

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

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.А. Матьяш

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«15» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Обработка экспериментальных данных»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	02.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
Наименование направленности	Системный анализ в информационных технологиях
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н., доцент  
(должность, уч. степень, звание)

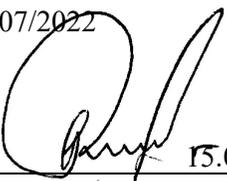
  
10.06.2022  
(подпись, дата)

А.А.Ключарёв  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43  
«15» июня 2022 г., протокол № 07/2022

Заведующий кафедрой № 43

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

  
15.06.2022  
(подпись, дата)

М.Ю. Охтилев  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 02.03.03(02)

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

  
15.06.2022  
(подпись, дата)

А.А. Фоменкова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
15.06.2022  
(подпись, дата)

А.А. Ключарев  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Обработка экспериментальных данных» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленности «Системный анализ в информационных технологиях». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования»

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-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	ПК-5.3.1 знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования ПК-5.У.1 умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования ПК-5.В.1 владеет навыками разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования

## 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».

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	Трудовоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудовоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	20	20
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	68	68
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 процедуры обработки экспериментальных данных. 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. 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. 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. 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. Существо метода наименьших модулей. 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					
Всего					

#### 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	

#### 1.1. Курсовое проектирование (работа)

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)
519.22 А37	Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин А.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. – М.: Финансы и статистика, 1983.-487с.	5
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	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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-5.3.1
2	Интерполяция методом пропорциональных частей	ПК-5.У.1
3	Экстраполяция методом пропорциональных частей	ПК-5.В.1
4	Интерполяционная формула Лагранжа для линейной интерполяции	ПК-5.3.1
5	Интерполяционная формула Лагранжа для квадратичной	ПК-5.У.1

	интерполяции	
6	Интерполяционная формула Лагранжа для гиперболической интерполяции	ПК-5.В.1
7	Сущность выборочного метода	ПК-5.3.1
8	Понятие статистической оценки, требования к статистическим оценкам параметров	ПК-5.У.1
9	Качество статистического оценивания	ПК-5.В.1
10	Понятия доверительной вероятности и максимального вероятного отклонения	ПК-5.3.1
11	Оценивание математического ожидания, построение доверительных интервалов для математического ожидания	ПК-5.У.1
12	Интервальный статистический ряд как табличная форма статистического закона распределения	ПК-5.В.1
13	Гистограмма распределения	ПК-5.3.1
14	Выравнивание статистических рядов. Метод моментов	ПК-5.У.1
15	Проверка гипотез о законах распределения случайных величин методом К.Пирсона	ПК-5.В.1
16	Показатель согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины и его свойства	ПК-5.3.1
17	Задание критической области показателя согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины	ПК-5.У.1
18	Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин	ПК-5.В.1
19	Показатель согласованности гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин, его свойства и порядок задания критической области	ПК-5.3.1
20	Сущность метода наименьших квадратов	ПК-5.У.1
21	Построение однофакторного уравнения регрессии методом наименьших квадратов в скалярной форме	ПК-5.В.1
22	Свойства системы нормальных уравнений	ПК-5.3.1
23	Порядок вычисления оценок дисперсии выходной переменной и остаточной дисперсии	ПК-5.У.1
24	Проверка адекватности однофакторного уравнения регрессии методом Фишера	ПК-5.В.1
25	Показатель согласованности гипотезы об адекватности уравнения регрессии и его свойства	ПК-5.3.1
26	Задание критической области показателя согласованности гипотезы об адекватности уравнения регрессии	ПК-5.У.1
27	Проверка значимости коэффициентов регрессии методом Стьюдента	ПК-5.В.1
28	Показатель согласованности гипотезы о значимости	ПК-5.3.1

	коэффициента регрессии и его свойства	
29	Задание критической области показателя согласованности гипотезы о значимости коэффициента регрессии	ПК-5.У.1
30	Существо метода наименьших модулей	ПК-5.В.1
31	Многофакторный регрессионный анализ. Виды функций регрессии	ПК-5.3.1
32	Многофакторные уравнения регрессии. Центрирование факторов	ПК-5.У.1
33	Особенности применения метода наименьших квадратов при построении многофакторного уравнения регрессии.	ПК-5.В.1
34	Скалярная и матричная формы построения многофакторного уравнения регрессии	ПК-5.3.1
35	Проверка адекватности многофакторного уравнения регрессии экспериментальным данным	ПК-5.У.1
36	Селекция факторов	ПК-5.В.1
37.	На основе заданного массива и заданному значению аргумента выполнить гиперболическую интерполяцию методом Лагранжа	ПК-5.3.1
38.	На основе имеющейся выборки найти оценку математического ожидания случайной величины, проверить качество статистического оценивания по заданной доверительной вероятности	ПК-5.У.1
39.	Выполнить фильтрацию имеющихся данных по 95-процентному доверительному интервалу	ПК-5.В.1
40.	По имеющейся выборке проверить гипотезу о нормальном распределении случайной величины	ПК-5.3.1
41.	По имеющейся выборке проверить гипотезу о равномерном распределении случайной величины	ПК-5.У.1
42.	По заданному интервальному статистическому ряду построить гистограмму распределения, произвести её выравнивание теоретической плотностью нормального распределения	ПК-5.В.1
43.	По имеющимся выборкам проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий двух случайных величин при конкурирующей гипотезе, что математические ожидания не равны	ПК-5.3.1
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-5.У.1
45.	На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома второй степени в скалярной форме	ПК-5.В.1
46.	На основе заданного массива данных построить уравнение регрессии в виде алгебраического полинома первой степени в матричной форме	ПК-5.3.1
47.	Проверить адекватность заданного уравнения регрессии экспериментальным данным методом Фишера	ПК-5.У.1
48.	Проверить значимость коэффициентов заданного	ПК-5.В.1

	уравнения регрессии методом Стьюдента	
49.	На основе заданного массива данных с двумя факторами выполнить центрирование факторов	ПК-5.3.1
50.	Построить двухфакторное уравнение регрессии в виде линейного алгебраического полинома в матричной форме	ПК-5.У.1
51.	Выполнить селекцию факторов заданного уравнения регрессии в виде неполного квадратичного полинома	ПК-5.В.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.	Каким выражением определяется максимально возможная погрешность интерполяции с помощью фундаментальных полиномов Лагранжа (варианты выражений представляются)	ПК-5.3.1
2.	Какой минимальный объем массива данных для квадратичной интерполяции по Лагранжу – два, три или четыре измерения	ПК-5.У.1
3.	В чем заключается репрезентативность выборки – в равенстве вероятностей попадания в выборку элементов генеральной совокупности, в неравенстве вероятностей попадания в выборку элементов генеральной совокупности, в попадании в выборку элементов одной и той же генеральной совокупности	ПК-5.В.1
4.	В чем состоит требование несмещенности статистической оценки – в равенстве математического ожидания оценки истинному значению параметра, в сходимости по вероятности оценки и истинного значения параметра, в минимуме дисперсии оценки	ПК-5.3.1
5.	Как ведет себя доверительный интервал для математического ожидания при повышении доверительной вероятности и постоянном объеме выборки - сужается, расширяется или остается постоянным	ПК-5.У.1
6.	Как ведет себя доверительная вероятность при неизменном доверительном интервале и увеличении объема выборки – повышается, снижается или остается постоянной	ПК-5.В.1
7.	Какими выражениями определяются рекомендации по количеству разрядов для построения интервального статистического ряда (варианты выражений представляются)	ПК-5.3.1
8.	Гистограмма распределения – это: статистическая функция распределения вероятностей; статистическая плотность распределения вероятностей; предыдущие варианты неверны	ПК-5.У.1
9.	Сущность метода моментов заключается в выборе: класса теоретических кривых распределения вероятностей; теоретической кривой распределения вероятностей, в наибольшей степени отражающей свойства статистических данных; числовых	ПК-5.В.1

	характеристик теоретического распределения	
10.	Какому закону распределения подчиняется показатель согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины – Фишера, Стьюдента, Пирсона или Валкенсона	ПК-5.3.1
11.	Какую критическую область имеет показатель согласованности гипотезы о законе распределения случайной величины – левостороннюю, правостороннюю или двустороннюю	ПК-5.У.1
12.	Какому закону распределения подчиняется показатель согласованности гипотезы о равенстве математических ожиданий двух случайных величин – нормальному, нормированному нормальному или равномерному	ПК-5.В.1
13.	Какая экстремальная задача решается при реализации метода наименьших квадратов – математического программирования, дифференциального исчисления, оптимального управления динамическими системами	ПК-5.3.1
14.	Каково соотношение количества уравнений и неизвестных в системе нормальных уравнений – уравнений больше, меньше или равно количеству неизвестных	ПК-5.У.1
15.	Что характеризует дисперсия выходной переменной – рассеивание экспериментальных значений зависимой переменной относительно оценки их математического ожидания, относительно теоретических значений или относительно числа степеней свободы	ПК-5.В.1
16.	Сколькими числовыми характеристиками определяется распределение Фишера – одной, двумя или тремя	ПК-5.3.1
17.	Какими парами числовых характеристик определяется распределение Стьюдента - математическим ожиданием и дисперсией, математическим ожиданием и числом степеней свободы, уровнем значимости и числом степеней свободы	ПК-5.У.1
18.	В чем заключается метод наименьших модулей – в нахождении минимума суммы модулей отклонений экспериментальных значений зависимой переменной относительно теоретических значений, минимального модуля отклонения экспериментального значения зависимой переменной относительно соответствующего теоретического, минимума суммы отклонений экспериментальных значений зависимой переменной относительно теоретических значений	ПК-5.В.1
19.	На каком этапе проводится проверка адекватности многофакторного уравнения регрессии – до децентрирования факторов, после децентрирования, до или после децентрирования	ПК-5.3.1
20.	Какие действия выполняются после селекции факторов в многофакторном уравнении регрессии – исключаются из структуры уравнения слагаемые с незначимыми факторами и проводится повторная проверка адекватности уравнения; исключаются из структуры уравнения слагаемые с незначимыми факторами; исключаются из структуры уравнения слагаемые с незначимыми факторами, а повторная проверка адекватности уравнения не проводится	ПК-5.У.1

Перечень задач по дисциплине представлен в таблице 19.

Таблица 19 –Задачи по дисциплине

№ п/п	Перечень задач
-------	----------------

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, приходиться 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  $J$  до 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