

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись) Василенко В.Н.  
(Ф.И.О.)

"25" 05. 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки  
27.03.02 Управление качеством

Направленность (профиль)  
Управление качеством в производственно-технологических системах

Квалификация выпускника  
бакалавр

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 15 Рыбоводство и рыболовство (в сфере разработки и сопровождения системы управления качеством в организациях по производству продукции из рыбы и морепродуктов);

- 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах химических и биотехнологических производств);

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере анализа и улучшения качества работы предприятий и организаций любой отраслевой принадлежности и организационной формы, совершенствования их систем управления качеством на основе принципов и подходов всеобщего управления качеством (TQM)).

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- производственно-технологический;
- организационно-управленческий.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ИДЗ <sub>ОПК-1</sub> – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний
2	ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> – Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИДЗ <sub>ОПК-1</sub> – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний	Знает: теоретические основы метода наименьших квадратов для его применения для анализа задач в профессиональной деятельности; основные положения теории планирования экспериментов и методику обработки его результатов; матричный подход к регрессионному анализу для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;
	Умеет: применять метод наименьших квадратов для анализа стандартных задач в профессиональной деятельности;

	<p>применять методики полного и дробного факторного экспериментов для анализа стандартных задач в профессиональной деятельности;</p> <p>применять планы многофакторного анализа для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;</p> <p>Владеет:</p> <p>методами анализа временных рядов для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;</p>
ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> – Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин	<p>Знает:</p> <p>классификацию экспериментальных исследований с целью их применения при формулировке задач профессиональной деятельности;</p> <p>классификацию экспериментальных планов для формирования стандартных задач в профессиональной деятельности</p>
	<p>Умеет:</p> <p>применять простые сравнивающие эксперименты при формировании стандартных задач в профессиональной деятельности;</p> <p>формулировать стандартные задачи исследования показателей продукции и процессов;</p>
	<p>Владеет:</p> <p>методами планирования экстремальных экспериментов при формировании стандартных задач профессиональной деятельности</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» относится к обязательной части Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при изучении дисциплин Информатика, Математика.

Дисциплина является предшествующей для производственной практики, преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

### 4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч.	
		7	8
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	106,4	63,7	42,7
Лекции	40	30	10
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные занятия	60	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	2	1,5	0,5
Консультации перед экзаменом	4	2	2
Виды аттестации (экзамен, экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	114	46,5	67,5
Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	40	20	20
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	44	20	24
Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	30	6,5	23,5
Подготовка к экзамену	67,6	33,8	33,8

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

**5.1 Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоёмкость раздела, ак. ч.
<b>7 семестр</b>			
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	Классификация экспериментов; Модель черного ящика; Этапы экспериментальных исследований; Требования к математической модели. Классификация простых сравнивающих экспериментов; Статистическая проверка гипотез; Проверка гипотез о равенстве математического ожидания определенному значению; Гипотеза совпадения двух независимых средних величин. Сравнение двух рядов наблюдений; Проверка однородности нескольких дисперсий; Критерий Пирсона	34
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	Классическая постановка задачи регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Теоретические основы МНК. Применение МНК для линейной модели. Интерпретация коэффициента наклона прямой. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов регрессии. Дисперсионный анализ. Проверка адекватности модели. Области применения; Множественная линейная регрессия; Понятие нелинейной модели (регрессии);	23
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	Активный и пассивный эксперименты; Основные понятия планирования эксперимента; Понятие плана эксперимента. Порядок проведения экспериментов; Определение коэффициентов регрессии при ПФЭ; Проверка значимости коэффициентов модели; Анализ адекватности модели. Особенности плана ПФЭ; ДФЭ – дробный факторный эксперимент; Построение плана ДФЭ; Ненасыщенные планы; Насыщенные планы первого порядка.	34
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Метод наименьших квадратов для одного фактора. Некоторые операции над матрицами. Обобщение МНК на многофакторный линейный случай. Статистический анализ.	19,5
	Консультации текущие		1,5
	Консультации перед экзаменом		2
	Вид аттестации - экзамен		0,2
<b>8 семестр</b>			
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	Планы многофакторного анализа. Планы для изучения поверхности отклика. Планирование экспериментов на диаграммах состав-свойства. Полный факторный эксперимент $3^n$ . Композиционные планы. Ортогональные планы второго порядка. Движение по градиенту. Расчет крутого восхождения. Принятие решения после крутого восхождения.	61,5
6	Планы, робастные к дрейфам	Основные понятия и определения Классификация временных рядов. Анализ временных рядов. Методы анализа временных рядов. Метод скользящей средней. Метод экспоненциального сглаживания. Модель временного ряда. Гармонический анализ временных рядов.	46
	Консультации текущие		0,5
	Консультации перед экзаменом		2
	Вид аттестации - экзамен		0,2

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч.	Лабораторные занятия, ак. ч.	СРО, ак. ч.
7 семестр				
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	10	10	14
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты.	6	4	9
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	10	10	14
4	Матричный подход к регрессионному анализу	4	6	9,5
	Консультации текущие	1,5		
	Консультации перед экзаменом	2		
	Вид аттестации - экзамен	0,2		
8 семестр				
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	8	18	35,5
6	Планы, робастные к дрейфам	2	12	32
	Консультации текущие	0,5		
	Консультации перед экзаменом	2		
	Вид аттестации - экзамен	0,2		

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч.
7 семестр			
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	Классификация экспериментов; Модель черного ящика; Этапы экспериментальных исследований; Требования к математической модели. Классификация простых сравнивающих экспериментов; Статистическая проверка гипотез; Проверка гипотез о равенстве математического ожидания определенному значению; Гипотеза совпадения двух независимых средних величин. Сравнение двух рядов наблюдений; Проверка однородности нескольких дисперсий; Проверка однородности нескольких дисперсий при равных выборках; Проверка однородности нескольких дисперсий при разных выборках; Критерий Пирсона	10
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	Классическая постановка задачи регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Теоретические основы МНК. Применение МНК для линейной модели. Интерпретация коэффициента наклона прямой. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов регрессии. Дисперсионный анализ. Проверка адекватности модели. Области применения; Множественная линейная регрессия; Понятие нелинейной модели (регрессии);	6
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	Активный и пассивный эксперименты; Основные понятия планирования эксперимента; Понятие плана эксперимента. Порядок проведения экспериментов; Определение коэффициентов регрессии при ПФЭ; Проверка значимости коэффициентов модели; Анализ адекватности модели. Особенности плана ПФЭ; ДФЭ – дробный факторный эксперимент; Построение плана ДФЭ; Ненасыщенные планы; Насыщенные планы первого порядка.	10
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Метод наименьших квадратов для одного фактора. Некоторые операции над матрицами. Обобщение МНК	4

		на многофакторный линейный случай. Статистический анализ.	
8 семестр			
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	Планы многофакторного анализа. Планы для изучения поверхности отклика. Планирование экспериментов на диаграммах состав-свойства. Полный факторный эксперимент $3^n$ . Композиционные планы. Ортогональные планы второго порядка. Движение по градиенту. Расчет крутого восхождения. Принятие решения после крутого восхождения	8
6	Планы, робастные к дрейфам	Основные понятия и определения временных рядов. Анализ временных рядов. Методы анализа временных рядов. Метод скользящей средней. Метод экспоненциального сглаживания. Модель временного ряда. Гармонический анализ временных рядов.	2

## 5.2.2 Практические занятия - не предусмотрены

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч.
7 семестр			
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	Простые сравнивающие эксперименты.	10
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	Метод наименьших квадратов	4
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Дисперсионный анализ.	4 4 2
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Применение матричного подхода к задаче линейной регрессии	6
8 семестр			
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	Планы многофакторного анализа Планирование второго порядка Симплекс-вершинные планы. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий Линейное программирование	2 4 4 4 4
6	Планы, робастные к дрейфам	Анализ временных рядов методом скользящей средней. Анализ временных рядов методом экспоненциального сглаживания. Гармонический анализ временных рядов.	4 4 4

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч.
7 семестр			
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	6
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	2

2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	4
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	6
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	2
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	4
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4
		Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование)	1,5
8 семестр			
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	10
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	12
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	13,5
6	Планы, робастные к дрейфам	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	10
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	12
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	10

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Планирование и организация эксперимента [Текст] : лабораторный практикум : учебное пособие / Л. И. Назина, Л. Б. Лихачева, О. П. Дворянинова; ВГУИТ, Кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов. - Воронеж, 2019. - 108 с.

2. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Текст]. учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. - С-Пб : Лань, 2017. — 236 с.

3. Фаддеев, М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента [Текст] : учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб. : Лань, 2008.

4. Рогов, В. А. Методика и практика технических экспериментов [Текст] : учебное пособие для студ. вузов (гриф МО) / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. - М. : Академия, 2005. - 288 с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Челноков, М. Б. Основы научного творчества : учебное пособие / М. Б. Челноков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3864-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126916> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шлёкова, И. Ю. Основы научной, инновационной и изобретательской деятельности : учебное пособие / И. Ю. Шлёкова, А. И. Кныш. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-89764-862-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136159> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Методология научных исследований : учебное пособие / Е. В. Королев, А. С. Иноземцев, А. Н. Гришина [и др.]. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 104 с. — ISBN 978-5-7264-2088-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145069> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5697-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145848> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Асхаков, С. И. Основы научных исследований : учебное пособие / С. И. Асхаков. — Карачаевск : КЧГУ, 2020. — 348 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161998> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Панова, Е. А. Введение в теорию эксперимента : учебное пособие / Е. А. Панова. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 55 с. — ISBN 978-5-9967-1922-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162480> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Цаплин, П. В. Основы теории изобретательства : учебное пособие / П. В. Цаплин. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 90 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165907> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Пархоменко, Н. А. Основы научных исследований : учебное пособие / Н. А. Пархоменко. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-89764-853-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170287> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Белоусов, И. В. Методология ведения и оформление результатов исследовательской работы : методические рекомендации / И. В. Белоусов, А. В. Минин, Е. В. Преображенская. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171439> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Илдарханов, Р. Ф. Обработка научной информации : учебное пособие / Р. Ф. Илдарханов. — Казань : КФУ, 2020. — 78 с. — ISBN 978-5-00130-299-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173021> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Основы научных исследований : учебное пособие / составители Ю. В. Устинова [и др.]. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 112 с. — ISBN 978-5-8353-2426-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134299> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Щурин, К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв : МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная



система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140930> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Юртаева, Л. В. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки : учебное пособие / Л. В. Юртаева, Ю. Д. Алашкевич. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 86 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147456> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Игнатов, С. Д. Основы прикладных и научных исследований : учебное пособие / С. Д. Игнатов. — Омск : СибАДИ, 2019. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149526> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Солодов, В. С. Практикум по планированию, проведению и обработке эксперимента в исследовании технологических процессов : учебное пособие / В. С. Солодов. — Мурманск : МГТУ, 2018. — 150 с. — ISBN 978-5-86185-951-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142636> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Мурашова, О. В. Организация и методы научных исследований : учебное пособие / О. В. Мурашова. — Архангельск : САФУ, 2018. — 123 с. — ISBN 978-5-261-01312-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161808> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

Методология научных исследований, организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : программа курса и контрольные задания для студентов, обучающихся по направлению 241000.68 (18.04.02) – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», заочной формы обучения / О. Н. Филимонова; ВГУИТ, Кафедра инженерной экологии. - Воронеж, 2014. - 24 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/346>: Загл. с экрана

Щербаков, В. Н. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению 200500.62 - "Метрология, стандартизация и сертификация" (профиль - "Стандартизация и сертификация") и специальности 200503.65 - "Стандартизация и сертификация", дневной и заочной формы обучения / В. Н. Щербаков; ВГТА, Кафедра управления качеством и машиностроительных технологий. – Воронеж, 2011. - 32 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/595>. Загл. с экрана

Данылив, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылив, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 32 с. <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана.

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

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

## 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Microsoft Windows XP Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.; Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.;

КОМПАС 3DLTv12 (бесплатное ПО) <http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html>;

AdobeReaderXI (бесплатное ПО) <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>;

Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»; Microsoft Windows Server Standart 2008 Russian Academic OPEN 1 License No Level #45742802 от 29.07.2009 г. <http://eopen.microsoft.com>;

Microsoft Office Professional Plus 2010 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <http://eopen.microsoft.com>;

Microsoft Windows 7, Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level # No Level #47881748 от 24.12.2010 г.

<http://eopen.microsoft.com>

Microsoft Office Professional Plus 2007 Microsoft OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г. <http://eopen.microsoft.com>

Microsoft Office Professional Plus 2007 Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.

<http://eopen.microsoft.com>

Microsoft Visio 2007 Сублицензионный договор №42082/VRN3 От 21 августа 2013 года на право использования программы DreamSpark Electronic Software Deliver

NanoCAD 5.1 Лицензионный номер NC50B-6D1FABF467CF-150394 При освоении дисциплины используются информационные справочные системы:

- Сетевая локальная БД Справочная Правовая Система Консультант Плюс для 50 пользователей, ООО «Консультант-Эксперт» Договор № 200016222100052 от 19.11.2021;

- БД «ПОЛПРЕД Справочники» <http://www.polpred.com>, неограниченный доступ, ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Соглашение № 128 от 12.04.2017 (скан-копия).

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Необходимый для реализации образовательной программы перечень материально-технического обеспечения включает: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеющие выход в Интернет); помещения для проведения семинарских, лабораторных и практических занятий (оборудованные учебной мебелью); библиотеку (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет); компьютерные классы. Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsu.ru>

**Ауд. 529** Учебная аудитория для проведения практических, лабораторных работ, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Компьютерный класс.

Комплекты мебели для учебного процесса.

22 рабочих места.

IBM-PC Pentium8 шт.;

принтер samsung M2510;

принтер hp LaserJet 1300;

сканер Epson Perfection 1260.

**Ауд. 522** Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

Комплект мебели для учебного процесса.

26 рабочих мест.

Мультимедийная техника:

ноутбук Acer Extensa 15,6;

проектор ASER X1160Z. DPL;

экран настенный 180\* 18 см Screen Media Economy белый.

Наборы учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации процесса.

**Дополнительно** для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно-справочным системам.

## 8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ак.ч.	
		8	9
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144
<b>Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:</b>	49	24,5	24,5
Лекции	20	10	10
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные занятия	20	10	10
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие:	3	1,5	1,5
Консультации перед экзаменом	4	2	2
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Виды аттестации: (экзамен, экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	225,4	112,7	112,7
Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	77	38,5	38,5
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	100	50	50
Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	30	15	15
Контрольная работа	18,4	9,2	9,2
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>13,6</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

---

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ИДЗ <sub>ОПК-1</sub> – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний
2	ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> – Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИДЗ <sub>ОПК-1</sub> – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний	Знает: теоретические основы метода наименьших квадратов для его применения для анализа задач в профессиональной деятельности; основные положения теории планирования экспериментов и методику обработки его результатов; матричный подход к регрессионному анализу для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;
	Умеет: применять метод наименьших квадратов для анализа стандартных задач в профессиональной деятельности; применять методики полного и дробного факторного экспериментов для анализа стандартных задач в профессиональной деятельности; применять планы многофакторного анализа для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;
	Владеет: методами анализа временных рядов для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;
ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> – Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин	Знает: классификацию экспериментальных исследований с целью их применения при формулировке задач профессиональной деятельности; классификацию экспериментальных планов для формирования стандартных задач в профессиональной деятельности
	Умеет: применять простые сравнивающие эксперименты при формировании стандартных задач в профессиональной деятельности; формулировать стандартные задачи исследования показателей продукции и процессов;
	Владеет: методами планирования экстремальных экспериментов при формировании стандартных задач профессиональной деятельности

## 2. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или)	Оценочные средства		Технология/процедура оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	

		ее части)			
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	ОПК-1, ОПК-2	Тест	106-107, 110, 119- 218, 135- 140	Компьютерное тестирование
			Собеседование (экзамен, защита лабораторной работы)	1-8, 30-35	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	53-62	Контроль преподавателем
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	ОПК-1, ОПК-2	Тест	105, 108	Компьютерное тестирование
			Собеседование (экзамен, защита лабораторной работы)	9-12, 36-37	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	63-64	Контроль преподавателем
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	ОПК-1, ОПК-2	Тест	77, 109, 112-115	Компьютерное тестирование
			Собеседование (экзамен, защита лабораторной работы)	13-20, 38- 47,	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	65-71	Контроль преподавателем
4	Матричный подход к регрессионному анализу	ОПК-1, ОПК-2	Тест	116-118	Компьютерное тестирование
			Собеседование (экзамен, защита лабораторной работы)	21-22, 48	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	72	Контроль преподавателем
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	ОПК-1, ОПК-2	Тест	128-134, 141-146	Компьютерное тестирование
			Собеседование (экзамен, защита лабораторной работы)	23-27, 49-50	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	75-76	Контроль преподавателем
6	Планы, робастные к дрейфам	ОПК-1, ОПК-2	Тест	102-104, 111,	Компьютерное тестирование
			Собеседование (экзамен, защита лабораторной работы)	28-29, 51-52	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	73-74	Контроль преподавателем

### 3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, письменного выполнения лабораторных работ, решения кейс задач и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена).

каждый билет включает в себя 10 контрольных заданий:

- 6 контрольных вопросов на проверку знаний;
- 2 контрольных вопроса на проверку умений;
- 2 контрольных вопроса (задачи) на проверку навыков.

### 3.1 Вопросы к собеседованию

**3.1.1 Шифр и наименование компетенции** ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики

№ задания	Формулировка задания
1.	Классификация экспериментов; Модель черного ящика
2.	Этапы экспериментальных исследований; Требования к математической модели
3.	Задачи планирования эксперимента.
4.	Классификация факторов
5.	Требования, предъявляемые к факторам и их совокупности при планировании эксперимента
6.	Виды параметров оптимизации
7.	Требования, предъявляемые к параметру оптимизации
8.	Выбор модели. Требования, предъявляемые к модели
9.	Классическая постановка задачи регрессионный анализ.
10.	Метод наименьших квадратов. Теоретические основы МНК.
11.	Применение МНК для линейной модели.
12.	Интерпретация коэффициента наклона прямой.
13.	Активный и пассивный эксперименты
14.	Основные понятия планирования эксперимента
15.	Понятие плана эксперимента
16.	Порядок проведения экспериментов
17.	Минимизация числа опытов
18.	Дробная реплика
19.	Условные обозначения дробных реплик и число опытов
20.	Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты
21.	Метод наименьших квадратов для одного фактора.
22.	Некоторые операции над матрицами.
23.	Планы многофакторного анализа. Планы для изучения поверхности отклика.
24.	Планирование экспериментов на диаграммах состав-свойства.
25.	Полный факторный эксперимент $3^n$ .
26.	Композиционные планы.
27.	Ортогональные планы второго порядка
28.	Основные понятия и определения. Классификация временных рядов.
29.	Анализ временных рядов. Методы анализа временных рядов.

**3.1.2 Шифр и наименование компетенции** ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

№ задания	Формулировка задания
30.	Проверка гипотез о равенстве математического ожидания определенному значению
31.	Гипотеза совпадения двух независимых средних величин.
32.	Сравнение двух рядов наблюдений
33.	Проверка однородности нескольких дисперсий при равных выборках
34.	Проверка однородности нескольких дисперсий при разных выборках
35.	Критерий Пирсона при проверке гипотезы о виде закона распределения
36.	Проверка адекватности модели.
37.	Дисперсионный анализ.
38.	Полный факторный эксперимент типа $2^2$ : матрица планирования, геометрическая интерпретация
39.	Свойства полного факторного эксперимента типа $2^k$
40.	Ошибки параллельных опытов: среднее, дисперсия,



41.	Проверка однородности строчных дисперсий матрицы планирования эксперимента
42.	Вычисление коэффициентов линейной регрессии для полного многофакторного эксперимента
43.	Оценка эффектов взаимодействия
44.	Дисперсия воспроизводимости
45.	Проверка значимости коэффициентов
46.	Дисперсия адекватности.
47.	Проверка адекватности модели
48.	Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай
49.	Движение по градиенту.
50.	Расчет крутого восхождения. Принятие решения после крутого восхождения.
51.	Метод скользящей средней.
52.	Метод экспоненциального сглаживания.

### 3.2 Кейс-задачи (задания)

**3.2.1 Шифр и наименование компетенции** ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики

№ задания	Условие задачи (формулировка задания)																								
53.	<p>Определить, имеются ли на уровне значимости 0,05 грубые погрешности в ряду значений – результатов измерений массовой доли влаги вареной колбасы, %. (ответ сформулировать как да или нет)</p> <table border="1"> <tr><td>56,7</td><td>57,2</td><td>57,5</td><td>58,1</td><td>58,4</td></tr> <tr><td>58,8</td><td>59,0</td><td>59,5</td><td>59,6</td><td>60,4</td></tr> </table> <p>Критическое значение критерия Смирнова</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Объем выборки <math>n</math></th> <th>Уровень значимости <math>\alpha</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>9</td><td>2,03</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,11</td></tr> <tr><td>11</td><td>2,18</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,23</td></tr> <tr><td>12</td><td>2,29</td></tr> </tbody> </table> <p>_____ (<b>нет</b>)</p> <p><b>Решение</b>  Рассчитаем среднее значение и выборочное дисперсию  <math>\bar{X}_{\text{ср}} = 58,52 \%</math>,  <math>S^2 = 1,36 \%^2</math>.  Наиболее удаленным от среднего является результат 60,4 %.  Проверим, является ли данное наблюдение аномальным.  Наблюдаемое значение критерия Смирнова равно  <math>u_{\text{набл}} = (60,4 - 58,52) / \sqrt{1,36} = 1,61</math>.  Определяем критическое значение критерия по таблице  <math>u_{\text{кр}} = 2,18</math>.  Т.к. наблюдаемое значение меньше критического, результат измерения не является грубой погрешностью, ответ <b>нет</b>.</p>	56,7	57,2	57,5	58,1	58,4	58,8	59,0	59,5	59,6	60,4	Объем выборки $n$	Уровень значимости $\alpha$	8	0,05	9	2,03	10	2,11	11	2,18	12	2,23	12	2,29
56,7	57,2	57,5	58,1	58,4																					
58,8	59,0	59,5	59,6	60,4																					
Объем выборки $n$	Уровень значимости $\alpha$																								
8	0,05																								
9	2,03																								
10	2,11																								
11	2,18																								
12	2,23																								
12	2,29																								
54.	<p>Определить, имеются ли на уровне значимости 0,05 грубые погрешности в ряду значений – результатов измерений массы продукции, г (ответ сформулировать как да или нет)</p> <table border="1"> <tr><td>99,5</td><td>98,7</td><td>101,2</td><td>99,3</td><td>101,1</td></tr> <tr><td>99,3</td><td>99,2</td><td>99,8</td><td>99,4</td><td>98,5</td></tr> </table> <p>Критическое значение критерия Смирнова</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Объем выборки <math>n</math></th> <th>Уровень значимости <math>\alpha</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,03</td></tr> </tbody> </table>	99,5	98,7	101,2	99,3	101,1	99,3	99,2	99,8	99,4	98,5	Объем выборки $n$	Уровень значимости $\alpha$	8	0,05	8	2,03								
99,5	98,7	101,2	99,3	101,1																					
99,3	99,2	99,8	99,4	98,5																					
Объем выборки $n$	Уровень значимости $\alpha$																								
8	0,05																								
8	2,03																								

9	2,11
10	2,18
11	2,23
12	2,29

\_\_\_\_\_ (**нет**)

**Решение**

Рассчитаем среднее значение и выборочное дисперсию

$$\bar{X}_{\text{ср}} = 99,6 \text{ г,}$$

$$S^2 = 0,81 \text{ г}^2.$$

Наиболее удаленным от среднего является результат 101,2 г.

Проверим, является ли данное наблюдение аномальным.

Наблюдаемое значение критерия Смирнова равно

$$u_{\text{набл}} = (101,2 - 99,6) / \sqrt{0,81} = 1,78.$$

Определяем критическое значение критерия по таблице

$$u_{\text{кр}} = 2,18.$$

Т.к. наблюдаемое значение меньше критического, результат измерения не является грубой погрешностью, ответ **нет**.

55. Определить, имеются ли на уровне значимости 0,05 грубые погрешности в ряду значений – результатов измерений массовой доли влаги в зефире, %. (ответ сформулировать как да или нет)

18,6	19,6	20,2	20,2	16,8
19,8	17,5	19,4	20,3	17,2

Критическое значение критерия Смирнова

Объем выборки $n$	Уровень значимости $\alpha$
	0,05
8	2,03
9	2,11
10	2,18
11	2,23
12	2,29

55.

\_\_\_\_\_ (**нет**)

**Решение**

Рассчитаем среднее значение и выборочное дисперсию

$$\bar{X}_{\text{ср}} = 18,96 \%,$$

$$S^2 = 1,80 \%^2.$$

Наиболее удаленным от среднего является результат 16,8 %.

Проверим, является ли данное наблюдение аномальным.

Наблюдаемое значение критерия Смирнова равно

$$u_{\text{набл}} = (16,8 - 18,96) / \sqrt{1,80} = -1,61.$$

Определяем критическое значение критерия по таблице

$$u_{\text{кр}} = 2,18.$$

Т.к. наблюдаемое значение по модулю меньше критического, результат измерения не является грубой погрешностью, ответ **нет**.

56. Проверить гипотезу о равенстве средних значений кислотности в двух партиях ряженки классической на уровне значимости 0,05. Результаты контроля кислотности, °Т, в выборках из партий представлены в табл.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$S^2$
X	72	71	90	73	98	74	97	75	101	96	71	83	146,8
Y	87	77	75	77	96	75	99	83	–	–	–	–	91,1

56.

Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (**да**)

$$\text{Интегральная функция нормированного нормального распределения } \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{v^2}{2}} dv$$

$z$	$\Phi(z)$
1,95	0,4744
1,96	0,4750
1,97	0,4756
1,98	0,4761
1,99	0,4767
2,00	0,4772

**Решение.**

Определим выборочные средние для двух совокупностей данных

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 83,417 \text{ } ^\circ\text{T}; \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = 83,625 \text{ } ^\circ\text{T}.$$

Найдем наблюдаемое значение критерия

$$Z_{\text{набл}} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_X^2}{n} + \frac{S_Y^2}{m}}} = (83,417 - 83,625) / (146,8 / 12 + 91,1 / 8)^{1/2} = -0,0429.$$

Определим двустороннюю критическую область (т. к. конкурирующая гипотеза  $H_1 : M(X) \neq M(Y)$ ) из равенства

$$\Phi(z_{\text{кр}}) = (1 - \alpha) / 2 = (1 - 0,05) / 2 = 0,475$$

По таблице определяем  $z_{\text{кр}} = 1,96$ .

Так как  $|Z_{\text{набл}}| < z_{\text{кр}}$  – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, следовательно, средние величины равны.

Ответ: да

Проверить гипотезу о равенстве средних значений содержания вредных примесей в двух партиях химикатов на уровне значимости 0,05. Результаты контроля содержания вредных примесей, %, в выборках из партий представлены в табл.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$S^2$
X	0,047	0,037	0,052	0,063	0,062	0,067	0,028	0,048	0,061	0,039	0,043	0,033	0,012
Y	0,060	0,047	0,050	0,048	0,041	0,040	0,055	0,035	–	–	–	–	0,008

Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (да)

Интегральная функция нормированного нормального распределения  $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{v^2}{2}} dv$

$z$	$\Phi(z)$
1,95	0,4744
1,96	0,4750
1,97	0,4756
1,98	0,4761
1,99	0,4767
2,00	0,4772

57.

**Решение.**

Определим выборочные средние для двух совокупностей данных

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 0,048 \text{ } \%; \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = 0,047 \text{ } \%.$$

Найдем наблюдаемое значение критерия

$$Z_{\text{набл}} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_X^2}{n} + \frac{S_Y^2}{m}}} = (0,048 - 0,047) / (0,012 / 12 + 0,008 / 8)^{1/2} = 0,0298.$$

Определим двустороннюю критическую область (т. к. конкурирующая гипотеза  $H_1 : M(X) \neq M(Y)$ ) из равенства

$$\Phi(z_{кр}) = (1 - \alpha) / 2 = (1 - 0,05) / 2 = 0,475$$

По таблице определяем  $z_{кр} = 1,96$ .

Так как  $|Z_{набл}| < z_{кр}$  – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, следовательно, средние величины равны.

Ответ: да

Даны значения времени изготовления детали, мин.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
44	48	50	46	50	46	47	51	50	51

Предполагается, что время изготовления – нормально распределенная случайная величина. На уровне значимости 0,05 требуется определить, можно ли принять 50 мин в качестве нормативного времени (математического ожидания) изготовления детали.

Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (да)

Критические точки распределения Стьюдента

Число степеней свободы $k$	Уровень значимости $\alpha = 0,05$ (двухсторонняя критическая область)
8	2,31
9	2,26
10	2,23
11	2,20
12	2,18

**Решение**

Требуется на уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу  $H_0: M(x)=a$  при конкурирующей гипотезе  $H_1: M(x) \neq a$ .

58.

Определим среднее значение

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 48,3 \text{ мин}$$

Рассчитаем выборочную дисперсию

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1} = 6,011 \text{ мин}^2.$$

Определим наблюдаемое значение критерия

$$T_{набл} = \frac{\bar{X} - a}{\sqrt{\frac{S_X^2}{n}}} = (48,3 - 50) / (6,011 / 10)^{1/2} = - 2,19.$$

Для определения двусторонней критической области находим критическое значение критерия Стьюдента для уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы  $k = n - 1 = 9$   $t_{кр} = 2,26$ .

Так как  $|-2,19| < 2,26$ , нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, можно принять 50 мин в качестве нормативного времени.

Ответ: да

В результате хронометража времени укладки пищевых продуктов в тару различными работниками установлено, что дисперсия этого времени  $\sigma_0^2 = 2 \text{ мин}^2$ . Результаты 10 наблюдений за работой новичка показаны в табл.

59.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22,0	20,6	18,1	21,9	20,5	19,0	19,8	18,2	17,4	22,6

Можно ли на уровне значимости 0,05 считать, что новичок работает ритмично, т.е. дисперсия, затрачиваемого им времени, существенно не отличается от дисперсии времени остальных работников.

Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (да)

Критические точки распределения  $\chi^2$

Число степеней свободы $k$	Уровень значимости $\alpha$	
	0,025	0,975
8	17,5	2,2
9	19,0	2,7
10	20,5	3,2
11	21,9	3,8
12	23,3	4,4

**Решение.**

Определим среднее значение и выборочную дисперсию

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i n_i = 20,01 \text{ мин.}$$

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 n_i}{n-1} = 3,29 \text{ мин}^2.$$

Рассчитаем наблюдаемое значение критерия

$$\chi_{\text{набл}}^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} = (9 \cdot 3,29) / 2 = 14,81.$$

Конкурирующая гипотеза имеет вид  $\sigma^2 \neq \sigma_0^2$ , поэтому критическая область двусторонняя. По таблице

$$\chi_{\text{лев.кр}}^2(1 - \alpha/2; k) = \chi_{\text{лев.кр}}^2(0,975; 9) = 2,7;$$

$$\chi_{\text{прав.кр}}^2(\alpha/2; k) = \chi_{\text{прав.кр}}^2(0,025; 9) = 19.$$

Условие выполняется  $\chi_{\text{лев.кр}}^2 < \chi_{\text{набл}}^2 < \chi_{\text{прав.кр}}^2$ , т. к.  $2,7 < 14,81 < 19$ , следовательно, нет основания отвергнуть нулевую гипотезу, новичок работает ритмично.

Ответ: **да**

По двум независимым выборкам, объемы которых  $n_1 = 9$  и  $n_2 = 14$ , извлеченным из нормальных генеральных совокупностей  $X$  и  $Y$ , найдены выборочные дисперсии  $S_X^2 = 24,02$  и  $S_Y^2 = 12,15$ . На уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу  $H_0: D(X) = D(Y)$  о равенстве генеральных дисперсий, при конкурирующей гипотезе  $H_1: D(X) > D(Y)$ .

Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (**да**)

Критические точки F-распределения Фишера  
( $k_1$  – число степеней свободы большей дисперсии,  
 $k_2$  – число степеней свободы меньшей дисперсии)

Уровень значимости  $\alpha = 0,05$

$k_2$	$k_1$			
	7	8	9	10
12	2,91	2,85	2,80	2,75
13	2,83	2,77	2,71	2,67
14	2,76	2,70	2,65	2,60
15	2,71	2,64	2,59	2,54

**Решение.**

Найдем отношение большей выборочной дисперсии к меньшей

$$F_{\text{набл}} = \frac{S_B^2}{S_M^2} = 24,02 / 12,15 = 1,92.$$

Определим критическую точку  $F_{\text{кр}}$  по таблице по уровню значимости  $\alpha = 0,05$  и числам степеней свободы  $k_1 = n_1 - 1 = 8$  и  $k_2 = n_2 - 1 = 13$   $F_{\text{кр}}(\alpha; k_1; k_2) = 2,77$ . Т. к.  $F_{\text{набл}} < F_{\text{кр}}$  – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу, другими словами, выборочные дисперсии различаются незначимо, они равны.

Ответ: **да**

60.

Производится анализ качества конфет по показателю – массовая доля глазури. По трем независимым выборкам, объемы которых равны  $n = 10$ , извлеченным из нормальных генеральных совокупностей (трех партий конфет, произведенных в различных цехах), найдены выборочные дисперсии, соответственно равные 0,25; 0,40; 0,36 %<sup>2</sup>. На уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о том, являются ли дисперсии однородными.  
 Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (да)

Критические точки распределения Кохрена  
 ( $k$  – число степеней свободы,  $l$  – количество выборок)  
 Уровень значимости  $\alpha = 0,05$

$l$	$k$			
	7	8	9	10
2	0,8332	0,8159	0,8010	0,7880
3	0,6530	0,6333	0,6167	0,6025
4	0,5365	0,5175	0,5017	0,4884
5	0,4564	0,4387	0,4241	0,4118

61.

**Решение.**

Рассчитаем наблюдаемое значение критерия Кохрена

$$G_{\text{набл}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_l^2} = 0,42 / (0,25 + 0,40 + 0,36) = 0,396.$$

По таблице по уровню значимости 0,05, числу степеней свободы  $k = n - 1 = 9$  и количеству выборок  $l = 3$  определим критическую точку  $G_{\text{кр}}(\alpha; k; l) = 0,6167$ .

Так как  $G_{\text{набл}} < G_{\text{кр}}$  – нет основания отвергнуть нулевую гипотезу об однородности дисперсий, другими словами они различаются незначимо.

Поскольку нулевая гипотеза справедлива, в качестве оценки генеральной дисперсии примем среднюю арифметическую выборочных дисперсий

$$\sigma^2 = (0,25 + 0,40 + 0,36) / 3 = 0,337.$$

Ответ: дисперсии однородны, **да**

Каждая из трех лабораторий произвела анализ 10 проб колбасы для определения массовой доли нитрита натрия. Выборочные дисперсии оказались равными 0,045; 0,062 и 0,093 %<sup>2</sup>. Предполагается, что массовая доля нитрита натрия в колбасе распределена нормально. Требуется на уровне значимости 0,01 проверить гипотезу об однородности дисперсий.  
 Ответ сформулировать как да или нет \_\_\_\_\_ (да)

Критические точки распределения Кохрена  
 ( $k$  – число степеней свободы,  $l$  – количество выборок)  
 Уровень значимости  $\alpha = 0,05$

$l$	$k$			
	7	8	9	10
2	0,8332	0,8159	0,8010	0,7880
3	0,6530	0,6333	0,6167	0,6025
4	0,5365	0,5175	0,5017	0,4884
5	0,4564	0,4387	0,4241	0,4118

62.

**Решение.**

Рассчитаем наблюдаемое значение критерия Кохрена

$$G_{\text{набл}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_l^2} = 0,093 / (0,045 + 0,062 + 0,093) = 0,465.$$

По таблице по уровню значимости 0,05, числу степеней свободы  $k = n - 1 = 9$  и количеству выборок  $l = 3$  определим критическую точку  $G_{\text{кр}}(\alpha; k; l) = 0,6167$ .

Так как  $G_{\text{набл}} < G_{\text{кр}}$  – нет основания отвергнуть нулевую гипотезу об однородности дисперсий, другими словами они различаются незначимо.

Поскольку нулевая гипотеза справедлива, в качестве оценки генеральной дисперсии примем среднюю арифметическую выборочных дисперсий

$$\sigma^2 = ((0,045 + 0,062 + 0,093) / 3 = 0,067.$$

Ответ: дисперсии однородны, **да**

63.	<p>В результате эксперимента получены значения <math>x</math> и <math>y</math></p> <table border="1"> <tr> <td><math>x</math></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td><math>y</math></td> <td>5,2</td> <td>6,3</td> <td>7,1</td> <td>8,5</td> <td>9,2</td> <td>10,7</td> </tr> </table> <p>Построить линейное уравнение регрессии методом наименьших квадратов, округлив значения коэффициента <math>b_0</math> и <math>b_1</math> до тысячных долей, в качестве разделителя используя запятую.</p> <p style="text-align: center;">_____ (<b><math>y = 4,074 + 1,074 x</math></b>)</p> <p><b>Решение</b></p> <p>По результатам экспериментов получим линейное уравнение регрессии вида <math>y = b_0 + b_1 x</math>. Для удобства вычислений составим вспомогательную таблицу</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Номер</th> <th><math>x_i</math></th> <th><math>y_i</math></th> <th><math>x_i y_i</math></th> <th><math>x_i^2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td><td>5,2</td><td>5,2</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>6,3</td><td>12,6</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>7,1</td><td>21,3</td><td>9</td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>8,5</td><td>34</td><td>16</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>9,2</td><td>46</td><td>25</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>10,7</td><td>64,2</td><td>36</td></tr> <tr><td>Сумма</td><td>21</td><td>47</td><td>183,3</td><td>91</td></tr> </tbody> </table> <p>Запишем систему уравнений</p> $b_0 n + b_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$ $b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$ <p><math>b_0 \cdot 6 + b_1 \cdot 21 = 47;</math>  <math>b_0 \cdot 21 + b_1 \cdot 91 = 183,3.</math></p> <p>В результате решения системы уравнения, получим <math>b_0 = 4,074;</math> <math>b_1 = 1,074.</math>  Уравнение регрессии <b><math>y = 4,074 + 1,074 x</math></b></p>	$x$	1	2	3	4	5	6	$y$	5,2	6,3	7,1	8,5	9,2	10,7	Номер	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	1	1	5,2	5,2	1	2	2	6,3	12,6	4	3	3	7,1	21,3	9	4	4	8,5	34	16	5	5	9,2	46	25	6	6	10,7	64,2	36	Сумма	21	47	183,3	91
	$x$	1	2	3	4	5	6																																																
	$y$	5,2	6,3	7,1	8,5	9,2	10,7																																																
	Номер	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$																																																		
	1	1	5,2	5,2	1																																																		
	2	2	6,3	12,6	4																																																		
	3	3	7,1	21,3	9																																																		
	4	4	8,5	34	16																																																		
	5	5	9,2	46	25																																																		
	6	6	10,7	64,2	36																																																		
Сумма	21	47	183,3	91																																																			
64.	<p>В результате эксперимента получены значения <math>x</math> и <math>y</math></p> <table border="1"> <tr> <td><math>x</math></td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td><math>y</math></td> <td>12</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>23</td> <td>25</td> </tr> </table> <p>Построить линейное уравнение регрессии методом наименьших квадратов, округлив значения коэффициента <math>b_0</math> и <math>b_1</math> до тысячных долей, в качестве разделителя используя запятую.</p> <p style="text-align: center;">_____ (<b><math>y = 9,733 + 1,300 x</math></b>)</p> <p><b>Решение</b></p> <p>По результатам экспериментов получим линейное уравнение регрессии вида <math>y = b_0 + b_1 x</math>. Для удобства вычислений составим вспомогательную таблицу</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Номер</th> <th><math>x_i</math></th> <th><math>y_i</math></th> <th><math>x_i y_i</math></th> <th><math>x_i^2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>12</td><td>24</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>15</td><td>60</td><td>16</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>18</td><td>108</td><td>36</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>20</td><td>160</td><td>64</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td><td>23</td><td>230</td><td>100</td></tr> <tr><td>6</td><td>12</td><td>25</td><td>300</td><td>144</td></tr> <tr><td>Сумма</td><td>42</td><td>113</td><td>882</td><td>364</td></tr> </tbody> </table> <p>Запишем систему уравнений</p>	$x$	2	4	6	8	10	12	$y$	12	15	18	20	23	25	Номер	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	1	2	12	24	4	2	4	15	60	16	3	6	18	108	36	4	8	20	160	64	5	10	23	230	100	6	12	25	300	144	Сумма	42	113	882	364
	$x$	2	4	6	8	10	12																																																
	$y$	12	15	18	20	23	25																																																
	Номер	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$																																																		
	1	2	12	24	4																																																		
	2	4	15	60	16																																																		
	3	6	18	108	36																																																		
	4	8	20	160	64																																																		
	5	10	23	230	100																																																		
	6	12	25	300	144																																																		
Сумма	42	113	882	364																																																			

	$b_0 n + b_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$ $b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$ <p> <math>b_0 \cdot 6 + b_1 \cdot 42 = 113;</math>  <math>b_0 \cdot 42 + b_1 \cdot 364 = 882.</math>          В результате решения системы уравнения, получим <math>b_0 = 9,733; b_1 = 1,300.</math>          Уравнение регрессии <b><u><math>y = 9,733 + 1,300 x</math></u></b> </p>																																		
65.	<p>         Проведен полный факторный эксперимент типа <math>2^k</math> по изучению влияния двух факторов (давления и температуры) на химический процесс, число параллельных опытов <math>m = 2</math>. По результатам экспериментов были получены уравнение регрессии <math>y = 2,35 + 0,58x_1 + 2,68x_2</math> и значения дисперсии адекватности <math>s_{ад}^2 = 0,026 \%^2</math> и дисперсии воспроизводимости <math>s_{восп}^2 = 0,015 \%^2</math>. Проверить, является ли полученное уравнение адекватным на уровне значимости 0,05. Ответ сформулировать как да или нет.       </p> <p>         Критические точки F-распределения Фишера          (<math>k_1</math> – число степеней свободы большей дисперсии,  <math>k_2</math> – число степеней свободы меньшей дисперсии)       </p> <table border="1" data-bbox="311 891 1492 1115"> <thead> <tr> <th colspan="5">Уровень значимости <math>\alpha = 0,05</math></th> </tr> <tr> <th rowspan="2"><math>k_2</math></th> <th colspan="4"><math>k_1</math></th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>161</td> <td>199</td> <td>216</td> <td>225</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>18,51</td> <td>19,00</td> <td>19,16</td> <td>19,25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>10,13</td> <td>9,55</td> <td>9,28</td> <td>9,12</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>7,71</td> <td>6,94</td> <td>6,59</td> <td>6,39</td> </tr> </tbody> </table> <p>         _____ (<b>да</b>).       </p> <p> <b>Решение</b>          Адекватность модели проверим с помощью критерия Фишера.          Наблюдаемое значение критерия  <math>F_{набл} = 1,73.</math>          По таблице определим критическое значение критерия  <math>F_{кр} = 7,71.</math>          число степеней свободы для дисперсии адекватности <math>N - (c + 1) = 4 - 3 = 1,</math>          число степеней свободы для дисперсии воспроизводимости <math>N(m - 1) = 4 \cdot 1 = 4.</math>          Т.к. наблюдаемое значение критерия меньше критического, уравнение адекватно описывает процесс. Ответ <b>да</b>.       </p>	Уровень значимости $\alpha = 0,05$					$k_2$	$k_1$				1	2	3	4	1	161	199	216	225	2	18,51	19,00	19,16	19,25	3	10,13	9,55	9,28	9,12	4	7,71	6,94	6,59	6,39
Уровень значимости $\alpha = 0,05$																																			
$k_2$	$k_1$																																		
	1	2	3	4																															
1	161	199	216	225																															
2	18,51	19,00	19,16	19,25																															
3	10,13	9,55	9,28	9,12																															
4	7,71	6,94	6,59	6,39																															

**3.2.2 Шифр и наименование компетенции** ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
66.	<p>           При проведении полного факторного эксперимента типа <math>2^k</math> по изучению влияния двух факторов на массовую долю влаги колбасы вареной, проведено по три параллельных опыта в каждой точке плана. При обработке результатов экспериментов получены следующие значения строчных дисперсий: <math>s_1^2 = 0,015 \%^2; s_2^2 = 0,025 \%^2; s_3^2 = 0,033 \%^2; s_4^2 = 0,023 \%^2</math>. Проверить гипотезу об однородности дисперсий на уровне значимости 0,05 и рассчитать дисперсию воспроизводимости.         </p> <p>           Критические точки распределения Кохрена            (<math>k</math> – число степеней свободы, <math>l</math> – количество выборок)         </p>



Уровень значимости  $\alpha = 0,05$

l	k			
	1	2	3	4
2	0,9985	0,9750	0,9392	0,9057
3	0,9669	0,8709	0,7970	0,7454
4	0,9065	0,7679	0,6841	0,6287

Дисперсии однородны: да или нет \_\_\_\_\_ (**да**)

Дисперсия воспроизводимости равна (округлить до тысячных долей, в качестве разделителя использовать запятую) \_\_\_\_\_ (**0,024**)

**Решение**

Проверим гипотезу об однородности дисперсий при помощи критерия Кохрена на уровне значимости 0,05:

$$G_{\text{набл}} = \frac{S_{i\text{max}}^2}{\sum S_i^2} = 0,033 / (0,015 + 0,025 + 0,033 + 0,023) = 0,344.$$

Табличное значение критерия  $G_{\text{табл}} = 0,7679$  (количество выборок  $N = 4$ ; число степеней свободы  $k = m - 1 = 2$ ), т. к.  $G_{\text{набл}} < G_{\text{табл}}$ , все дисперсии однородны (их можно усреднять) и можно рассчитать дисперсию воспроизводимости  $S_{\text{восп}}^2$  или  $S_{\bar{y}}^2$  следующим образом

$$S_{\text{восп}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{N(m-1)} = \frac{\sum S_i^2}{N},$$

$$S_{\text{восп}}^2 = (0,015 + 0,025 + 0,033 + 0,023) / 4 = 0,024.$$

Дисперсии однородны: **да**

Дисперсия воспроизводимости равна **0,024**

При проведении полного факторного эксперимента типа  $2^k$  по изучению влияния двух факторов на массовую долю влаги батончика к чаю, проведено по три параллельных опыта в каждой точке плана. При обработке результатов экспериментов получены следующие значения строчных дисперсий:

$$s_1^2 = 0,042 \%^2; s_2^2 = 0,054 \%^2; s_3^2 = 0,028 \%^2; s_4^2 = 0,036 \%^2.$$

Проверить гипотезу об однородности дисперсий на уровне значимости 0,05 и рассчитать дисперсию воспроизводимости.

Критические точки распределения Кохрена

( $k$  – число степеней свободы,  $l$  – количество выборок)

Уровень значимости  $\alpha = 0,05$

l	k			
	1	2	3	4
2	0,9985	0,9750	0,9392	0,9057
3	0,9669	0,8709	0,7970	0,7454
4	0,9065	0,7679	0,6841	0,6287

Дисперсии однородны: да или нет \_\_\_\_\_ (**да**)

Дисперсия воспроизводимости равна (округлить до тысячных долей, в качестве разделителя использовать запятую) \_\_\_\_\_ (**0,040**)

**Решение**

Проверим гипотезу об однородности дисперсий при помощи критерия Кохрена на уровне значимости 0,05:

$$G_{\text{набл}} = \frac{S_{i\text{max}}^2}{\sum S_i^2} = 0,054 / (0,042 + 0,054 + 0,028 + 0,036) = 0,338.$$

Табличное значение критерия  $G_{\text{табл}} = 0,7679$  (количество выборок  $N = 4$ ; число степеней свободы  $k = m - 1 = 2$ ), т. к.  $G_{\text{набл}} < G_{\text{табл}}$ , все дисперсии однородны (их можно усреднять) и можно рассчитать дисперсию воспроизводимости  $S_{\text{восп}}^2$  или  $S_{\bar{y}}^2$  следующим образом

67.

$$S_{\text{восп}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{N(m-1)} = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{N},$$

$$S_{\text{восп}}^2 = (0,042 + 0,054 + 0,028 + 0,036) / 4 = 0,040.$$

Дисперсии однородны: **да**

Дисперсия воспроизводимости равна **0,040**

Инженер по качеству изучает технологические режимы процесса варки карамели. Результаты полного факторного эксперимента типа  $2^k$  по изучению процесса варки карамели представлены в виде таблицы.

N	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	y <sub>1</sub> , %	y <sub>2</sub> , %
1	-1	-1	1,1	0,7
2	+1	-1	11,2	11,5
3	-1	+1	25,2	25,5
4	+1	+1	7,1	7,4

Определить значения коэффициентов уравнения регрессии  $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$ .

Записать уравнение регрессии (коэффициенты уравнения округлить до сотых долей, в качестве разделителя использовать запятую)

$$(y = 11,213 - 1,913 x_1 + 5,088 x_2)$$

### Решение

Рассчитаем средние значения откликов в каждой строке матрицы планирования эксперимента

$$y_1 = 0,9$$

$$y_2 = 11,35$$

$$y_3 = 25,35$$

$$y_4 = 7,25$$

Для факторов, записанных в нормализованном виде, формулы для вычисления коэффициентов уравнения значительно упрощаются (число опытов  $N = 4$ )

$$b_j = \frac{\sum_{j=1}^N y_i x_{ji}}{N},$$

$$b_0 = (0,9 + 11,35 + 25,35 + 7,25) / 4 = 11,213;$$

$$b_1 = (-0,9 + 11,35 - 25,35 + 7,25) / 4 = -1,913;$$

$$b_2 = (-0,9 - 11,35 + 25,35 + 7,25) / 4 = 5,088.$$

Получено уравнение регрессии

$$y = 11,213 - 1,913 x_1 + 5,088 x_2$$

68.

Инженер по качеству изучает технологические режимы процесса варки карамели. Результаты полного факторного эксперимента типа  $2^k$  по изучению процесса варки карамели представлены в виде таблицы.

N	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	y <sub>1</sub> , %	y <sub>2</sub> , %	y <sub>3</sub> , %
1	-1	-1	1,1	0,7	0,9
2	+1	-1	11,2	11,5	11,3
3	-1	+1	25,2	25,5	25,7
4	+1	+1	7,1	7,4	7,5

Определить значения коэффициентов уравнения регрессии  $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$ .

Записать уравнение регрессии (коэффициенты уравнения округлить до сотых долей, в качестве разделителя использовать запятую)

$$(y = 11,258 - 1,925 x_1 + 5,142 x_2)$$

### Решение

Рассчитаем средние значения откликов в каждой строке матрицы планирования эксперимента

$$y_1 = 0,9$$

$$y_2 = 11,333$$

$$y_3 = 25,467$$

$$y_4 = 7,333$$

Для факторов, записанных в нормализованном виде, формулы для вычисления коэффициентов уравнения значительно упрощаются (число опытов  $N = 4$ )

69.

$$b_j = \frac{\sum_{j=1}^N y_i x_{ji}}{N}$$

$$b_0 = (0,9 + 11,333 + 25,467 + 7,333) / 4 = 11,258;$$

$$b_1 = (-0,9 + 11,333 - 25,467 + 7,333) / 4 = -1,925;$$

$$b_2 = (-0,9 - 11,333 + 25,467 + 7,333) / 4 = 5,142.$$

Получено уравнение регрессии

$$\underline{y = 11,258 - 1,925 x_1 + 5,142 x_2}$$

Изучаются условия выполнения процесса выпекания хлеба. С этой целью проведен ПФЭ  $2^2$ , число параллельных опытов  $m = 2$ , дисперсия воспроизводимости равна  $s_{\text{восп}}^2 = 0,05$ . Произвести проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии на уровне значимости 0,05

$$y = 15,5 + 1,5x_1 + 0,75x_2 + 2,375x_1x_2$$

Критические точки распределения Стьюдента

Число степеней свободы $k$	Уровень значимости $\alpha = 0,05$ (двухсторонняя критическая область)
4	2,78
5	2,57
6	2,45
7	2,36
8	2,31

70. Коэффициенты уравнения являются значимыми? (ответ сформулировать как да или нет)  
\_\_\_\_\_ да

**Решение**

Для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии определим дисперсии оценок коэффициентов, для ПФЭ они равны между собой и равны

$$S_b^2 = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{Nm} = 0,05 / (4 \cdot 2) = 0,00625.$$

Коэффициент значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала  $\Delta b$

$$\Delta b = tS_b = t\sqrt{S_b^2} = 2,78 \cdot 0,07906 = 0,220,$$

где  $t$  – критерий Стьюдента с числом степеней свободы  $N(m-1) = 4$ .

В данном примере все коэффициенты уравнения значимы, т. к. все они больше доверительного интервала.

Коэффициенты уравнения являются значимыми? да

Изучаются условия выполнения процесса выпекания хлеба. С этой целью проведен ПФЭ  $2^2$ , число параллельных опытов  $m = 3$ , дисперсия воспроизводимости равна  $s_{\text{восп}}^2 = 0,045$ . Произвести проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии на уровне значимости 0,05

$$y = 26,5 + 1,8 x_1 + 0,65 x_2 + 2,55 x_1 x_2$$

Критические точки распределения Стьюдента

Число степеней свободы $k$	Уровень значимости $\alpha = 0,05$ (двухсторонняя критическая область)
4	2,78
5	2,57
6	2,45
7	2,36
8	2,31

71. Коэффициенты уравнения являются значимыми? (ответ сформулировать как да или нет)

\_\_\_\_\_ (да)

**Решение**

Для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии определим дисперсии оценок коэффициентов, для ПФЭ они равны между собой и равны

$$S_b^2 = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{Nm} = 0,045 / (4 \cdot 3) = 0,00375.$$

Коэффициент значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала  $\Delta b$

$$\Delta b = tS_b = t\sqrt{S_b^2} = 2,31 \cdot 0,06124 = 0,141,$$

где  $t$  – критерий Стьюдента с числом степеней свободы  $N(m-1) = 8$ .

В данном примере все коэффициенты уравнения значимы, т. к. все они больше доверительного интервала.

Коэффициенты уравнения являются значимыми? **да**

Изучается зависимость объема производства ( $y$ ) от капитальных вложений ( $x_1$ ) и выполнения нормы выработки на предприятиях

Предприятие	Капиталовложения, тыс. р.	Средний процент выполнения нормы, %	Объем производства, тыс. р.
1	16,3	99,5	528
2	16,8	98,9	484
3	18,5	99,2	542
4	16,3	99,3	500
5	17,9	99,8	549
6	17,4	99,6	539
7	16,1	99,8	531
8	16,2	99,7	524
9	17,0	99,8	530
10	16,7	99,9	529
11	17,5	100,0	531
12	19,1	100,2	601

Для получения регрессионного уравнения матричным способом необходимо составить матрицы, определяющие условие задачи:

**X=**

**Y=**

72.

**Ответ: X=**

1	16,3	99,5
1	16,8	98,9
1	18,5	99,2
1	16,3	99,3
1	17,9	99,8
1	17,4	99,6
1	16,1	99,8
1	16,2	99,7
1	17,0	99,8
1	16,7	99,9
1	17,5	100,0
1	19,1	100,2

**Y=**

528
484
542
500
549
539
531

524
530
529
531
601

**Решение:**

Для получения уравнения в виде  $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$  необходимо для расчета коэффициента  $b_0$  добавить столбец с фиктивной переменной, принимающей значения во всех опытах, равные 1.

Следовательно, матрицы, определяющие условия задачи будут записаны следующим образом

	1	16,3	99,5			528
	1	16,8	98,9			484
	1	18,5	99,2			542
	1	16,3	99,3			500
	1	17,9	99,8			549
X=	1	17,4	99,6	Y=		539
	1	16,1	99,8			531
	1	16,2	99,7			524
	1	17	99,8			530
	1	16,7	99,9			529
	1	17,5	100			531
	1	19,1	100,2			601

Провести анализ временного ряда, представляющего собой объем выпускаемых изделий мини-пекарней. Исходные данные

Месяц	Объем выпуска, кг
январь	7600
февраль	8200
март	8426
апрель	8200
май	7900
июнь	7600
июль	7700
август	8300
сентябрь	8900
октябрь	9360
ноябрь	9500

73.

Для расчета использовать метод скользящей средней для величины интервала сглаживания  $n=3$ , определить прогнозное значение объема выпуска на декабрь (округлить до сотых долей).

**(9300,00)**

**Решение:**

Анализ временных рядов — совокупность математико-статистических методов анализа, предназначенных для:

- 1) выявления структуры временных рядов
- 2) для их прогноза.

Метод основан на переходе от начальных значений ряда к их средним значениям на интервале времени, длина которого выбрана заранее (данный интервал времени часто называют «окном»). При этом сам выбранный интервал скользит вдоль ряда.

Метод скользящей средней состоит в том, что исходный эмпирический временной ряд  $y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$  преобразуется в ряд сглаженных значений (оценок)  $m$

Рассчитаем скользящее среднее для величины интервала сглаживания  $n=3$  и заносим в середину взятого периода

Месяц	Объем выпуска $u_t$ , кг	Скользящее среднее $m$ , кг
1. январь	7600	-
2. февраль	8200	8075,33
3. март	8426	8275,33
4. апрель	8200	8175,33
5. май	7900	7900,00
6. июнь	7600	7733,33
7. июль	7700	7866,67
8. август	8300	8300,00
9. сентябрь	8900	8853,33
10. октябрь	9360	9253,33
11. ноябрь	9500	-

Для краткосрочного прогнозирования можно использовать следующую формулу:

$$y_{t+1} = m_{t-1} + 1/n (y_t - y_{t-1})/$$

Прогноз на декабрь

$$y_{12} = 9253,33 + 1/3 (9500 - 9360) = 9300,00 \text{ кг.}$$

**Ответ: 9300,00 кг.**

Количество сбоев в информационной системе торговой компании составило:  
Провести анализ временного ряда методом скользящей средней для величины интервала сглаживания  $n=3$ , определить прогнозное значение объема выпуска на декабрь (округлить до сотых долей).

Месяц	Количество сбоев
январь	60
февраль	85
март	80
апрель	92
май	88
июнь	96
июль	88
август	90
сентябрь	94
октябрь	90
ноябрь	85

**(88,00)**

74.

**Решение:**

Анализ временных рядов — совокупность математико-статистических методов анализа, предназначенных для:

- 1) выявления структуры временных рядов
- 2) для их прогноза.

Метод основан на переходе от начальных значений ряда к их средним значениям на интервале времени, длина которого выбрана заранее (данный интервал времени часто называют «окном»). При этом сам выбранный интервал скользит вдоль ряда.

Метод скользящей средней состоит в том, что исходный эмпирический временной ряд  $y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$  преобразуется в ряд сглаженных значений (оценок)  $m$

Рассчитаем скользящее среднее для величины интервала сглаживания  $n=3$  и заносим в середину взятого периода

Месяц	Количество сбоев $y_t$	Скользящее среднее $m$
1. январь	60	-
2. февраль	85	75

3. март	80	85,67
4. апрель	92	86,67
5. май	88	92
6. июнь	96	90,67
7. июль	88	91,33
8. август	90	90,67
9. сентябрь	94	91,33
10. октябрь	90	89,67
11. ноябрь	85	-

Для краткосрочного прогнозирования можно использовать следующую формулу:

$$y_{t+1} = m_{t-1} + 1/n (y_t - y_{t-1})/$$

Прогноз на декабрь

$$y_{12} = 89,67 + 1/3 (85-90) = 88,00 \text{ кг.}$$

**Ответ: 88,00 кг.**

На предприятии изучается влияние рецептурных составляющих на вкусовые показатели крекера с использованием планирования экспериментов при поиске оптимальных условий. Проведен ПФЭ 2<sup>2</sup> для анализа влияния факторов ( $\tilde{x}_1$  – количество масла пальмового для эмульсии, кг/т готовой продукции;  $\tilde{x}_2$  – количество масла пальмового для отделки поверхности крекера, кг/т готовой продукции):

Условия планирования	Пределы измерения факторов	
	$\tilde{x}_1$ , кг/т	$\tilde{x}_2$ , кг/т
Основной уровень	115	75
Интервал варьирования	15	5
Верхний уровень	130	80
Нижний уровень	100	70

75.

Получено уравнение регрессии в нормализованных значениях факторов для оценки вкуса готового крекера  $y = 6,6 - 0,075x_1 - 0,142x_2$

Определить составляющие градиента ( $b_1$   $l_1$ ;  $b_2$   $l_2$ )

(ответ записать через точку с запятой) **(-1,125; -0,71)**

**Решение**

Движение в направлении градиента осуществляется путем изменения факторов пропорционально величинам коэффициентов регрессии.

Шаг движения может быть выбран пропорционально рассчитанным составляющим градиента.

Рассчитаем составляющие градиента

$$b_1 l_1 = - 0,075 \cdot 15 = -1,125 \text{ кг/т,}$$

$$b_2 l_2 = - 0,142 \cdot 5 = -0,71 \text{ кг/т.}$$

Ответ

**-1,125; -0,71**

76.

В лаборатории обоснуется необходимость внесения в рецептуру хлебобулочных изделий поликомпонентных смесей из растительного пищевого сырья с целью расширения ассортимента изделий. овощное сырье, такое как тыквенный, морковный и кабачковый порошок богаты антиоксидантами, витаминами, минеральными веществами. было проведено планирование эксперимента с использованием симплекс-вершинного плана:

факторы  $x_1$  – дозировка в % к массе муки морковного порошка,  $x_2$  – тыквенного порошка,  $x_3$  – кабачкового порошка. В качестве отклика выбран показатель качества теста - адгезия, Па. Получены следующие данные:

N	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_{\text{экс}}$	$y_{\text{экс1}}$ , Па	$y_{\text{экс2}}$ , Па
1	1	0	0	$y_1$	143,00	149
2	0	1	0	$y_2$	100,00	105,5
3	0	0	1	$y_3$	171,00	177
4	1/2	1/2	0	$y_{12}$	129,00	135
5	1/2	0	1/2	$y_{13}$	171,00	165,5

6	0	1/2	1/2	$y_{23}$	143,00	138
---	---	-----	-----	----------	--------	-----

Необходимо получить уравнение регрессии  

$$(y = 146x_1 + 102,75x_2 + 174x_3 + 30,5x_1x_2 + 33x_1x_3 + 8,5x_2x_3)$$

**Решение**  
 Определим средние значения по двум параллельным опытам в каждой точке плана:

$N$	$y_{\text{экс}}$	$y_{\text{ср. Па}}$
1	$y_1$	146,00
2	$y_2$	102,75
3	$y_3$	174,00
4	$y_{12}$	132,00
5	$y_{13}$	168,25
6	$y_{23}$	140,50

Рассчитаем коэффициенты приведенного полинома второго порядка  
 $\beta_i = y_i$ ;  $\beta_1 = 146$  Па;  $\beta_2 = 102,75$  Па;  $\beta_3 = 174$  Па;  
 $\beta_{ij} = 4y_{ij} - 2y_i - 2y_j$ ;  $\beta_{12} = 30,5$  Па;  $\beta_{13} = 33$  Па;  $\beta_{23} = 8,5$  Па.  
 Получен следующий полином  

$$y = 146x_1 + 102,75x_2 + 174x_3 + 30,5x_1x_2 + 33x_1x_3 + 8,5x_2x_3$$

### 3.3 Тесты (тестовые задания)

**3.3.1 Шифр и наименование компетенции** ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики

№ задания	Тест (тестовое задание)
77.	Если число проведенных экспериментов превышает число оцениваемых коэффициентов (в этом случае возможна проверка адекватности модели), план называется <b>1) ненасыщенным</b> 2) квадратичным 3) полным 4) комбинированным
78.	Если число проведенных экспериментов равно числу оцениваемых коэффициентов план называется <b>1) насыщенным</b> 2) гармоничным 3) полным 4) комбинированным
79.	Количество опытов в полном факторном эксперименте <b>1) превосходит число определяемых коэффициентов линейной модели</b> 2) меньше числа определяемых коэффициентов линейной модели 3) равно числу уровней факторов
80.	Переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента. <b>1) фактор</b> 2) отклик 3) функция отклика 4) модель
81.	Получать независимые друг от друга оценки коэффициентов модели позволяет <b>1) ортогональность матрицы планирования</b> 2) эффект взаимодействия факторов 3) число коэффициентов модели 4) вид функции отклика
82.	Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные величины <b>1) нормализация</b> 2) варьирование 3) перебор 4) выравнивание



83.	Свойство полного факторного эксперимента <b>1) симметричность относительно центра эксперимента</b> <b>2) условие нормировки</b> <b>3) ортогональность матрицы планирования</b> <b>4) ротатабельность</b>								
84.	Основные понятия и определения (вопрос на соответствие) <table border="1"> <tr> <td>1) план эксперимента</td> <td>а) проект, который предлагает выполнение исследователем одних процедур и отказ от других</td> </tr> <tr> <td>2) эксперимент</td> <td>б) метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности</td> </tr> <tr> <td>3) фактор</td> <td>в) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента</td> </tr> <tr> <td>4) функция отклика</td> <td>г) зависимость математического ожидания отклика от факторов</td> </tr> </table> <p><b>1-а, 2-б, 3-в, 4-г</b></p>	1) план эксперимента	а) проект, который предлагает выполнение исследователем одних процедур и отказ от других	2) эксперимент	б) метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности	3) фактор	в) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента	4) функция отклика	г) зависимость математического ожидания отклика от факторов
1) план эксперимента	а) проект, который предлагает выполнение исследователем одних процедур и отказ от других								
2) эксперимент	б) метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности								
3) фактор	в) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента								
4) функция отклика	г) зависимость математического ожидания отклика от факторов								
85.	_____, решающий задачу нахождения численных значений факторов, при которых выходной параметр достигает экстремального значения (максимума или минимума), называется экстремальным <b>(Эксперимент)</b>								
86.	На рисунке представлено <b>а) графическое представление плана эксперимента</b> б) функция отклика в) модельный эксперимент г) дробный факторный эксперимент								
87.	При обработке результатов полного факторного эксперимента производится оценка ошибки эксперимента и вычисляются <b>а) строчные дисперсии</b> <b>б) дисперсия воспроизводимости</b> в) нормальное отношение г) определяющий контраст								
88.	$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m-1}$ Выражение используется для расчета <b>а) строчной дисперсии</b> б) среднего значения в) критерия Стьюдента г) критерия Фишера								
89.	Оценки коэффициентов уравнения регрессии получают методом <b>а) наименьших квадратов</b> б) наименьших кубов в) наименьших разностей г) наименьших сумм								
90.	Для проверки однородности строчных дисперсий при обработке результатов полного факторного эксперимента используют <b>а) критерий Кохрена</b> б) критерий Смирнова в) критерий Гаусса г) критерий Земскова								
91.	Последовательность обработки результатов полного факторного эксперимента <b>1) расчет строчных дисперсий</b>								

	<p><b>2)</b> проверка однородности строчных дисперсий  <b>3)</b> расчет дисперсии воспроизводимости  <b>4)</b> расчет коэффициентов уравнения  <b>5)</b> проверка значимости коэффициентов  <b>6)</b> проверка адекватности уравнения регрессии</p>
92.	<p>Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии производится при помощи критерия  <b>а) Стьюдента</b>  б) Гаусса  в) Бокса  г) Уилсона</p>
93.	<p>Коэффициент уравнения регрессии является значимым, если его абсолютная величина _____ доверительного интервала (<b>меньше</b>)</p>
94.	<p>Незначимые коэффициенты из уравнения регрессии  <b>а) исключаются</b>  б) удваиваются  в) кодируются  г) нормируются</p>
95.	<p>Для того чтобы полученное уравнение регрессии было адекватным, необходимо, чтобы средний разброс в точках (дисперсия воспроизводимости) был такого же порядка, как и разброс относительно линии регрессии (...)  <b>а) дисперсия адекватности</b>  б) приведенная погрешность  в) случайная погрешность  г) коэффициент сходимости</p>
96.	<p>Для проверки адекватности уравнения регрессии используется критерий  <b>а) Фишера</b>  б) Гаусса  в) Бокса  г) Уилсона</p>
97.	<p>Некоторая часть полного факторного эксперимента, выбранная по определенному правилу, называется  <b>1) дробным факторным экспериментом</b>  2) полным факторным экспериментом  3) композиционным экспериментом</p>
98.	<p>Если уравнение первого порядка оказывается неадекватным, необходимо использовать  <b>а) более сложную модель</b>  б) рандомизацию опытов  в) ранжирование факторов  г) проверку достоверности</p>
99.	<p>Ортогональность плана эксперимента позволяет независимо проводить оценку  <b>а) коэффициентов регрессии</b>  б) нормализации факторов  в) активного эксперимента  г) функции отклика</p>
100.	<p>При построении плана полного факторного эксперимента используют правило  <b>а) чередования знаков</b>  б) определения прогрессий  в) приведения погрешностей  г) выбора уровней</p>
101.	<p>Способы задания функции отклика  <b>а) табличный</b>  <b>б) графический</b>  <b>в) аналитический</b>  г) повторный</p>
102.	<p>Цель планирования экспериментов в условиях дрейфа  <b>а) исключить влияние дрейфа на оценки эффектов фактора</b>  б) представить экспериментальные данные графически  в) обосновать условия проведения экспериментов</p>
103.	<p>Временные ряды можно классифицировать на  <b>а) абсолютных показателей и относительных показателей</b></p>

	б) графические и табличные в) полиномиальные и степенные г) сезонные и циклические
104.	Анализ временных рядов проводят с целью <b>а) выявления структуры временных рядов</b> <b>б) для прогноза значений временных рядов</b> г) табличного представления данных
105.	Анализ связи между несколькими независимыми переменными (факторами) и зависимой переменной Выберите один ответ: <b>1) регрессионный анализ</b> 2) качественный анализ 3) последовательный анализ 4) поступательный анализ
106.	Возможность задать любой уровень данного фактора, не принимая во внимание уровни других факторов, называется 1) совместимость факторов <b>2) независимость фактора</b> 3) управляемость фактора
107.	Зависимость математического ожидания отклика от факторов. <b>1) функция отклика</b> 2) критерий 3) фактор 4) отклик
108.	Метод построения линии регрессии таким образом, чтобы минимизировать квадраты отклонений этой линии от наблюдаемых точек <b>1) метод наименьших квадратов</b> 2) метод сечений 3) метод отклонений 4) метод касательных
109.	Линейная модель с эффектом взаимодействия факторов <b>1) <math>y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2</math></b> 2) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ 3) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ 4) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$
110.	Для описания объекта исследования удобно использовать модель _____ ящика ( <b>черного</b> )
111.	Композиционным планам для поиска оптимальных условий, применяемым обычно на заключительном этапе экспериментальных исследований, характерно <b>а) использование результатов построения линейной модели</b> <b>б) достраивание модели до полного квадратичного вида</b> в) движение в направлении градиента функции г) изучение диаграммы состав-свойства

**3.3.2 Шифр и наименование компетенции** ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

№ задания	Тест (тестовое задание)
112.	Оценки коэффициентов уравнения регрессии для полного факторного эксперимента получены методом наименьших _____ ( <b>квадратов</b> )
113.	Методы планирования эксперимента позволяют <b>а) минимизировать число опытов,</b> <b>б) установить рациональный порядок и условия проведения опытов</b> в) использовать закон больших чисел г) представить метрологическое обеспечение контроля
114.	Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в безразмерной шкале

	<p><b>а) основной уровень</b>          б) интервал варьирования          в) максимальное значение          г) минимальное значение</p>
115.	<p>Наблюдаемая случайная переменная, по предположению, зависящая от факторов.  <b>а) отклик</b>          б) фактор          в) функция          г) модель</p>
116.	<p>Запись задачи множественной линейной регрессии в матричной форме  <b>а) <math>Y = XB</math></b>          б) <math>Y = ax + b</math>          в) <math>b_0 = \sum y_i / N</math>          г) <math>y = \sum y_i / m</math></p>
117.	<p>Запись минимизации суммы квадратов остатков для нахождения коэффициентов множественной регрессии в матричной форме  <b>а) <math>\varepsilon = Y - \hat{Y} = Y - XB</math></b>          б) <math>Y = ax + b</math>          в) <math>b_0 = \sum y_i / N</math>          г) <math>X^T X B = X^T Y</math></p>
118.	<p>При использовании матричного подхода для решения задачи множественной линейной регрессии для определения матрицы коэффициентов регрессии используется операция умножения на _____ матрицу (вместо деления, которое для матриц не определено)  <b>(обратную)</b></p>
119.	<p>Для проверки гипотезы о виде закона распределения случайной величины используется критерий          1) Фишера  <b>2) Пирсона</b>          3) Гаусса          4) Кохрена</p>
120.	<p>Для проверки гипотезы о наличии грубой ошибки измерения используют          1) критерий Бартлетта          2) критерий Кохрена          3) критерий Фишера  <b>4) критерий Смирнова</b></p>
121.	<p>Для проверки гипотезы о равенстве нескольких дисперсий          1) критерий Стьюдента          2) критерий Смирнова  <b>3) критерий Бартлетта</b>  <b>4) критерий Кохрена</b></p>
122.	<p>Для проверки гипотезы об однородности двух дисперсий используется          1) критерий Бартлетта          2) критерий Стьюдента  <b>3) критерий Фишера</b>          4) критерий Пирсона</p>
123.	<p>При обработке результатов экспериментов и проверке гипотез возможно возникновение двух видов _____ - первого и второго рода (<b>ошибок</b>)</p>
124.	<p>Какому значению нормализованного фактора соответствует температура 100 °С, если в ходе эксперимента температура изменялась от 50 до 100 °С  <b>(+1)</b></p>
125.	<p>Какому значению нормализованного фактора соответствует температура 50 °С, если в ходе эксперимента температура изменялась от 50 до 100 °С  <b>(-1)</b></p>

126.	<p>Какому значению нормализованного фактора соответствует температура 75 °С, если в ходе эксперимента температура изменялась от 50 до 100 °С</p> <p>_____</p> <p><b>(0)</b></p>								
127.	<p>Основные понятия и определения (вопрос на соответствие)</p> <table border="1"> <tr> <td>1) план эксперимента</td> <td>а) проект, который предлагает выполнение исследователем одних процедур и отказ от других</td> </tr> <tr> <td>2) эксперимент</td> <td>б) метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности</td> </tr> <tr> <td>3) фактор</td> <td>в) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента</td> </tr> <tr> <td>4) функция отклика</td> <td>г) зависимость математического ожидания отклика от факторов</td> </tr> </table> <p><b>1-а, 2-б, 3-в, 4-г</b></p>	1) план эксперимента	а) проект, который предлагает выполнение исследователем одних процедур и отказ от других	2) эксперимент	б) метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности	3) фактор	в) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента	4) функция отклика	г) зависимость математического ожидания отклика от факторов
1) план эксперимента	а) проект, который предлагает выполнение исследователем одних процедур и отказ от других								
2) эксперимент	б) метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности								
3) фактор	в) переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента								
4) функция отклика	г) зависимость математического ожидания отклика от факторов								
128.	<p>При определении оптимальных значений параметров продукции проводятся экспериментальные исследования для</p> <p><b>а) получения уравнения функции отклика</b>  <b>б) определения оптимального значения отклика</b>  в) расчета уровней факторов  г) нормализации факторов</p>								
129.	<p>Для составления математических моделей, описывающих область высокой кривизны поверхности отклика, используется</p> <p><b>1) план второго порядка</b>  <b>2) полный квадратичный полином</b>  3) полином первой степени  4) линейная модель с эффектом взаимодействия факторов</p>								
130.	<p>Количество опытов в «звездных точках» композиционных планов</p> <p><b>1) <math>N = 2n</math></b>  2) <math>N = 3n</math>  3) <math>N = 2 + n</math></p>								
131.	<p>Число опытов в композиционном плане</p> <p><b>1) <math>N = N_0 + N^* + N_{ц}</math></b>  2) <math>N = N^* + N_{ц}</math>  3) <math>N = N_0 + N_{ц}</math></p>								
132.	<p>Эксперимент, в котором каждый из <math>n</math> факторов рассматривается на трех уровнях и реализуются все возможные сочетания уровней факторов</p> <p><b>1) ПФЭ типа <math>3^n</math></b>  2) ПФЭ типа <math>2^n</math>  3) ПФЭ типа <math>1^n</math></p>								
133.	<p>Для составления математических моделей, описывающих область высокой кривизны поверхности отклика, используется</p> <p><b>1) план второго порядка</b>  <b>2) полный квадратичный полином</b>  3) полином первой степени  4) линейная модель с эффектом взаимодействия факторов</p>								
134.	<p>Сократить число опытов путем добавления специально подобранных точек к «ядру», образованному планированием для линейного приближения, позволяют</p> <p><b>1) композиционные планы</b>  <b>2) последовательные планы</b>  3) линейные планы</p>								
135.	<p>_____, решающий задачу нахождения численных значений факторов, при которых выходной параметр достигает экстремального значения (максимума или минимума), называется экстремальным</p> <p><b>(Эксперимент)</b></p>								
136.	<p>Методы планирования эксперимента позволяют</p> <p><b>1) минимизировать число опытов,</b></p>								

	<b>2) установить рациональный порядок и условия проведения опытов</b> 3) использовать закон больших чисел 4) представить метрологическое обеспечение контроля	
137.	Последовательность выполнения эксперимента <b>1) установление цели эксперимента</b> <b>2) выбор входных и выходных параметров</b> <b>3) составление плана и выполнение эксперимента</b> <b>4) статистическая обработка результатов эксперимента</b>	
138.	Методы проведения экспериментов 1) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем 2) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются	а) активный эксперимент б) пассивный эксперимент в) измерительный эксперимент
	<b>1-а, 2-б</b>	
139.	Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью? 1) методика, 2) методология, <b>3) планирование эксперимента,</b> 4) программа.	
140.	Методы проведения экспериментов 1) Эксперимент, который ставится на материальных моделях, воспроизводящих существенные черты исследуемой природной ситуации, технического устройства или процесса 2) Эксперимент, проводимый в производственных условиях на действующем объекте	а) модельный эксперимент б) промышленный эксперимент в) мысленный эксперимент
	<b>1-а, 2-б</b>	
141.	При определении оптимальных значений параметров продукции проводятся экспериментальные исследования для <b>а) получения уравнения функции отклика</b> <b>б) определения оптимального значения отклика</b> в) расчета уровней факторов г) нормализации факторов	
142.	Задача оптимизации заключается в нахождении экстремума _____ отклика в области допустимых значений факторов <b>(функции)</b>	
143.	В задачах экспериментального исследования используются следующие виды функции отклика <b>а) полиномы первого порядка</b> <b>б) полиномы первого порядка с учетом взаимодействия факторов</b> <b>в) полиномы второго порядка</b> г) факторное пространство	
144.	Композиционным планам для поиска оптимальных условий, применяемым обычно на заключительном этапе экспериментальных исследований, характерно <b>а) использование результатов построения линейной модели</b> <b>б) достраивание модели до полного квадратичного вида</b> в) движение в направлении градиента функции	
145.	Для нахождения таких численных значений факторов, при которых отклик достигает своего экстремального значения (максимума или минимума) используется метод поиска оптимальных условий проведения эксперимента – <b>а) движение по градиенту функции отклика</b> б) определение непрерывности функции отклика в) определение параметров степенного ряда г) логарифмирование функции отклика	
146.	При исследовании сложных многокомпонентных смесей часто решается задача построения зависимостей свойств от состава и нахождение оптимального состава, удовлетворяющего заданным свойствам, при этом особенностью планирования экспериментов для смесей является	

условие

$$\text{а) } \sum_{i=1}^q x_i = 1$$

$$\text{б) } F = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_{\text{восп}}^2}$$

$$\text{в) } t_j = \frac{b_j}{s_{b_j}}$$

$$\text{г) } b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{\sum_{i=1}^N x_{ji}^2}$$

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2022 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;

- П ВГУИТ 4.1.02 – 2022 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости, а также методическими указаниями.

## 5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине/практике

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>5.1 Шифр и наименование компетенции</b> ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики					
<b>ЗНАТЬ:</b> теоретические основы метода наименьших квадратов для его применения для анализа задач в профессиональной деятельности; основные положения теории планирования экспериментов и методику обработки его результатов; матричный подход к регрессионному анализу для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;	Тестовое задание	Результат тестирования	85-100% правильных ответов	отлично	Освоена (повышенный)
			75-84,99% правильных ответов	хорошо	Освоена (повышенный)
			60-74,99% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			0-59,99% правильных ответов	неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	собеседование (экзамен)	знает теорию и практику планирования эксперимента, методы обработки его результатов	Ответил на вопрос, излагает мысли в четкой последовательности, допустил не более 1 ошибки	отлично	Освоена (повышенный)
			Студент ответил на все вопросы, допустил более 1, но менее 3 ошибок	хорошо	Освоена (повышенный)
			Студент ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Студент ответил не на все вопросы, допустил более 5 ошибок	неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> применять метод наименьших квадратов для анализа стандартных задач в профессиональной деятельности; применять методики полного и дробного факторного экспериментов для анализа стандартных задач в профессиональной деятельности; применять планы многофакторного анализа для решения стандартных задач в профессио-	Защита лабораторной работы	умеет применять методы планирования экспериментов, обработку результатов эксперимента	Полностью представил отчет о лабораторной работе, обосновал приведенные результаты	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Не сумел обосновать приведенные результаты, не полно оформил работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)



нальной деятельности;					
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами анализа временных рядов для решения стандартных задач в профессиональной деятельности;	Кейс- задание	Решенное кейс-задание	Выбрал верный ход решения задачи, привел необходимые аргументы	Зачтено/балл	Освоена (базовый, повышенный)
			Не решил поставленную задачу	Не зачтено/балл	Не освоена (недостаточный)
<b>5.2 Шифр и наименование компетенции</b> ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)					
<b>ЗНАТЬ:</b> классификацию экспериментальных исследований с целью их применения при формулировке задач профессиональной деятельности; классификацию экспериментальных планов для формирования стандартных задач в профессиональной деятельности	Тестовое задание	Результат тестирования	85-100% правильных ответов	отлично	Освоена (повышенный)
			75-84,99% правильных ответов	хорошо	Освоена (повышенный)
			60-74,99% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			0-59,99% правильных ответов	неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	собеседование (экзамен)	знает основные понятия и определения в области построения математических моделей объектов и процессов, требования к математическим моделям	Отвечил на вопрос, излагает мысли в четкой последовательности, допустил не более 1 ошибки	отлично	Освоена (повышенный)
			Студент ответил на все вопросы, допустил более 1, но менее 3 ошибок	хорошо	Освоена (повышенный)
			Студент ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Студент ответил не на все вопросы, допустил более 5 ошибок	неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> применять простые сравнивающие эксперименты при формировании стандартных задач в профессиональной деятельности; формулировать стандартные задачи исследования показателей продукции и процессов;	Защита лабораторной работы	умеет применять пакеты прикладных программ для статистического анализа данных; результатов простых и многофакторных экспериментов	Полностью представил отчет о лабораторной работе, обосновал приведенные результаты	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Не сумел обосновать приведенные результаты, не полно оформил работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами планирования экстремальных экспериментов при	Кейс- задание	Решенное кейс-задание	Выбрал верный ход решения задачи, привел необходимые аргументы	Зачтено/балл	Освоена (базовый, повышенный)

формировании стандартных задач профессиональной деятельности			Не решил поставленную задачу	Не зачтено/балл	Не освоена (недостаточный)
--	--	--	------------------------------	-----------------	----------------------------