

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)
" 25 " _____ 05 _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация эксперимента

Направление подготовки

35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Направленность (профиль) подготовки

Технологии искусственного воспроизводства и переработки гидробионтов

Квалификация выпускника

Бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

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

15 Рыбоводство и рыболовство (в сфере искусственного воспроизводства и товарного выращивания гидробионтов, в сфере надзора за рыбохозяйственной деятельностью).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- производственно-технологический;
- организационно-управленческий;
- проектный.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура).

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

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-5	Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{опк-5} Проводит лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов
			ИД-2 _{опк-5} Участвует в проведении экспериментальных исследований при решении задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{опк-5} Проводит лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов	Знает методы поиска научно-технической литературы для постановки экспериментальных исследований в профессиональной деятельности Умеет проводить лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов Умеет строить планы экспериментов в зависимости от цели исследований Владеет навыками обработки результатов экспериментальных исследований Владеет навыками планирования и организации эксперимента по заданной методике
ИД-2 _{опк-5} Участвует в проведении экспериментальных исследований при решении задач профессиональной деятельности	Знает основные приемы составления научных отчетов и публикаций по итогам научно-исследовательской и профессиональной деятельности Умеет применять методы статистической обработки информации Владеет навыками по составлению планов научных статей или тезисов докладов по результатам научных исследований

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

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

Изучение дисциплины «Планирование и организация эксперимента» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Введение в технику и технологию отрасли», «Математика», «Информатика».

Дисциплина «Планирование и организация эксперимента» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Методы рыбохозяйственных исследований», «Обеспечение безопасности производства», для проведения практики: «Производственная практика, преддипломная практика», для выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		№ 2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	72
Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:	30,85	30,85
Лекции	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Практические/лабораторные занятия	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Консультации текущие	0,75	0,75
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	41,15	41,15
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	20	20
Подготовка к практическим занятиям	21,15	21,15

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	Трудоемкость раздела, ак. ч.
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	14
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);	14
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; Проведение лабораторных анализов образцов воды, рыб и других гидробионтов. 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.	14
4	Матричный под-	Метод наименьших квадратов для одного фактора.	14

	ход к регрессионному анализу	Некоторые операции над матрицами. Обобщение МНК на многофакторный линейный случай. Статистический анализ.	
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.	15,15
	<i>Консультации текущие</i>		0,75
	<i>Зачет</i>		0,1

*в форме практической подготовки

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	Практические занятия, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	3	3	8
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты.	3	3	8
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	3	3	8
4	Матричный подход к регрессионному анализу	3	3	8
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	3	3	9,15
	<i>Консультации текущие</i>		0,75	
	<i>Зачет</i>		0,1	

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
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	3
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);	3
3	Основные положения планирования эксперимента. Мето-	Активный и пассивный эксперименты; Основные понятия планирования эксперимента; Понятие плана экс-	3

	дика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	перимента. Порядок проведения экспериментов; Проведение лабораторных анализов образцов воды, рыб и других гидробионтов. 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.	
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Метод наименьших квадратов для одного фактора. Некоторые операции над матрицами. Обобщение МНК на многофакторный линейный случай. Статистический анализ.	3
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	3

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость, ак. ч
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	Простые сравнивающие эксперименты.	10
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	Метод наименьших квадратов	3
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.	3
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Применение матричного подхода к задаче линейной регрессии	3
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	Планы многофакторного анализа Планирование второго порядка	3

5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	2
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Подготовка к защите по практическим работам (собеседование)	4
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование)	2
		Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Подготовка к защите по практическим работам (собеседование)	4
3	Основные положения пла-	Проработка материалов по конспекту лекций (тести-	

	нирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	рование, собеседование) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к защите по практическим работам (собеседование)	2 2 4
4	Матричный подход к регрессионному анализу	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование)	2 2 4
5	Классификация экспериментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика	Проработка материалов по конспекту лекций (тестирование, собеседование) Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к защите по практическим работам (собеседование)	2 2 5,15

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

- 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.

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

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

- 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

- 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.

- 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.

- 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.

- 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 си-

- стема. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145848> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.

- 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

- Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к практическим работам для студентов, обучающихся по направлению 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / О. П. Дворянинова, Л. И. Назина, Н. Л. Клейменова; ВГУИТ, Кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов. - Воронеж, 2019. - 44 с. - Электрон. ресурс. <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5020> - Загл. с экрана

- Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / Л. И. Назина; ВГУИТ, Кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов. - Воронеж, 2019. - 9 с. - Электрон. ресурс. <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4899> - Загл. с экрана

- Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : программа курса и методические указания к контрольной работе для студентов, обучающихся по направлению 35.03.08 – «Водные биоресурсы и аквакультура», заочной формы обучения / Л. И. Назина [и др.]; ВГУИТ, Кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов. - Воронеж, 2019. - 11 с. - Электрон. ресурс. <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4918> - Загл. с экрана

- 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. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488>. - Загл. с экрана

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

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

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MS Office);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение ОС Windows; MS Office.

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

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория 522 для проведения занятий лекционного типа, практических, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

13 комплектов мебели. Мультимедийная техника: Ноутбук Acer Extensa 15,6; проектор ASER X1160Z. DPL; экран 180* 180 см ScreenMedia Economy белый. Наборы учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.	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 КОМПАС 3D LTv12, бесплатное ПО http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html
--	--

Учебная аудитория 529 для проведения практических, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

21 комплект мебели. 12 компьютеров со свободным доступом в сеть Интернет. ЭВМ IBM-PC Pentium; принтер samsung M2510; принтер hp LaserJet 1300; сканер Epson Perfection 1260; сетевой коммутатор для подключения к компьютерной сети (Интер-	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 КОМПАС 3D LTv12, бесплатное ПО
--	---

нет). Наборы учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации	http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html 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
---	---

Учебная аудитория 511 Учебная аудитория для проведения практических, лабораторных работ

Комплекты мебели для учебного процесса. Рыбоводная установка интенсивного типа по бассейновому выращиванию форели, тилапии, осетровых, стерляди, судака, карпа, сиговых, африканского сома Кислородная установка, холодильная установка чиллер CM-15-28 для охлаждения воды , аквариум, ротаметры, весы электронные МТ6 В1ДА «Олимп 4».
--

Учебная аудитория 512

Комплекты мебели для учебного процесса. Рыбоводная установка интенсивного типа по бассейновому выращиванию форели, тилапии, осетровых, стерляди, судака, карпа, сиговых, африканского сом Кислородная установка, холодильная установка чиллер CM-15-28 для охлаждения воды, аквариум, ротаметры, весы электронные РМ1-100 4050

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Читальные залы ресурсного центра ВГУИТ	Компьютеры (30 шт.) со свободным доступом в сеть Интернет и Электронным библиотечным и информационно-справочным системам. 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 AdobeReader XI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html 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 Office 2007 Standart Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com Microsoft Office Professional Plus 2007 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com LibreOffice 6.2 (бесплатное ПО) http://ru.libreoffice.org/ Автоматизированная интегрированная библиотечная система «МегаПро». Номер лицензии: 104-2015 Дата: 28.04.2015 Договор №2140 от 08.04.2015 г. Уровень лицензии «Стандарт»
--	--

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) 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 входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) в виде приложения.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		№ 2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	72
Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:	13,8	13,8
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Практические занятия	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Консультации текущие	0,9	0,9
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	0,8	0,8
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	54,3	54,3
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	33,1	33,1
Подготовка к практическим занятиям	12	12
Выполнение контрольной работы	9,2	9,2
Подготовка к зачету (контроль)	3,9	3,9

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Планирование и организация эксперимента

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-5	Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Проводит лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{ОПК-5} Проводит лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов	<p>Знает</p> <p>методы поиска научно-технической литературы для постановки экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;</p> <p>основные приемы составления научных отчетов и публикаций по итогам научно-исследовательской и профессиональной деятельности</p> <p>Умеет</p> <p>проводить лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов;</p> <p>строить планы экспериментов в зависимости от цели исследований;</p> <p>применять методы статистической обработки информации;</p> <p>Владеет</p> <p>навыками обработки результатов экспериментальных исследований;</p> <p>навыками планирования и организации эксперимента по заданной методике;</p> <p>навыками по составлению планов научных статей или тезисов докладов по результатам научных исследований</p>

2. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Научный и промышленный эксперимент. Простые сравнивающие эксперименты	ОПК-5	Тест	78-88	Компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет, защита практической работы)	1-14	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	56-65	Контроль преподавателем
2	Построение зависимостей. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Многофакторные эксперименты	ОПК-5	Тест	89-90	Компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет, защита практической работы)	15-21,	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	66-67	Контроль преподавателем
3	Основные положения планирования эксперимента. Методика обработки результатов ПФЭ. Дробный факторный эксперимент	ОПК-5	Тест	91-125	Компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет, защита практической работы)	22-40	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	68-74	Контроль преподавателем
4	Матричный подход к регрессионному анализу	ОПК-5	Тест	126-128	Компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет, защита практической работы)	41-45	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	75	Контроль преподавателем
5	Классификация экспе-	ОПК-5	Тест	129-143	Компьютерное те-

	риментальных планов. Планирование второго порядка. Крутое восхождение по поверхности отклика			стирование
		Собеседование (зачет, защита практической работы)	46-55	Контроль преподавателем
		Кейс-задача	76-77	Контроль преподавателем

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

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 практических работ, решения кейс задач и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

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 (Зачет, защита практической работы)

3.1.1 Шифр и наименование компетенции ОПК-5 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности

№ 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.	Проверка гипотез о равенстве математического ожидания определенному значению
10.	Гипотеза совпадения двух независимых средних величин.
11.	Сравнение двух рядов наблюдений
12.	Проверка однородности нескольких дисперсий
13.	Проверка однородности нескольких дисперсий при разных выборках
14.	Критерий Пирсона при проверке гипотезы о виде закона распределения
15.	Классическая постановка задачи регрессионный анализ. Условия проведения.
16.	Метод наименьших квадратов для одного фактора
17.	Графическая интерпретация уравнения регрессии.
18.	Остаточная сумма квадратов
19.	Применение регрессионного анализа для нескольких факторов
20.	Проведение однофакторного регрессионного анализа с применением MS Excel
21.	Проведение двухфакторного регрессионного анализа с применением MS Excel
22.	Принятие решения перед планированием эксперимента
23.	Выбор основного уровня
24.	Выбор интервалов варьирования
25.	Полный факторный эксперимент типа 2^2 : матрица планирования, геометрическая интерпретация
26.	Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k
27.	Ошибки параллельных опытов: среднее, дисперсия,
28.	Проверка однородности строчных дисперсий матрицы планирования эксперимента
29.	Вычисление коэффициентов линейной регрессии для полного многофакторного эксперимента
30.	Оценка эффектов взаимодействия
31.	Дисперсия воспроизводимости
32.	Проверка значимости коэффициентов

33.	Дисперсия адекватности.
34.	Проверка адекватности модели
35.	Принятие решений после построения модели
36.	Минимизация числа опытов
37.	Дробная реплика
38.	Условные обозначения дробных реплик и число опытов
39.	Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты
40.	Вычисление коэффициентов линейной регрессии для дробного многофакторного эксперимента
41.	Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай
42.	Матричный подход к регрессионному анализу
43.	Планы многофакторного анализа
44.	Планы для изучения поверхности отклика
45.	Планы отсеивающего эксперимента
46.	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – критерии оптимальности планов
47.	Принятие решений после построения модели процесса
48.	Движение по градиенту
49.	Расчет крутого восхождения
50.	Реализация мысленных опытов
51.	Крутое восхождение эффективно
52.	Крутое восхождение неэффективно. Обсуждение результатов
53.	Крутое восхождение: Чем кончается эксперимент. Перспективы
54.	Последовательный симплексный метод
55.	Планирование эксперимента на диаграммах состав-свойство

3.2 Кейс-задачи (задания)

3.2.1 Шифр и наименование компетенции ОПК-5 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности

№ задания	Условие задачи (формулировка задания)																								
56.	<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 n</th> <th>Уровень значимости α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2,03</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>2,11</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2,18</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>2,23</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>2,29</td> </tr> </tbody> </table> <p>_____ (нет)</p> <p>Решение Рассчитаем среднее значение и выборочное дисперсию $\bar{X}_{ср} = 58,52 \%$, $S^2 = 1,36 \%^2$. Наиболее удаленным от среднего является результат 60,4 %. Проверим, является ли данное наблюдение аномальным. Наблюдаемое значение критерия Смирнова равно $u_{набл} = (60,4 - 58,52) / \sqrt{1,36} = 1,61$. Определяем критическое значение критерия по таблице $u_{кр} = 2,18$. Т.к. наблюдаемое значение меньше критического, результат измерения не является грубой погрешностью, ответ нет.</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 α		0,05	8	2,03	9	2,11	10	2,18	11	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 α																								
	0,05																								
8	2,03																								
9	2,11																								
10	2,18																								
11	2,23																								
12	2,29																								

Определить, имеются ли на уровне значимости 0,05 грубые погрешности в ряду значений – результатов измерений массы продукции, г (ответ сформулировать как да или нет)

99,5	98,7	101,2	99,3	101,1
99,3	99,2	99,8	99,4	98,5

Критическое значение критерия Смирнова

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

57. _____ (**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**.

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 α
	0,05
8	2,03
9	2,11
10	2,18
11	2,23
12	2,29

58. _____ (**нет**)

Решение

Рассчитаем среднее значение и выборочное дисперсию

$$\bar{X}_{\text{ср}} = 18,96 \text{ %,}$$

$$S^2 = 1,80 \text{ \%}^2.$$

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**.

59. Проверить гипотезу о равенстве средних значений кислотности в двух партиях ряженки классической на уровне значимости 0,05. Результаты контроля кислотности, °Т, в выборках из пар-

тий 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

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

Решение.

Определим выборочные средние для двух совокупностей данных

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

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

Решение.

Определим выборочные средние для двух совокупностей данных

60.

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

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

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

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**

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 $H_1: M(x) \neq a$.

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

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

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

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

Ответ: **да**

61.

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.

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 χ^2

Число степеней свободы k	Уровень значимости α	
	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

62.

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**

63.

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

$$F_{\text{набл}} = \frac{S_B^2}{S_M^2} = 24,02 / 12,5 = 1,92.$$

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**

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 %². 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

64.

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 %². 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

65.

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**

В результате эксперимента получены значения x и y

x	1	2	3	4	5	6
y	5,2	6,3	7,1	8,5	9,2	10,7

Построить линейное уравнение регрессии методом наименьших квадратов, округлив значения коэффициента b_0 и b_1 до тысячных долей, в качестве разделителя используя запятую.

$$\text{_____} (y = 4,074 + 1,074 x)$$

Решение

По результатам экспериментов получим линейное уравнение регрессии вида $y = b_0 + b_1 x$.

Для удобства вычислений составим вспомогательную таблицу

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

Запишем систему уравнений

$$b_0 n + b_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

$$b_0 \cdot 6 + b_1 \cdot 21 = 47;$$

$$b_0 \cdot 21 + b_1 \cdot 91 = 183,3.$$

В результате решения системы уравнения, получим $b_0 = 4,074$; $b_1 = 1,074$.

Уравнение регрессии $y = 4,074 + 1,074 x$

В результате эксперимента получены значения x и y

x	2	4	6	8	10	12
y	12	15	18	20	23	25

Построить линейное уравнение регрессии методом наименьших квадратов, округлив значения коэффициента b_0 и b_1 до тысячных долей, в качестве разделителя используя запятую.

$$\text{_____} (y = 9,733 + 1,300 x)$$

Решение

По результатам экспериментов получим линейное уравнение регрессии вида $y = b_0 + b_1 x$.

Для удобства вычислений составим вспомогательную таблицу

Номер	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2
-------	-------	-------	-----------	---------

66.

67.

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

Запишем систему уравнений

$$b_0 n + b_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

$$b_0 \cdot 6 + b_1 \cdot 42 = 113;$$

$$b_0 \cdot 42 + b_1 \cdot 364 = 882.$$

В результате решения системы уравнения, получим $b_0 = 9,733$; $b_1 = 1,300$.

Уравнение регрессии $y = 9,733 + 1,300 x$

Проведен полный факторный эксперимент типа 2^k по изучению влияния двух факторов (давления и температуры) на химический процесс, число параллельных опытов $m = 2$. По результатам экспериментов были получены

уравнение регрессии $y = 2,35 + 0,58x_1 + 2,68x_2$

и значения дисперсии адекватности $s_{ад}^2 = 0,026 \%^2$

и дисперсии воспроизводимости $s_{восп}^2 = 0,015 \%^2$.

Проверить, является ли полученное уравнение адекватным на уровне значимости 0,05.

Ответ сформулировать как да или нет.

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			
	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

68.

_____ (да).

Решение

Адекватность модели проверим с помощью критерия Фишера.

Наблюдаемое значение критерия

$$F_{набл} = 1,73.$$

По таблице определим критическое значение критерия

$$F_{кр} = 7,71.$$

число степеней свободы для дисперсии адекватности $N - (c + 1) = 4 - 3 = 1$,

число степеней свободы для дисперсии воспроизводимости $N(m - 1) = 4 \cdot 1 = 4$.

Т.к. наблюдаемое значение критерия меньше критического, уравнение адекватно описывает процесс. Ответ **да**.

69.

При проведении полного факторного эксперимента типа 2^k 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: $s_1^2 = 0,015 \%^2$; $s_2^2 = 0,025 \%^2$; $s_3^2 = 0,033 \%^2$; $s_4^2 = 0,023 \%^2$.

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) _____ (**0,024**)

Решение

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

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

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

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

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

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:

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

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

70.

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

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

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 ₁	x ₂	y ₁ , %	y ₂ , %
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

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

71.

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 ₁	x ₂	y ₁ , %	y ₂ , %	y ₃ , %
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 $N = 4$)

72.

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

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

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

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

Получено уравнение регрессии
 $y = 11,258 - 1,925 x_1 + 5,142 x_2$

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

73. 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 Δb

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

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

74. 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 Δb

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

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=

75.

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

На предприятии изучается влияние рецептурных составляющих на вкусовые показатели крекера с использованием планирования экспериментов при поиске оптимальных условий. Проведен ПФЭ 2^2 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

76.

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

Определить составляющие градиента ($b_1 I_1; b_2 I_2$)

(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

$$b_1 I_1 = -0,075 \cdot 15 = -1,125 \text{ кг/т,}$$

$$b_2 I_2 = -0,142 \cdot 5 = -0,71 \text{ кг/т.}$$

Ответ

-1,125; -0,71

77.

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. По-

лучены следующие данные:

N	x_1	x_2	x_3	$Y_{\text{экс}}$	$Y_{\text{экс1}}, \text{ Па}$	$Y_{\text{экс2}}, \text{ Па}$
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
 $y = 146x_1 + 102,75x_2 + 174x_3 + 30,5x_1x_2 + 33x_1x_3 + 8,5 x_2x_3$

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

N	$Y_{\text{экс}}$	$y_{\text{ср}}, \text{ Па}$
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
 $\beta_i = y_i$; $\beta_1 = 146 \text{ Па}$; $\beta_2 = 102,75 \text{ Па}$; $\beta_3 = 174 \text{ Па}$;
 $\beta_{ij} = 4y_{ij} - 2y_i - 2y_j$; $\beta_{12} = 30,5 \text{ Па}$; $\beta_{13} = 33 \text{ Па}$; $\beta_{23} = 8,5 \text{ Па}$.
 Получен следующий полином
 $y = 146x_1 + 102,75x_2 + 174x_3 + 30,5x_1x_2 + 33x_1x_3 + 8,5 x_2x_3$

3.3 Тесты (тестовые задания)

3.3.1 Шифр и наименование компетенции ОПК-5 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности

№ задания	Тест (тестовое задание)
78.	Для описания объекта исследования удобно использовать модель _____ ящика (черного)
79.	_____, решающий задачу нахождения численных значений факторов, при которых выходной параметр достигает экстремального значения (максимума или минимума), называется экстремальным (Эксперимент)
80.	При обработке результатов экспериментов и проверке гипотез возможно возникновение двух видов _____ - первого и второго рода (ошибок)
81.	Для проверки гипотезы о виде закона распределения случайной величины используется критерий 1) Фишера 2) Пирсона 3) Гаусса 4) Кохрена
82.	Для проверки гипотезы о наличии грубой ошибки измерения используют 1) критерий Бартлетта 2) критерий Кохрена 3) критерий Фишера 4) критерий Смирнова
83.	Для проверки гипотезы о равенстве нескольких дисперсий 1) критерий Стьюдента 2) критерий Смирнова 3) критерий Бартлетта

	4) критерий Кохрена									
84.	Для проверки гипотезы об однородности двух дисперсий используется 1) критерий Бартлетта 2) критерий Стьюдента 3) критерий Фишера 4) критерий Пирсона									
85.	Какому значению нормализованного фактора соответствует температура 100 °С, если в ходе эксперимента температура изменялась от 50 до 100 °С <u>(+1)</u>									
86.	Какому значению нормализованного фактора соответствует температура 50 °С, если в ходе эксперимента температура изменялась от 50 до 100 °С <u>(-1)</u>									
87.	Какому значению нормализованного фактора соответствует температура 75 °С, если в ходе эксперимента температура изменялась от 50 до 100 °С <u>(0)</u>									
88.	<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>1-а, 2-б, 3-в, 4-г</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									
89.	Анализ связи между несколькими независимыми переменными (факторами) и зависимой переменной Выберите один ответ: 1) регрессионный анализ 2) качественный анализ 3) последовательный анализ 4) поступательный анализ									
90.	Метод построения линии регрессии таким образом, чтобы минимизировать квадраты отклонений этой линии от наблюдаемых точек 1) метод наименьших квадратов 2) метод сечений 3) метод отклонений 4) метод касательных									
91.	Последовательность выполнения эксперимента 1) установление цели эксперимента 2) выбор входных и выходных параметров 3) составление плана и выполнение эксперимента 4) статистическая обработка результатов эксперимента									
92.	<p>Методы проведения экспериментов</p> <table border="1"> <tr> <td>1) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем</td> <td rowspan="2">а) активный эксперимент б) пассивный эксперимент в) измерительный эксперимент</td> </tr> <tr> <td>2) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются</td> </tr> </table> <p>1-а, 2-б</p>		1) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем	а) активный эксперимент б) пассивный эксперимент в) измерительный эксперимент	2) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются					
1) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем	а) активный эксперимент б) пассивный эксперимент в) измерительный эксперимент									
2) эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются										
93.	Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?									

	1) методика, 2) методология, 3) планирование эксперимента, 4) программа.									
94.	Методы проведения экспериментов <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;"> 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 </td> <td style="width: 40%;"> а) модельный эксперимент б) промышленный эксперимент в) мысленный эксперимент </td> </tr> </table> <u>1-а, 2-б</u>		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						
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									
95.	Возможность задать любой уровень данного фактора, не принимая во внимание уровни других факторов, называется 1) совместимость факторов 2) независимость фактора 3) управляемость фактора									
96.	Зависимость математического ожидания отклика от факторов. 1) функция отклика 2) критерий 3) фактор 4) отклик									
97.	Переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента. 1) фактор 2) отклик 3) функция отклика 4) модель									
98.	Получать независимые друг от друга оценки коэффициентов модели позволяет 1) ортогональность матрицы планирования 2) эффект взаимодействия факторов 3) число коэффициентов модели 4) вид функции отклика									
99.	Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные величины 1) нормализация 2) варьирование 3) перебор 4) выравнивание									
100.	Свойство полного факторного эксперимента 1) симметричность относительно центра эксперимента 2) условие нормировки 3) ортогональность матрицы планирования 4) ротатабельность									
101.	Основные понятия и определения (вопрос на соответствие) <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">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> <u>1-а, 2-б, 3-в, 4-г</u>		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									
102.	Если число проведенных экспериментов превышает число оцениваемых коэффициентов (в этом случае возможна проверка адекватности модели), план называется 1) ненасыщенным 2) квадратичным 3) полным									

	4) комбинированным
103.	Если число проведенных экспериментов равно числу оцениваемых коэффициентов план называется 1) насыщенным 2) гармоничным 3) полным 4) комбинированным
104.	Количество опытов в полном факторном эксперименте 1) превосходит число определяемых коэффициентов линейной модели 2) меньше числа определяемых коэффициентов линейной модели 3) равно числу уровней факторов
105.	На рисунке представлено а) графическое представление плана эксперимента б) функция отклика в) модельный эксперимент г) дробный факторный эксперимент
106.	При обработке результатов полного факторного эксперимента производится оценка ошибки эксперимента и вычисляются а) строчные дисперсии б) дисперсия воспроизводимости в) нормальное отношение г) определяющий контраст
107.	$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m-1}$ Выражение используется для расчета а) строчной дисперсии б) среднего значения в) критерия Стьюдента г) критерия Фишера
108.	Оценки коэффициентов уравнения регрессии получают методом а) наименьших квадратов б) наименьших кубов в) наименьших разностей г) наименьших сумм
109.	Для проверки однородности строчных дисперсий при обработке результатов полного факторного эксперимента используют а) критерий Кохрена б) критерий Смирнова в) критерий Гаусса г) критерий Земскова
110.	Последовательность обработки результатов полного факторного эксперимента 1) расчет строчных дисперсий 2) проверка однородности строчных дисперсий 3) расчет дисперсии воспроизводимости 4) расчет коэффициентов уравнения 5) проверка значимости коэффициентов 6) проверка адекватности уравнения регрессии
111.	Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии производится при помощи критерия а) Стьюдента б) Гаусса в) Бокса г) Уилсона
112.	Коэффициент уравнения регрессии является значимым, если его абсолютная величина <u> </u> доверительного интервала (больше)

113.	Незначимые коэффициенты из уравнения регрессии а) исключаются б) удваиваются в) кодируются г) нормируются
114.	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 (...) а) дисперсия адекватности б) приведенная погрешность в) случайная погрешность г) коэффициент сходимости
115.	Для проверки адекватности уравнения регрессии используется критерий а) Фишера б) Гаусса в) Бокса г) Уилсона
116.	Некоторая часть полного факторного эксперимента, выбранная по определенному правилу, называется 1) дробным факторным экспериментом 2) полным факторным экспериментом 3) композиционным экспериментом
117.	Если уравнение первого порядка оказывается неадекватным, необходимо использовать а) более сложную модель б) рандомизацию опытов в) ранжирование факторов г) проверку достоверности
118.	Ортогональность плана эксперимента позволяет независимо проводить оценку а) коэффициентов регрессии б) нормализации факторов в) активного эксперимента г) функции отклика
119.	При построении плана полного факторного эксперимента используют правило а) чередования знаков б) определения прогрессий в) приведения погрешностей г) выбора уровней
120.	Способы задания функции отклика а) табличный б) графический в) аналитический г) повторный
121.	Линейная модель с эффектом взаимодействия факторов 1) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$ 2) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ 3) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ 4) $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$
122.	Методы планирования эксперимента позволяют а) минимизировать число опытов, б) установить рациональный порядок и условия проведения опытов в) использовать закон больших чисел г) представить метрологическое обеспечение контроля
123.	Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в безразмерной шкале а) основной уровень б) интервал варьирования в) максимальное значение г) минимальное значение
124.	Наблюдаемая случайная переменная, по предположению, зависящая от факторов. а) отклик

	б) фактор в) функция г) модель
125.	Оценки коэффициентов уравнения регрессии для полного факторного эксперимента получены методом наименьших _____ (квадратов)
126.	Запись задачи множественной линейной регрессии в матричной форме а) $Y = XB$ б) $Y = ax + b$ в) $b_0 = \sum y_i / N$ г) $y = \sum y_i / m$
127.	Запись минимизации суммы квадратов остатков для нахождения коэффициентов множественной регрессии в матричной форме а) $\varepsilon = Y - \hat{Y} = Y - XB$ б) $Y = ax + b$ в) $b_0 = \sum y_i / N$ г) $X^T XB = X^T Y$
128.	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) (обратную)
129.	Композиционным планам для поиска оптимальных условий, применяемым обычно на заключительном этапе экспериментальных исследований, характерно а) использование результатов построения линейной модели б) достраивание модели до полного квадратичного вида в) движение в направлении градиента функции г) изучение диаграммы состав-свойства
130.	При определении оптимальных значений параметров продукции проводятся экспериментальные исследования для а) получения уравнения функции отклика б) определения оптимального значения отклика в) расчета уровней факторов г) нормализации факторов
131.	Для составления математических моделей, описывающих область высокой кривизны поверхности отклика, используется 1) план второго порядка 2) полный квадратичный полином 3) полином первой степени 4) линейная модель с эффектом взаимодействия факторов
132.	Количество опытов в «звездных точках» композиционных планов 1) $N = 2n$ 2) $N = 3n$ 3) $N = 2 + n$
133.	Число опытов в композиционном плане 1) $N = N_0 + N^* + N_{\text{ц}}$ 2) $N = N^* + N_{\text{ц}}$ 3) $N = N_0 + N_{\text{ц}}$
134.	Эксперимент, в котором каждый из n факторов рассматривается на трех уровнях и реализуются все возможные сочетания уровней факторов 1) ПФЭ типа 3^n 2) ПФЭ типа 2^n 3) ПФЭ типа 1^n
135.	Для составления математических моделей, описывающих область высокой кривизны поверхности отклика, используется 1) план второго порядка 2) полный квадратичный полином

	3) полином первой степени 4) линейная модель с эффектом взаимодействия факторов
136.	Сократить число опытов путем добавления специально подобранных точек к “ядру”, образованному планированием для линейного приближения, позволяяют 1) композиционные планы 2) последовательные планы 3) линейные планы
137.	_____, решающий задачу нахождения численных значений факторов, при которых выходной параметр достигает экстремального значения (максимума или минимума), называется экстремальным (Эксперимент)
138.	Методы планирования эксперимента позволяют 1) минимизировать число опытов, 2) установить рациональный порядок и условия проведения опытов 3) использовать закон больших чисел 4) представить метрологическое обеспечение контроля
139.	При определении оптимальных значений параметров продукции проводятся экспериментальные исследования для а) получения уравнения функции отклика б) определения оптимального значения отклика в) расчета уровней факторов г) нормализации факторов
140.	Задача оптимизации заключается в нахождении экстремума _____ отклика в области допустимых значений факторов (функции)
141.	В задачах экспериментального исследования используются следующие виды функции отклика а) полиномы первого порядка б) полиномы первого порядка с учетом взаимодействия факторов в) полиномы второго порядка г) факторное пространство
142.	Композиционным планам для поиска оптимальных условий, применяемым обычно на заключительном этапе экспериментальных исследований, характерно а) использование результатов построения линейной модели б) достраивание модели до полного квадратичного вида в) движение в направлении градиента функции
143.	Для нахождения таких численных значений факторов, при которых отклик достигает своего экстремального значения (максимума или минимума) используется метод поиска оптимальных условий проведения эксперимента – а) движение по градиенту функции отклика б) определение непрерывности функции отклика в) определение параметров степенного ряда г) логарифмирование функции отклика

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 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.01.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

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
<p>5.1 Шифр и наименование компетенции ОПК-5 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p> <p>ИД-1_{ОПК-5} Проводит лабораторные анализы образцов воды, рыб и других гидробионтов</p>					
<p>ЗНАТЬ: методы поиска научно-техническую литературу для постановки экспериментальных исследований в профессиональной деятельности основные приемы построения планов экспериментов современные технологии обработки математических данных основные приемы составления научных отчетов и публикаций по итогам научно-исследовательской и профессиональной деятельности</p>	Тестовое задание	Результат тестирования	60 % и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 59,99 % правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	собеседование (зачет)	знает методы поиска оптимальных значений технологических режимов и параметров процессов	Ответил на вопрос, излагает мысли в четкой последовательности, допустил менее 3 ошибок	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Студент ответил не на все вопросы, допустил более 5 ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<p>УМЕТЬ: использовать научно-техническую литературу для постановки экспериментальных исследований в профессиональной деятельности строить планы экспериментов в зависимости от цели исследований применять методы статистической обработки информации структурировать отчеты по итогам научных исследований</p>	Защита практической работы	умеет применять методы планирования экспериментов для определения рациональных параметров процессов, продукции	Полностью представил отчет о практической работе, обосновал приведенные результаты	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Не сумел обосновать приведенные результаты, не полно оформил работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками обработки результатов экспериментальных исследований; навыками планирования и организации эксперимента по заданной методике; навыками по составлению планов научных статей или тезисов докладов по результатам научных исследований</p>	Кейс- задание	Решенное кейс-задание	Выбрал верный ход решения задачи, привел необходимые аргументы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Не решил поставленную задачу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)