниже этапы в последовательности, соответствующей порядку проведения регрессионного анализа	ПК-1.У.1, ПК-6.3.2
	<p>А. Определение взаимосвязи результативного признака и факторов, проверка статистической значимости уравнения регрессии.</p> <p>В. Задание математической формы уравнения регрессии и определение параметров регрессии (коэффициентов регрессионного уравнения).</p> <p>С. Проверка статической значимости каждого коэффициента уравнения регрессии и определение их доверительных интервалов.</p>	

Перечень задач по дисциплине обучающихся очной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 –Перечень задач

№ п/п	Перечень задач
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целями дисциплины являются: получение студентами необходимых знаний в области параметрического статистического анализа; приобретение навыков исследования свойств различных случайных величин и моделирования процессов функционирования сложных систем; овладение методическим аппаратом обработки массивов экспериментальных данных; создание поддерживающей образовательной среды для изучения последующих дисциплин, опирающихся на данную дисциплину; предоставление возможности студентам развивать и демонстрировать навыки в области статистических методов обработки данных.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;

- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- раскрытие понятийно-терминологического аппарата дисциплины «Обработка экспериментальных данных»;
- изложение теоретических основ параметрических методов обработки экспериментальных данных;
- рассмотрение типовых прикладных задач параметрического статистического анализа;
- раскрытие глубинных связей материала рассматриваемой дисциплины с другими дисциплинами учебного плана.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с математическими и статистическими пакетами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Статистическое оценивание числовых характеристик законов распределения случайных величин

Задание

На основе массива экспериментальных данных найти оценку математического ожидания случайной величины, проверить качество оценивания по заданной доверительной вероятности и заданной максимальной вероятной погрешности.

Требования

1. Найти оценку математического ожидания по массиву экспериментальных данных.

2. Построить 95-процентный доверительный интервал для исследуемой случайной величины.
3. Выполнить отсеивание аномальных наблюдений, не попадающих в 95-процентный доверительный интервал.
4. Найти уточненную оценку математического ожидания после отсеивания аномальных наблюдений.
5. Проверить качество оценивания математического ожидания:
 - по заданной доверительной вероятности построить доверительный интервал для математического ожидания;
 - по заданной максимальной вероятной погрешности найти доверительную вероятность попадания математического ожидания в интервал, определяемый указанной погрешностью.

Лабораторная работа №2. Выравнивание статистических распределений и проверка гипотез о законах распределения случайных величин

Задание

По заданному интервальному статистическому ряду построить статистическое распределение экспериментальных данных в виде гистограммы, произвести ее выравнивание теоретической плотностью нормального распределения и проверить гипотезу о соответствии статистического и теоретического распределений.

Требования

1. Найти статистические вероятности попадания значений случайной величины в интервалы J_i по заданному числу попаданий m_i .
2. Построить гистограмму распределения экспериментальных данных.
3. Найти теоретическую плотность нормального распределения в соответствии с методом моментов, полученную кривую нанести на гистограмму распределения.
4. Проверить гипотезу о соответствии статистического и теоретического распределений (т. е. гипотезу о нормальном распределении случайной величины) методом К. Пирсона при уровне значимости:
 $\alpha = 0,025$ – для четных вариантов; $\alpha = 0,05$ – для нечетных вариантов.

Лабораторная работа №3. Проверка гипотез о параметрах законов распределения

Задание

Для случайных величин \hat{x} и \hat{y} проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий на основе заданных массивов экспериментальных данных.

Требования

1. Найти оценки математических ожиданий по заданным массивам экспериментальных данных.
2. Проверить нулевую гипотезу о равенстве математических ожиданий при конкурирующей гипотезе, что математические ожидания не равны.
3. Проверить нулевую гипотезу о равенстве математических ожиданий при конкурирующей гипотезе:
 - что математическое ожидание случайной величины \hat{x} больше математического ожидания случайной величины \hat{y} (для четных вариантов).
 - что математическое ожидание случайной величины \hat{x} меньше математического ожидания случайной величины \hat{y} (для нечетных вариантов).

Лабораторная работа №4. Построение и исследование однофакторного уравнения регрессии

Часть 1

Задание

На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома второй степени, проверить его адекватность и значимость коэффициентов регрессии. Расчёты произвести в скалярной и матричной форме.

Требования

1. Составить систему нормальных уравнений, используя массив экспериментальных данных.
2. Найти оценки коэффициентов регрессии посредством решения системы нормальных уравнений.
3. При расчетах в матричной форме составить матричное уравнение с вектором неизвестных оценок коэффициентов регрессии и найти его решение.
4. Проверить адекватность построенного уравнения регрессии экспериментальным данным по критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,01$.
5. Проверить значимость коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента при таком же уровне значимости.
6. Повторно проверить адекватность уравнения регрессии после исключения незначимых коэффициентов.

Часть 2

Задание

На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома третьей степени, проверить его адекватность и значимость коэффициентов регрессии. Расчёты произвести в скалярной форме.

Требования

1. Составить систему нормальных уравнений, используя массив экспериментальных данных.
2. Найти решение системы нормальных уравнений - оценки коэффициентов регрессии.
3. Проверить адекватность построенного уравнения регрессии экспериментальным данным по критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$.
4. Проверить значимость коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента при таком же уровне значимости.
5. Повторно проверить адекватность уравнения регрессии после исключения незначимых коэффициентов.

Лабораторная работа №5. Построение и исследование многофакторного уравнения регрессии

Часть 1

Задание

На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде линейного алгебраического полинома от двух переменных, проверить его адекватность и значимость факторов. Расчёты произвести в матричной форме.

Требования

1. Выполнить центрирование факторов (задан массив экспериментальных данных).
2. Составить матричное уравнение с вектором неизвестных оценок коэффициентов регрессии.
3. Найти решение матричного уравнения - оценки коэффициентов регрессии.

4. Проверить адекватность построенного уравнения регрессии экспериментальным данным по критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

5. Выполнить селекцию факторов по критерию Стьюдента при таком же уровне значимости.

6. Повторно проверить адекватность уравнения регрессии после исключения незначимых факторов.

Часть 2

Задание

На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома от двух переменных, проверить его адекватность и значимость факторов. Расчёты произвести в матричной форме.

Требования

1. Построить уравнение регрессии в виде линейного алгебраического полинома от двух переменных.

2. Проверить адекватность построенного уравнения экспериментальным данным по критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

3. В случае неадекватности линейного уравнения построить уравнение регрессии в виде неполного квадратичного полинома от двух переменных.

4. Проверить адекватность уравнения экспериментальным данным по критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

5. Выполнить селекцию факторов по критерию Стьюдента при таком же уровне значимости.

6. Повторно проверить адекватность уравнения регрессии после исключения незначимых факторов.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Структура отчета о лабораторной работе

1. Название работы

2. Цель

3. Исходные данные

4. Порядок выполнения

5. Выводы

Форма отчета о лабораторной работе – проверка отчета преподавателем с последующим собеседованием с целью уяснения уровня понимания студентом исследуемых процессов и выставление оценки.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет оформляется на листах формата А4 в печатном виде.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- дополнительная литература.

Примерный перечень тем для самостоятельной работы

- Обратная интерполяция. Оценка точности интерполяционных формул.
- Особенности применения метода наименьших квадратов для неполиномиальных аппроксимирующих функций.
- Обработка массивов экспериментальных данных с неравноточными результатами измерений.
- Методы снижения объема активного многофакторного эксперимента. Формирование дробных реплик.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе защиты лабораторных работ, которые охватывают все разделы теории.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой