

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.11.2021 11:40:39  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б. В. Пекаревский

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В ХИМИИ**

Направление подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленности программы бакалавриата

**Физическая химия,  
Химия твердого тела и химия материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		д.ф.-м.н. А. А. Груздков

Рабочая программа дисциплины «Математическая статистика и планирование эксперимента в химии» обсуждена на заседании кафедры математики

Протокол от « » 20 №

Заведующий кафедрой

А. А. Груздков

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления

протокол от « » 20 №

Председатель

В. В. Куркина

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С. Г. Изотова
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т. И. Богданова
Начальник УМУ		С. Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа .....	7
4.3 Занятия семинарского типа .....	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11
Фонд оценочных средств .....	12

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-3</b> Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий</p>	<p><b>ПК-3.ДВ.01.02.1</b> Применяет методы математического моделирования и анализа данных в прикладных задачах</p>	<p><b>Знать:</b> основы математической статистики (ЗН-1); основы регрессионного анализа (ЗН-2); основы факторного анализа (ЗН-3). <b>Уметь:</b> применять методы математической статистики к анализу реальных данных (У-1); применять методы регрессионного и факторного анализа (У-2). <b>Владеть:</b> навыками регрессионного и факторного анализа (Н-1).</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий</p>	<p><b>ПК-5.ДВ.01.02.1</b> Применяет компьютерные технологии при моделировании процессов и анализе данных.</p>	<p><b>Знать:</b> компьютерные методы анализа данных (ЗН-2). <b>Уметь:</b> уметь применять стандартные компьютерные программы к анализу реальных данных (У-3). <b>Владеть:</b> компьютерными программами, применяемыми в статистических расчётах (Н-2)</p>

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Код дисциплины по учебному плану Б1.В.ДВ.7.2. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Математическая статистика и планирование эксперимента в химии» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении ряда специальных дисциплин, а также в научно-исследовательской работе.

---

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	..
КСР	4
другие виды контактной работы	..
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>32</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>3 РГР</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , зачет, экзамен)	Зачет

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Математическая статистика	10	20	10	16	ПК-3, ПК-5
2.	Планирование экспериментов в химии	8	16	8	16	ПК-3, ПК-5
	<b>ИТОГО</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	

#### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-3.ДВ.01.02.1 ПК-5.ДВ.01.02.1	Математическая статистика
2	ПК-3.ДВ.01.02.1 ПК-5.ДВ.01.02.1	Планирование экспериментов в химии

#### 4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Предельные теоремы теории вероятностей. Закон больших чисел. Теоремы Чебышева и Бернулли. Понятие о центральной предельной теореме.	2	
1	Математическая статистика и ее основные задачи. Предмет, задачи и основные понятия математической статистики. Выборочный метод. Вариационный ряд и выборочная функция распределения. Группированная выборка, гистограмма.	2	
1	Точечное и интервальное оценивание. Оценивание параметров закона распределения. Общие требования к оценкам. Состоятельные, несмещенные оценки математического ожидания и дисперсии. Метод моментов. Оценивание числовых характеристик системы двух случайных величин. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Понятие о распределениях Стьюдента и хи-квадрат. Построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины.	2	
1	Проверка статистических гипотез, примеры. Общая схема проверки гипотез. Критическая область, уровень значимости. Ошибки первого и второго рода. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий нормально распределенных случайных величин и гипотезы о виде закона распределения. Критерии Колмогорова и Пирсона.	2	
1	Задача регрессии. Оценивание коэффициентов и функции регрессии по методу наименьших квадратов. Построение доверительных интервалов для коэффициентов и значений функции регрессии. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.	2	
2	Активный и пассивный эксперимент. Однофакторный дисперсионный анализ. Модель постоянных эффектов. Модель случайных эффектов. Кривая отклика при однофакторном эксперименте.	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Основные принципы факторных экспериментов Планирование первого порядка. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Поверхность отклика. Метод крутого восхождения.	4	
<b>Итого</b>		<b>18</b>	

### 4.3 Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Случайные величины и их основные характеристики. Вариационный ряд и выборочная функция распределения. Группировка и гистограмма. Метод моментов.	4	
1	Построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии нормально распределённой случайной величины	2	-
1	Проверка статистических гипотез о виде закона распределения случайной величины (критерий Пирсона).	6	-
1	Проверка статистических гипотез о равенстве математических ожиданий и дисперсий нормально распределённых случайных величин.	4	-
1	Задача регрессии. Метод наименьших квадратов. Построение доверительных интервалов для коэффициентов и значений функции регрессии.	4	-
2	Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Её назначение. Порядок расчёт коэффициентов математической модели.	4	-
2	Специальные алгоритмы планирования эксперимента для задач физико-химического характера. Факторный эксперимент при изучении смесевых систем. Насыщенный и сверхнасыщенный планы факторного эксперимента.	4	-
2	Определение типа поверхности функции отклика при полном двухфакторном эксперименте. Достоинства и недостатки полного факторного эксперимента.	4	
<b>Итого</b>		<b>36</b>	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	Определение необходимого числа опытов при построении интервальной оценки математического	2	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
	ожидания.		
1	Проверка гипотезы об однородности распределения. Отсев аномальных результатов эксперимента	2	
1	Сравнение двух дисперсия и математических ожиданий	2	
1	Проверка гипотезы о виде функции распределения	2	
1	Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели.	2	
2	Планирование эксперимента. Планы первого порядка.	2	
2	Дробный факторный эксперимент	2	
2	Планы второго порядка. Ортогональные планы второго порядка.	2	
2	Оптимизация методом крутого восхождения	2	
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Проверка статистических гипотез	16	РГР №1, 2
2	Полный и дробный факторный эксперимент	16	РГР № 3

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа:<http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов и одно практическое задание, время подготовки студента к устному ответу — до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Хрущева, И. В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: Учебное пособие / И. В. Хрущева, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. – СПб.: М.; Краснодар: Лань, 2009. – 331 с.
2. Тюрин, Ю. Н. Анализ данных на компьютере: Учебное пособие по направлениям «Математика», «Математика. Прикладная математика» / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. -М.: Форум, 2012. – 367 с.
3. Математическая статистика: Учебник для вузов / В. Б. Горяинов, И. В. Павлов, Г. М. Цветкова, О. И. Тескин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. – 423 с.
4. Боровков, А. А. Математическая статистика: учебник / А. А. Боровков. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 703 с.

### **б) электронные учебные издания:**

1. Ржонсницкий, А. В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / А. В. Ржонсницкий - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 58 с. (ЭБ)
2. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. - М.: Юрайт, 2011. – 404 с.
3. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad: Учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. – 224 с. Марков, Ю. Г. Математические модели химических реакций: учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. – 192 с. (ЭБС)

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Математическая статистика и планирование эксперимента в химии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение

пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **10.1. Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭОИС.

### **10.2. Программное обеспечение**

При выполнении РГР студенты используют пакет прикладных программ Mathcad.

### **10.3. Информационные справочные системы**

Информационно-справочная система «Wolframalpha»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для ведения лекционных и практических занятий используются аудитории кафедр математики.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный 16 персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств**  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Математическая статистика и планирование эксперимента в химии»

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Компетенции		
Индекс	Формулировка <sup>2</sup>	Этап формирования <sup>3</sup>
ПК-3	<b>Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий</b>	промежуточный
ПК-5	<b>способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий</b>	промежуточный

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
<b>ПК-3.ДВ.01.02.1</b> Применяет методы математического моделирования и анализа данных в прикладных задачах	Знает основы математической статистики (ЗН-1)	Вопросы к зачёту №№ 1-16.	Излагает определения основных понятий и формулирует теоремы, допуская существенные неточности, затрудняясь в установлении связи с конкретными примерами. Излагает определения основных понятий и формулирует теоремы, допуская незначительные неточности. Применяет теоретические сведения к конкретным задачам Даёт точные определения основных понятий и формулировки теорем. Аккуратно обосновывает применение теории на конкретных примерах.
	Знает основы регрессионного анализа (ЗН-2);	Вопросы к зачёту №№ 17-20.	Знает постановку задач и методы регрессионного анализа. Знает формулы для нахождения нужных характеристик, даёт интерпретацию полученным результатам.
	Знает основы факторного анализа (ЗН-3).	Вопросы к зачёту №№ 21-27.	Знает основные идеи факторного анализа и алгоритмы нахождения параметров модели.
	Умеет применять методы математической статистики к анализу реальных данных (У-1);	РГР 2	Корректно применяет методы математической статистики к реальным данным, допуская отдельные неточности. Находит необходимые характеристики, допуская отдельные вычислительные ошибки.
	Умеет применять методы регрессионного и факторного анализа (У-2).	Вопросы к зачёту №№ 17-27, РГР 3	Умеет строить матрицу планирования полного факторного эксперимента и рассчитывает коэффициенты модели. Строит линии равного уровня отклика.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
	Владеет навыками регрессионного и факторного анализа (Н-1).	РГР 3	Применяет методы регрессионного и факторного анализа к анализу исходных данных, допуская несущественные ошибки и неточности.
<b>ПК-5.ДВ.01.02.1</b> Применяет компьютерные технологии при моделировании процессов и анализе данных.	компьютерные методы анализа данных (ЗН-2).	РГР 1, РГР 2, РГР 3	Знает стандартные компьютерные программы, применяемые для анализа данных.
	умеет применять стандартные компьютерные программы к анализу реальных данных (У-3).	РГР 1, РГР 2, РГР 3	Проводит анализ исходных данных, применяя стандартные компьютерные программы.
	Владеет компьютерными программами, применяемыми в статистических расчётах (Н-2)	РГР 1, РГР 2, РГР 3	Успешно применяет стандартные компьютерные программы для выполнения статистических расчётов, представляет результаты расчётов в наглядном виде.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания — «зачтено», «не зачтено».

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### 3.1 Вопросы к зачёту

1. Закон больших чисел. Теоремы Чебышева и Бернулли.
2. Центральная предельная теорема. Теорема Ляпунова.
3. Предмет и основные понятия математической статистики (генеральная совокупность и выборка значений случайной величины, выборочный метод).
4. Статистическое оценивание. Общие требования к оценкам (несмещённость, эффективность и состоятельность).
5. Оценивание функции распределения (вариационный ряд и выборочная функция распределения).
6. Оценивание плотности вероятности (группированная выборка и гистограмма).
7. Оценка математического ожидания.
8. Оценка дисперсии и среднеквадратичного отклонения.
9. Оценки центральных и начальных моментов. Метод моментов.
10. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Общая схема построения доверительного интервала.
11. Доверительный интервал для математического ожидания нормально распределённой случайной величины.
12. Доверительный интервал для дисперсии нормально распределённой случайной величины.
13. Проверка статистических гипотез (ошибки 1 и 2 рода, уровень значимости и мощность статистического критерия). Общая схема проверки статистических гипотез.
14. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормально распределённых случайных величин.
15. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормально распределённых случайных величин.
16. Проверка гипотезы о виде закона распределения случайной величины (критерий Пирсона).
17. Задача регрессии. Метод наименьших квадратов.
18. Числовые характеристики оценок коэффициентов и функции регрессии, полученных по методу наименьших квадратов.
19. Доверительные интервалы для коэффициентов и значений функции регрессии.
20. Определение значимости коэффициентов регрессии. Анализ способов оценки адекватности полученного уравнения регрессии.
21. Методы активного эксперимента. Основные отличия методов пассивного и активного эксперимента.
22. Порядок выборов действующих факторов, области определения эксперимента.
23. Вид уравнения регрессии при полном факторном эксперименте.
24. Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента. Порядок расчёт коэффициентов математической модели.
25. Построение линий равного уровня функции отклика. Определение типа поверхности функции отклика при полном двухфакторном эксперименте.
26. Дробный факторный эксперимент.
27. Метод крутого восхождения по поверхности отклика.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

### 3.2 Состав контрольных работ

Не предусмотрены

### 3.3 Содержание расчётно-графических работ

#### РГР № 1

1. Определение необходимого числа опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания

Найдите количество опытов, необходимых для построения доверительного интервала (длины  $\delta$ ) для математического ожидания случайной величины, распределенной по нормальному закону. Рассмотреть случаи, когда среднеквадратичное отклонение случайной величины ( $S_x$ ) известно и когда оно определяется из опытов. Расчеты произвести для доверительных вероятностей  $P = 0.9$ ,  $P = 0.95$ ,  $P = 0.99$  и отношения  $\delta S_x = 1$ ,  $\delta S_x = 0,5$ ,  $\delta S_x = 0,2$ .

2. Отсев аномальных результатов эксперимента

Были проведены  $n=6$  измерений и получены следующие результаты: 308, 310, 317, 325, 330, 360. Проверить гипотезу о наличии одного аномального значения с помощью критериев Н.В. Смирнова и Диксона. Уровень значимости  $\alpha = 0.05$ .

#### РГР № 2

#### Сравнение двух рядов наблюдений

1. Проводятся измерения одной и той же физической величины. Первым (старым) прибором выполнено 200 измерений (накопилось большое количество результатов), которые дали выборочную дисперсию  $S_1^2 = 1.27$ . Вторым (основанном на новых технологиях) прибором сделано лишь 15 измерений с выборочной дисперсией  $S_2^2 = 0.66$ . Можно ли считать (с уровнем значимости  $\alpha = 0.05$ ), что разброс в показаниях второго прибора существенно ниже, чем у старого?

2. При проверке Ph-метра с помощью эталонного раствора, имеющего Ph=9.0, получены следующие результаты: 8.7, 9.2, 9.1, 9.0, 9.4, 9.6, 9.7, 8.9, 8.7, 8.8, 9.8, 8.8, 9.3, 9.8, т.е.  $n = 14$ . Имеет ли прибор систематическую погрешность? Проверить с уровнем значимости  $\alpha = 0.05$ .

3. Проведены испытания механической прочности деталей, произведенных при использовании старой и двух новых технологий. Для каждой технологии исследовали по 8 деталей. Результаты испытаний приведены в таблице:

Номер испытания	Старая технология	Новая технология Вариант-1	Новая технология Вариант-2
1	2.11	2.21	2.21
2	2.12	2.26	2.22
3	1.97	2.19	2.08
4	2.10	2.21	2.19
5	2.17	2.27	2.24
6	2.12	2.24	2.21
7	1.93	2.14	2.06
8	2.28	2.32	2.31



Можно ли по этим данным утверждать (с уровнем значимости  $\alpha = 0.05$ ), что  
 а) новая технология вариант-1 обеспечивает большую прочность, чем старая?  
 б) есть значимое различие прочности деталей произведенных по двум новым технологиям?

### Проверка гипотезы о виде функции распределения

1. Произведено  $n = 200$  испытаний, в результате каждого из которых событие А появлялось в различные моменты времени. В итоге было получено эмпирическое распределение, приведенное в таблице. Требуется при уровне значимости  $\alpha = 0.05$  проверить гипотезу о том, что время появления событий распределено равномерно.

Интервал времени	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22
частота	21	16	15	26	22	14	21	22	18	25

2. При уровне значимости  $\alpha = 0.05$  проверить, согласуется ли гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности с эмпирическим распределением выборки объема  $n = 200$ , приведенном в таблице.

Выборочные значения	5	7	9	11	13	15	17	19	21
частота	15	26	25	30	26	21	24	20	13

### РГР № 3

1. Спланировать факторный эксперимент с  $N = 8$  вариантами и  $n = 3$  откликами системы;
2. Найти значения коэффициентов регрессии вида  

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3;$$
3. Определить погрешность найденных коэффициентов регрессии;
4. Рассчитать дисперсию среднего значения отклика;
5. С учетом числа степеней свободы, коэффициента Стьюдента  $t$  и достоверности  $\alpha$  (доверительной вероятности) найти доверительный интервал;
6. Проверить значимость коэффициентов регрессии;
7. Записать окончательный вид уравнения без учета незначимых коэффициентов.

### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.