

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра станки, инструменты и инженерная графика

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института технологий и
инженерной механики

 Могиляная Е.П.

(подпись)
«18» 04 2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»**

По направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
Магистерская программа «Процессы механической и физико-технической
обработки, станки и инструмент»

Луганск – 2023

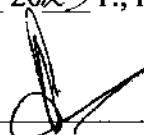
Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. – 18 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 года № 1045.

СОСТАВИТЕЛЬ:
доц. Величко Н.И.

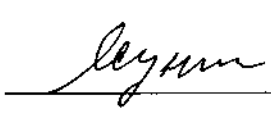
Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры станков, инструментов и инженерной графики «14» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой
станков, инструментов и инженерной графики  Макухин А.Г.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована (для обеспечивающей кафедры):
Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.
Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института _____
«14» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической
комиссии института  Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – ознакомление с теоретическими методами планирования экспериментальных исследований; формирование навыков организации научной работы, проведения научного эксперимента и обработки его результатов. В процессе изучения данной дисциплины студент углубляет навыки моделирования, прогнозирования и оптимизации процессов и свойств материалов, параметров оборудования, разработки и использования технической документации, основных нормативных документов.

Задачи: изучение современных методологических подходов к постановке и обработке результатов экспериментальных исследований и математических методов, применяемых при планировании и оптимизации эксперимента; формирование умения разрабатывать факторный план эксперимента и проведения дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа; формирование практических навыков обработки результатов экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» относится к циклу общенаучных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются компетенции, сформированные в ходе изучения математики, механики, алгоритмизация и основ программирования, информационных технологий, компьютерное моделирование. В результате освоения дисциплины формируются компетенции, необходимые для написания магистерской диссертации.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Теоретическая механика», «Теория вероятностей», «Метрология» и служит основой для освоения дисциплин «Методология научных исследований», «Методология проектирования изделий машиностроения».

1. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Анализирует тенденции современной науки, определяет перспективные направления научных исследований в отрасли; использует экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. ОПК-2.2. Использует современные методы научного исследования в предметной сфере отрасли; управляет работой системой приборов, техники, применяемой в отраслевых исследованиях.	Знать: перспективные направления научных исследований в отрасли. Уметь: использовать экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. Владеть: навыками работы с системой приборов и техникой, применяемой в

	ОПК-2.3. Адекватно оценивает и грамотно представляет результаты исследований.	отраслевых исследованиях
ПК-5. Способен выявлять причины брака в производстве изделий машиностроения высокой сложности и разрабатывать рекомендаций по его предупреждению	ПК-5.1. Анализирует режимы работы технологического оборудования и технологической оснастки, а также параметры реализуемых технологических процессов изготовления деталей высокой сложности с целью выявления причин возникновения дефектов. ПК-5.2. Формирует технологические решения, направленные на повышение точности изготовления деталей высокой сложности. ПК-5.3. Выявляет и анализирует причины возникновения дефектов изготовления изделий высокой сложности.	Знать: оптимальные режимы работы технологического оборудования и оснастки, параметры реализуемых технологических процессов изготовления деталей. Уметь: применять технологические решения, направленные на повышение точности изготовления деталей Владеть: навыками устранения причины возникновения дефектов изготовления изделий высокой сложности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.) Очная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед) 3 сем
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	65
Лекции	26
Семинарские занятия	-
Практические занятия	39
Лабораторные работы	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-
Самостоятельная работа студента (всего)	79
Форма аттестации	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Цели и задачи эксперимента

Классификация экспериментов. Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных исследований. Классификация задач эксперимента. Параметры оптимизации. Факторы.

Тема 2. Измерение физических величин

Физические величины. Основные понятия теории измерений. Методы измерений. Погрешности измерений. Математическая модель формирования результата и погрешности измерения. Правила и формы представления результатов измерений.

Тема 3. Элементы математической статистики

Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин. Выборка и ее характеристики. Проверка статистических гипотез. Проверка гипотезы о законе распределения. Пример проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных. Проверка параметрических гипотез

Тема 4. Элементы дисперсионного анализа

Общие сведения. Пример применения однофакторного дисперсионного анализа

Тема 5. Регрессионный анализ

Понятие о статистической связи. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция. Статистическое изучение корреляционной связи. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность и нормальность распределения. Исключение из массива первичной информации промахов.

Тема 6. Понятие о корреляционной связи

Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками. Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Построение модели связи. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.

Тема 7. Многофакторные эксперименты

Полный факторный эксперимент. Общие сведения. Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента. Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии параллельных опытов, воспроизводимости эксперимента.

Тема 8. Дробный факторный эксперимент

Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости. Проверка адекватности модели. Общие сведения. Планирование дробных факторных экспериментов. Пример применения планов первого порядка

Тема 9. Планы второго порядка

Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка. Критерии оптимальности планов.

Тема 10. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий

Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика. Симплексный метод планирования.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов
1	Классификация экспериментов. Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных	2

	исследований. Основные понятия теории измерений.	
2	Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин. Выборка и ее характеристики. Проверка статистических гипотез	2
3	Понятие о статистической связи. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция	2
4	Статистическое изучение корреляционной связи. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность и нормальность распределения.	2
5	Элементы дисперсионного анализа. Понятие о статистической связи. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция.	2
6	Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.	2
7	Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Построение модели связи. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.	2
8	Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.	2
9	Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Построение модели связи. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.	2
10	Полный факторный эксперимент. Общие сведения. Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента.	2
15	Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии параллельных опытов, воспроизводимости эксперимента .	2
11	Дробный факторный эксперимент. Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости. Проверка адекватности модели.	2
12	Общие сведения. Планирование дробных факторных экспериментов. Пример применения планов первого порядка. Ротатабельные планы второго порядка.	2
13	Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика.	2
Всего		26

4. 3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов
1	Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных исследований.	2
2	. Факторы. Физические величины. Основные понятия теории измерений.	2
3	. Выборка и ее характеристики. Проверка статистических гипотез	2
4	Проверка гипотезы о законе распределения. экспериментальных данных. Проверка параметрических гипотез	2
5	Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция. .	2
6	Статистическое изучение корреляционной связи. Исключение из массива первичной информации промахов	2
7	Элементы дисперсионного анализа. Общие сведения. Пример применения однофакторного дисперсионного анализа	2
8	Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция.	2
9	Статистическое изучение корреляционной связи. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность.	2

10	Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.	2
11	Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности.. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.	2
12	Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.	2
13	Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.	2
14	Полный факторный эксперимент. Общие сведения. Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента.	2
15	Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии.	2
16	Дробный факторный эксперимент. Расчет коэффициентов регрессии. Проверка адекватности модели.	2
17	Общие сведения. Планирование дробных факторных экспериментов. Пример применения планов первого порядка.	2
18	Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка.	2
19	Ротатабельные планы второго порядка. Критерии оптимальности планов.	2
20	Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика.	1
Всего		39

4.5. Лабораторные работы (не предусмотрены)

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов
1	Подготовка к практическим занятиям	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к практическим занятиям и зачету	36
2	Классификация экспериментов. Классификация задач эксперимента		4
3	Понятие о статистической связи		4
4	Статистическое изучение корреляционной связи. . Парная линейная корреляция		4
5	Математическая модель формирования результата и погрешности измерения		4
6	Проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных. Проверка параметрических гипотез		4
7	Сбор первичной информации, проверка ее на однородность и нормальность распределения. Исключение из массива первичной информации промахо		4
8	Построение модели связи. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа		4
9	Планирование дробных факторных эксперименто		4
10	Композиционные планы. Ортогональные планы второго порядка.		4

Всего	79
-------	----

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. ГОСТ Р 50.1.040-2002 Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения
2. Реброва И.А.Р 31 Планирование эксперимента: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2010. – 105 с.

Григорьев Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: Учебное пособие. — СПб: Издательство «Лань», 2015. — 320 с.

б) дополнительная литература:

1. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, А.П. Прошин, Ю.А. Соколова ; под ред. д-ра техн. наук, проф. А.М. Данилова. - М.: Издательство «Палеотип», 2005. - 272 с.
 2. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. — Минск: [Изд-во БГУ](#), 1982. — 302 с.
 3. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сагдеев Д.И.- Казань: Издательство КНИТУ, 2016. Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220109.html>
- Математические расчетные системы MathCAD, Excel

в) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/sys/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с

Программное обеспечение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Функциональное программное обеспечение		
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых
в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-2.	Владеть способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Анализирует тенденции современной науки, определяет перспективные направления научных исследований в отрасли; использует экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. ОПК-2.2. Использует современные методы научного исследования в предметной сфере отрасли; управляет работой системой приборов, техники, применяемой в отраслевых исследованиях. ОПК-2.3. Адекватно оценивает и грамотно представляет результаты исследований.	Тема 1. Цели и задачи эксперимента Тема 2. Измерение физических величин Тема 3. Элементы математической статистики Тема 5. Регрессионный анализ Тема 6. Понятие о корреляционной связи Тема 7. Многофакторные эксперименты Тема 9. Планы второго порядка Тема 10. Планирование эксперимента при поиске оптимальных результатов	3

2	ПК-5	Владеть способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей	ПК-5.1. Анализирует режимы работы технологического оборудования и технологической оснастки, а также параметры реализуемых технологических процессов изготовления деталей высокой сложности с целью выявления причин возникновения дефектов. ПК-5.2. Формирует технологические решения, направленные на повышение точности изготовления деталей высокой сложности. ПК-5.3. Выявляет и анализирует причины возникновения дефектов изготовления изделий высокой сложности.	Тема 1. Цели и задачи эксперимента Тема 2. Измерение физических величин Тема 3. Элементы математической статистики Тема 5. егрессионный анализ Тема 6. Понятие о корреляционной связи Тема 7. Многофакторные эксперименты Тема 9. Планы второго порядка Тема 10. Планирование эксперимента при поиске оптимальных результатов	
---	------	---	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-3 Владеть способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Анализирует тенденции современной науки, определяет перспективные направления научных исследований в отрасли; использует экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности.	Знать: перспективные направления научных исследований в отрасли. Уметь: использовать экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности. Владеть: навыками работы с системой приборов и техникой, применяемой в	Темы 1...10	Вопросы для комбинированного текущего и модульного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, зачет
		ОПК-2.2. Использует современные методы научного исследования в предметной сфере отрасли; управляет работой системой приборов, техники, применяемой в отраслевых исследованиях.	Знать: перспективные направления научных исследований в отрасли. Уметь: использовать экспериментальные и теоретические исследования в профессиональной деятельности.		
		ОПК-2.3. Адекватно оценивает и грамотно представляет результаты исследований.	Владеть: навыками работы с системой приборов и техникой, применяемой в отраслевых исследованиях		

2	ПК-5 Владеть способностью проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей	ПК-5.1. Анализирует режимы работы технологического оборудования и технологической оснастки, а также параметры реализуемых технологических процессов изготовления деталей высокой сложности с целью выявления причин возникновения дефектов.	Знать: оптимальные режимы работы технологического оборудования и оснастки, параметры реализуемых технологических процессов изготовления деталей. Уметь: применять технологические решения, направленные на повышение точности изготовления деталей Владеть: навыками устранения причины возникновения дефектов изготовления изделий высокой сложности.	Темы 1...10	Вопросы для комбинированного текущего и модульного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, зачет
		ПК-5.2. Формирует технологические решения, направленные на повышение точности изготовления деталей высокой сложности.			
		ПК-5.3. Выявляет и анализирует причины возникновения дефектов изготовления изделий высокой сложности.			

**Фонды оценочных средств
по дисциплине «Планирование эксперимента и обработка
экспериментальных данных»**

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

Вопросы для текущего и модульного контроля 1:

1. Дайте определение физической величины.
2. Перечислите основные типы физических величин. Дайте характеристику каждому типу.
3. Перечислите методы измерений. Дайте характеристику каждому методу.

4. Что называют погрешностью измерений?
5. Классификация погрешностей по форме количественного выражения.
6. Классификация погрешностей по характеру их поведения во времени.
7. Классификация погрешностей по причине возникновения.
8. Математическая модель результата измерения.
9. Математическая модель погрешности измерения.
10. Что называют факторами, областью определения факторов?
11. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика?
12. Виды математических моделей.
13. Перечислите этапы проведения экспериментальных исследований. 9.
Перечислите основные задачи эксперимента.
14. Как правильно должен быть представлен результат измерений?
15. Сформулируйте правила округления числовых значений результата измерения.
16. Что называют функцией и плотностью распределения случайной величины?
17. Дайте определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.
18. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
19. Дайте определения генеральной совокупности, выборки.
20. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества.
21. Интервальная оценка и доверительный интервал.
22. Что называют статистической гипотезой? Параметрические и непараметрические гипотезы.
23. Почему основную гипотезу называют нулевой?
24. Что называют уровнем значимости и областью принятия гипотезы?
25. Дайте определение статистического критерия. Что называют мощностью критерия?
26. Перечислите этапы проверки гипотезы.
27. Что относят к ошибкам первого и второго рода и какова вероятность их совершить?
28. Задача, решаемая при проверке гипотезы о законе распределения.
29. Какие статистические критерии применяются при проверке параметрических гипотез?
30. Основные гипотезы о выборочных средних, порядок их проверки.
31. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез.
32. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе.
33. Дайте характеристику межгрупповой и внутригрупповой дисперсии.
34. Чем обусловлена вариация групповых средних вокруг общего среднего?
35. Что называют дисперсионным отношением?
36. Какое вероятностное распределение применяют для проверки гипотезы в дисперсионном анализе? Перечислите его числовые характеристики.
37. Дайте определение статистической и функциональной связи.
38. Что называют корреляционной связью?
39. Перечислите причины возникновения корреляционной связи между

признаками.

40. Какие задачи решает корреляционно-регрессионный анализ?
41. В чем заключается суть метода наименьших квадратов?
42. Практическое значение парной линейной корреляции.

Вопросы для текущего и модульного контроля 2:

1. Что называют уравнением регрессии?
2. Дайте определение коэффициента корреляции.
3. Перечислите основные этапы изучения корреляционной зависимости. Какие задачи решаются на каждом этапе?
4. Как зависит число опытов от вида принимаемой математической модели?
5. Чем можно объяснить широкое распространение полиномиальных моделей?
6. Дайте определение полного факторного эксперимента.
7. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
8. Что называют кодированием факторов? Зачем его проводят?
9. Геометрическое представление планов типа 2^k .
10. Как происходит формирования матрицы планирования экспериментов?
11. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента. 1
12. Что называют рандомизацией опытов? Зачем ее проводят?
13. Какие опыты называют параллельными?
14. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов?
15. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента?
16. Как оценить ошибку эксперимента?
17. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии?
18. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента?
19. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка?
20. Как определяется число возможных взаимодействий факторов?
21. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии?
22. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии?
23. Что называют дробным факторным экспериментом?
24. Дайте определение дробной реплики полного факторного эксперимента.
25. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.
26. Какие планы называют насыщенными?
27. Что называют генерирующим соотношением и определяющим контрастом?
28. Дайте определение параметра оптимизации.
29. Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
30. Что называют обобщённым параметром оптимизации?
31. Назначение шкалы желательности. Изобразите кривую желательности.
32. Требования, предъявляемые к факторам.
33. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов?
34. Какие ограничения необходимо учитывать при выборе интервала варьирования?

35. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов?
36. Дайте определение факторного пространства.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Формой промежуточного контроля по итогам освоения практической части образовательного модуля «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных» является письменный отчет по выполненным практическим занятиям.

Перечень практических работ (занятий):

1. Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных исследований.
2. Факторы. Физические величины. Основные понятия теории измерений.
3. Выборка и ее характеристики. Проверка статистических гипотез
4. Проверка гипотезы о законе распределения. экспериментальных данных. Проверка параметрических гипотез
5. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция. .
6. Статистическое изучение корреляционной связи. Исключение из массива первичной информации промахов
7. Элементы дисперсионного анализа. Общие сведения. Пример применения однофакторного дисперсионного анализа
8. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция.
9. Статистическое изучение корреляционной связи. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность.
10. Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.
11. Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.
12. Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.

13. Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.
14. Полный факторный эксперимент. Общие сведения. Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента.
15. Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии.
16. Дробный факторный эксперимент. Расчет коэффициентов регрессии. Проверка адекватности модели.
17. Общие сведения. Планирование дробных факторных экспериментов. Пример применения планов первого порядка.
18. Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка.
19. Ротатабельные планы второго порядка. Критерии оптимальности планов.
20. Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика

Перечень тем рефератов:

1. Классификация экспериментов. Классификация задач эксперимента
2. Понятие о статистической связи. Статистическое изучение корреляционной связи. Парная линейная корреляция
3. Математическая модель формирования результата и погрешности измерения
4. Проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных. Проверка параметрических гипотез
5. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность и нормальность распределения.
6. Исключение из массива первичной информации промахов
7. Построение модели связи.
8. Примеры применения корреляционно-регрессионного анализа
9. Планирование дробных факторных экспериментов

Вопросы к зачету:

1. Математическая модель объекта исследования. Основные этапы проведения экспериментальных исследований.
2. Факторы. Физические величины. Основные понятия теории измерений.
3. Выборка и ее характеристики. Проверка статистических гипотез
4. Проверка гипотезы о законе распределения. экспериментальных данных. Проверка параметрических гипотез
5. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция. .
6. Статистическое изучение корреляционной связи. Исключение из массива первичной информации промахов
7. Элементы дисперсионного анализа. Общие сведения. Пример применения однофакторного дисперсионного анализа

8. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция.
9. Статистическое изучение корреляционной связи. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность.
10. Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.
11. Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности.. Пример применения корреляционно-регрессион-ного анализа.
12. Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками.
13. Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Пример применения корреляционно-регрессионного анализа.
14. Полный факторный эксперимент. Общие сведения. Кодирование факторов. Матрицы планирования эксперимента.
15. Рандомизация опытов. Проведение эксперимента. Проверка однородности дисперсии.
16. Дробный факторный эксперимент. Расчет коэффициентов регрессии. Проверка адекватности модели.
17. Общие сведения. Планирование дробных факторных экспериментов. Пример применения планов первого порядка.
18. Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка.
19. Ротатабельные планы второго порядка. Критерии оптимальности планов.
20. Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
практические работы, рефераты, зачет

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)