

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 обработки металлов давлением и сварки



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Могильная Е.П.

(подпись)

« 18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы научных исследований» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – ___ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы научных исследований» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Муховатый А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки «11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

обработки металлов давлением и сварки А.С.С. Стоянов А.А.

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

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института _____
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики В.С.С. Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

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

Целью изучения дисциплины «Основы научных исследований» является:

- обеспечение формирования у обучающихся теоретических знаний в области современного состояния и выполнения научных исследований;
- понимания направлений развития научных исследований в области их профильной направленности.

Задача изучения дисциплины «Основы научных исследований» являются:

- ознакомление студентов со спецификой научных исследований, методикой выполнения научно-исследовательских работ;
- оформления отчетов по НИР;
- планирования и проведения экспериментов;
- выполнения аппроксимации экспериментальных данных и анализа полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Основы научных исследований» относится к базовой части общеобразовательного цикла. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач; основные понятия и методы решения оптимизационных задач; основные направления развития современной науки и техники, умения выполнять расчеты с применением современных технических средств; использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, навыки систематизации информации.

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина, являются: «Высшая математика», «Материаловедение», «Технология и оборудование сварки плавлением».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов в профессиональной деятельности; ОПК-1.2. Уметь: применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и	Знать: основные логические методы и приемы научного исследования, методологические теории и принципы современной науки, базис современных компьютерных технологий, критерии зависимости признаков и однородности данных, критерии значимости параметров, принципы выбора наиболее

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	прикладного характера в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеть: терминологией и понятийным аппаратом в области метрологии, стандартизации и сертификации при изготовлении машиностроительных изделий и демонстрирует навыки назначения необходимых точностных требований к размерам деталей для основных соединений, используемых в машиностроении.	мощных критериев; основы патентных исследований; порядок нахождения прототипов. Уметь: выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты; применять методы для решения задач проектирования современной технологии машиностроения; осуществлять методологическое обоснование научного исследования, оценить эффективность научной деятельности, использовать сетевые технологии и мультимедиа в образовании и науке; выбирать параметры критериев в зависимости от требований к качеству продукции и издержек производства, сформулировать задачу исследования, выявлять функции распределения, обосновывать параметры критерия; Владеть: навыками применения современного математического инструментария для решения задач в профессиональной деятельности; умением оценивать результаты измерений; математическими методами и программными средствами; логико-методологическим анализом научного исследования и его результатов, применением математических методов в технических приложениях, осуществлением патентного поиска, планированием

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
		научного эксперимента, навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, навыками сотрудничества и ведения переговоров.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	36	8
Лекции	24	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	12	2
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	72	100
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общие вопросы научных исследований

Основные этапы научных исследований. Методология, методика и методы научных исследований. Методология научных исследований. Методика и план-программа научных исследований. Методы научных исследований. Общенаучные методы. Математическое моделирование.

Тема 2. Экспериментальные исследования

Ошибки эксперимента. Виды экспериментов. Планирование эксперимента. Основные понятия и термины. Объект исследования и его математическая модель. Требования к откликам и факторам. План эксперимента. Определение математических моделей методом наименьших квадратов (МНК). МНК для функции одной переменной. МНК для линейной функции нескольких переменных. МНК для ортогональных планов.

Тема 3. Ортогональные планы многофакторных экспериментов

Ортогональные планы первого порядка. Полный факторный эксперимент ПФЭ $2m$. Дробный факторный эксперимент ДФЭ $2m-q$. Ортогональные планы второго порядка.

Тема 4. Ротатабельные планы второго порядка

Тема 5. Реализация ортогональных планов

Проведение экспериментальных исследований. Оценка однородности эксперимента. Оценка точности и статистической значимости результатов исследований. Оценка статистической значимости коэффициентов и адекватности математической модели. Пример статистического анализа результатов многофакторного эксперимента. Способы повышения точности математической модели.

Тема 6. Оформление результатов научных исследований

Формы научной продукции. Требования к оформлению документов. Рекомендации по оформлению материалов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Общие вопросы научных исследований	4	2
2	Тема 2. Экспериментальные исследования	6	2
3	Тема 3. Ортогональные планы многофакторных экспериментов	6	
4	Тема 4. Ротатабельные планы второго порядка		-
5	Тема 5. Реализация ортогональных планов	4	-
6	Тема 6. Оформлнение результатов научных исследований	4	2
Итого:		24	6

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Структура, предмет и задачи курса «Основы научных исследований»	2	-
2	Тема 2. Экспериментальные исследования	2	-
3	Тема 3. Метод наименьших квадратов	2	-
4	Тема 4. Полный факторный эксперимент	6	2
Итого:		12	2

4.5. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Ортогональные планы первого порядка	Выполнение домашнего задания	10	10
2	Полный факторный эксперимент ПФЭ 2^m		10	60
10	Метод наименьших квадратов для ортогональных планов	Выполнение домашнего задания	20	10
11	Метод наименьших квадратов для линейной функции нескольких		26	20

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
	переменных			
Итого:			66	100

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины 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 и практическим занятиям;
- 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: самостоятельная работа и технология развивающего обучения.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Раскатов, Е. Ю. Основы научных исследований и моделирования металлургических машин : [учеб. пособие] / Е. Ю. Раскатов, В. А. Спиридонов ; [науч. ред. В. С. Паршин] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 468 с.
2. Бурда А. Г. Основы научно-исследовательской деятельности : учеб. пособие (курс лекций) / А. Г. Бурда; Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2015. – 145 с.
3. Радоуцкий, В.Ю. Основы научных исследований: учеб. пособие / В.Ю. Радоуцкий, В.Н. Шульженко, Е.А. Носатова; под ред. В.Ю. Радоуцкого. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.-133с.

б) дополнительная литература:

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1971. – 282 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. – 10-е изд., стер.– М.: Высшая школа, 2004. – 479с.
3. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие. – 8-е изд., стер.– М.: Высшая школа, 2003. – 405с.

4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности). – М.: Легкая индустрия, 1974. – 262 с.

в) электронные библиотечные системы и ресурсы:

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

2. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahlniver.ru/>

3. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Основы научных исследований» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
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

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине

«Основы научных исследований»

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-1	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов в профессиональной деятельности; ОПК-1.2. Уметь: применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеть: терминологией и понятийным аппаратом в области метрологии, стандартизации и сертификации при	Тема 1. Общие вопросы научных исследований	7
				Тема 2. Экспериментальные исследования	7
				Тема 3. Ортогональные планы многофакторных экспериментов	7
				Тема 4. Ротатабельные планы второго порядка	7
				Тема 5. Реализация ортогональных планов	
				Тема 6. Оформление результатов научных исследований	7

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
			изготовлении машиностроительных изделий и демонстрирует навыки назначения необходимых точностных требований к размерам деталей для основных соединений, используемых в машиностроении.		

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-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов в профессиональной деятельности; ОПК-1.2. Уметь: применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеть: терминологией и понятийным аппаратом в области метрологии,	Знать: основные логические методы и приемы научного исследования, методологические теории и принципы современной науки, базис современных компьютерных технологий, критерии зависимости признаков и однородности данных, критерии значимости параметров, принципы выбора наиболее мощных критериев; основы патентных исследований; порядок нахождения	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6.	Задание к практическим занятиям, вопросы к экзамену

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируе мые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
		стандартизации и сертификации при изготовлении машиностроительных изделий и демонстрирует навыки назначения необходимых точностных требований к размерам деталей для основных соединений, используемых в машиностроении.	прототипов. Уметь: выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты; применять методы для решения задач проектирования современной технологии машиностроения; осуществлять методологическое обоснование научного исследования, оценить эффективность научной деятельности, использовать сетевые технологии и мультимедиа в образовании и науке; выбирать параметры критериев в зависимости от требований к качеству продукции и издержек производства, сформулировать задачу исследования, выявлять функции распределения, обосновывать параметры критерия. Владеть: навыками применения современного		

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируе мые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
			математического инструментария для решения задач в профессиональной деятельности; умением оценивать результаты измерений; математическими методами и программными средствами; логико- методологическим анализом научного исследования и его результатов, применением математических методов в технических приложениях, осуществлением патентного поиска, планированием научного эксперимента, навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, навыками сотрудничества и ведения переговоров.		

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Основы научных исследований»**

Задание для практических занятий

Целью задания является приобретение навыков в обработке результатов экспериментов, поставленных по одному из методов теории планирования эксперимента: построение математической модели зависимости изучаемого параметра от влияющих на него факторов, проверка полученной модели на

адекватность и ее анализ. Задание выполняется в процессе изучения дисциплины.

В качестве исходных данных представлены диапазоны трех независимых факторов и для них были поставлены эксперименты по плану ПФЭ 2^3 . Для данных факторов необходимо построить уравнение регрессии, учитывая взаимодействия факторов, проверить полученную модель на адекватность и произвести ее интерпретацию.

Варианты заданий

Вариант 1

Диапазоны факторов:

$z_1: z_1^- = 4, z_1^+ = 7;$

$z_2: z_2^- = 7, z_2^+ = 9;$

$z_3: z_3^- = 7, z_3^+ = 10.$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	-	-	0,45	0,46	0,45
2	+	-	-	0,41	0,41	0,41
3	-	+	-	0,44	0,44	0,44
4	+	+	-	0,42	0,43	0,44
5	-	-	+	0,44	0,45	0,44
6	+	-	+	0,378	0,374	0,376
7	-	+	+	0,38	0,385	0,384
8	+	+	+	0,33	0,33	0,3

Вариант 2

Диапазоны факторов:

$z_1: z_1^- = 4, z_1^+ = 7;$

$z_2: z_2^- = 7, z_2^+ = 9;$

$z_3: z_3^- = 7, z_3^+ = 10.$

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	-	-	0,27	0.26	0.25
2	+	-	-	0,24	0.24	0.23
3	-	+	-	0,26	0,26	0,26
4	+	+	-	0,172	0.176	0.18
5	-	-	+	0,27	0.28	0.26
6	+	-	+	0,262	0.265	0.263
7	-	+	+	0,236	0,235	0,239
8	+	+	+	0,17	0,17	0,17

Вариант 3

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 3$, $z_1^+ = 6$;

z_2 : $z_2^- = 2$, $z_2^+ = 4$;

z_3 : $z_3^- = 5$, $z_3^+ = 7$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	-	-	1,23	1.24	1.25
2	+	-	-	0,803	0.802	0.805
3	-	+	-	0,98	0,99	0,97
4	+	+	-	0,474	0.476	0.475
5	-	-	+	0,27	0.28	0.26
6	+	-	+	0,926	0.926	0.918
7	-	+	+	0,49	0,49	0,49
8	+	+	+	0,694	0,692	0,696

Вариант 4

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 12$, $z_1^+ = 20$;

z_2 : $z_2^- = 3 \cdot 10^4$, $z_2^+ = 5 \cdot 10^4$;

z_3 : $z_3^- = 140$, $z_3^+ = 160$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	1,2	1,15	1,25
2	+	+	-	1,25	1,3	1,35
3	+	-	+	1,15	1,05	1,1
4	+	-	-	1,18	1,2	1,22
5	-	+	+	0,87	0,93	0,9
6	-	+	-	1,4	1,35	1,45
7	-	-	+	0,9	0,95	0,85
8	-	-	-	1,3	1,28	1,32

Вариант 5

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 12$, $z_1^+ = 20$;

z_2 : $z_2^- = 3 \cdot 10^4$, $z_2^+ = 5 \cdot 10^4$;

z_3 : $z_3^- = 140$, $z_3^+ = 160$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	4	3,9	4,1
2	+	+	-	4,6	4,4	4,5
3	+	-	+	3,5	3,6	3,4
4	+	-	-	3,3	3,7	3,5
5	-	+	+	3,1	3	2,9
6	-	+	-	4,7	4,5	4,3
7	-	-	+	3,2	3	2,8
8	-	-	-	3,8	4,2	4

Вариант 6

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 7$, $z_1^+ = 13$;

z_2 : $z_2^- = 120$, $z_2^+ = 150$;

z_3 : $z_3^- = 6$, $z_3^+ = 12$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	20	20,4	20,6
2	+	+	-	23,9	23,4	23,5
3	+	-	+	24	24,2	24,6
4	+	-	-	25,2	24,1	24,8
5	-	+	+	28,2	29,3	29,5
6	-	+	-	30,1	31,4	30,3
7	-	-	+	30,2	29,1	30,4
8	-	-	-	31	30,5	30

Вариант 7

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 1,3$, $z_1^+ = 91,3$;

z_2 : $z_2^- = 0$, $z_2^+ = 98$;

z_3 : $z_3^- = 30$, $z_3^+ = 90$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	+	+	93	94	95
2	-	+	-	95,7	95,9	95,9
3	-	-	+	78,5	79,3	79,5
4	-	-	-	88	88,1	88,3
5	+	+	+	95,4	95,6	95,5
6	+	+	-	84	85,4	85,3
7	+	-	+	97	97	97
8	+	-	-	90	90,7	91,1

Вариант 8

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 1,3$, $z_1^+ = 91,3$;

z_2 : $z_2^- = 0$, $z_2^+ = 98$;

z_3 : $z_3^- = 30$, $z_3^+ = 90$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	-	+	+	73	74	75
2	-	+	-	77	77,6	78,5
3	-	-	+	83,5	83,8	82
4	-	-	-	88	87,6	87,5
5	+	+	+	65,5	66	66,5
6	+	+	-	85,2	84,2	84
7	+	-	+	80	80,2	81,2
8	+	-	-	90,3	89,3	89,2

Вариант 9

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = -5$, $z_1^+ = -70$;

z_2 : $z_2^- = 30$, $z_2^+ = 240$;

z_3 : $z_3^- = 20$, $z_3^+ = 100$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	-	+	53,6	53,4	55,1
2	+	+	+	51,7	51,9	52,3
3	-	+	+	47,5	47,9	46,3
4	-	-	+	48,8	48,6	49,6
5	+	+	-	48,2	48,6	47
6	+	-	-	49,5	49,1	49,4
7	-	-	-	49,2	48,8	50,1
8	-	+	-	50,7	50,3	51

Вариант 10

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = -5$, $z_1^+ = -70$;

z_2 : $z_2^- = 30$, $z_2^+ = 240$;

z_3 : $z_3^- = 20$, $z_3^+ = 100$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	43,6	43,4	44,6
2	+	-	+	49,4	49	48,5
3	-	-	+	52,6	52,8	53,2
4	-	+	+	53,8	53	54,8
5	+	-	-	51,2	52	51,6
6	+	+	-	50,5	51,7	49,8
7	-	+	-	45,2	45,8	45,6
8	-	-	-	52,7	52,3	51,8

Вариант 11

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 20$, $z_1^+ = 80$;

z_2 : $z_2^- = 60$, $z_2^+ = 300$;

z_3 : $z_3^- = 2$, $z_3^+ = 8$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	7,4	7,3	7,5
2	-	+	+	10,4	10,6	10,8
3	+	-	+	10,2	10,3	10,1
4	-	-	+	7,4	7,5	7,6
5	+	+	-	16,8	17	17,2
6	-	+	-	10,8	11,2	11
7	+	-	-	9,3	9,5	9,4
8	-	-	-	10,2	10,3	10,1

Вариант 12

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 20$, $z_1^+ = 80$;

z_2 : $z_2^- = 60$, $z_2^+ = 300$;

z_3 : $z_3^- = 2$, $z_3^+ = 8$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	8	7,6	7,8
2	-	+	+	5,9	6,3	6
3	+	-	+	5,8	6	5,7
4	-	-	+	6	5,98	6,02
5	+	+	-	7,5	7,6	7,7
6	-	+	-	5,3	5,5	5,4
7	+	-	-	8,7	8,9	8,8
8	-	-	-	4,19	4,2	4,21

Вариант 13

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 180$, $z_1^+ = 220$;

z_2 : $z_2^- = 25$, $z_2^+ = 35$;

z_3 : $z_3^- = 1,5$, $z_3^+ = 3$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	408	404	388
2	-	+	+	312	304	306
3	+	-	+	328	336	330
4	-	-	+	281	265	274
5	+	+	-	650	646	666
6	-	+	-	538	556	540
7	+	-	-	607	621	628
8	-	-	-	552	542	528

Вариант 14

Диапазоны факторов:

z_1 : $z_1^- = 180$, $z_1^+ = 220$;

z_2 : $z_2^- = 25$, $z_2^+ = 35$;

z_3 : $z_3^- = 1,5$, $z_3^+ = 3$.

Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Изучаемые факторы			Результаты опытов		
	Z_1	Z_2	Z_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	508	504	588
2	-	+	+	212	254	226
3	+	-	+	380	360	370
4	-	-	+	280	260	290
5	+	+	-	850	845	860
6	-	+	-	638	656	640
7	+	-	-	850	748	728
8	-	-	-	652	642	598

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –

Задание к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	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.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к экзамену

1. Приведите основные этапы научных исследований.
2. Изложите сущность научной методологии, методики и методов.
3. Назовите категории и классификацию научных методов.
4. Приведите пример составления план-программы научных исследований.
5. Изложите суть методов: аксиоматического, анализа и синтеза, индукции и дедукции, обобщения, абстрагирования, моделирования.
6. Изложите особенности метода многофакторного математического моделирования.
7. Изложите назначение и особенности математических методов теории планирования многофакторных экспериментов.
8. Изложите понятия опыта, эксперимента и назовите их виды.
9. Изложите основные понятия и термины теории планирования эксперимента.
10. Сформулируйте определение процедуры планирования эксперимента и требования предъявляемые к объекту исследования, факторам, откликам и математической модели.
11. Приведите план m -факторного эксперимента из n опытов.
12. Назовите критерии аппроксимации, используемые при построении

математических моделей.

13. Изложите суть метода наименьших квадратов и приведите примеры его применения для функций с одной и несколькими переменными.

14. Изложите особенности применения метода наименьших квадратов для ортогональных планов.

15. Изложите способы повышения точности математических моделей и приведите примеры.

16. Назовите отличительные особенности процесса обработки ортогонального эксперимента.

17. Назовите требования, предъявляемые к математической модели.

18. Сформулируйте назначение и особенности ортогональных планов и интерполяционных экспериментов.

19. Дайте определение полного факторного эксперимента ПФЭ 2_m и приведите примеры их построения и проведения многофакторного эксперимента при $m = 3$ и $m = 5$.

20. Изложите требования, предъявляемые к планам ПФЭ 2_m .

21. Для чего и как проводится кодирование факторов? Примеры.

22. Изложите методику построения математических моделей первого порядка на основе планов ПФЭ 2_m и дробного плана ДФЭ 2_{m-q} .

23. Приведите методику построения математических моделей второго порядка на основе планов ОЦКП и ДОЦКП.

24. Изложите особенности экспериментов ДФЭ 2_{m-q} и ДОЦКП.

25. Изложите особенности построения униформ-ротатабельных композиционных планов второго порядка (УРКП) и проведения исследований на их основе и приведите примеры.

26. Составьте матрицу УРКП второго порядка при $m = 2$.

27. Приведите формулы для определения коэффициентов математических моделей на основе планов УРКП.

28. Как определяется число опытов и значения звездных плеч для планов УРКП?

29. В чем отличие планов ОЦКП от планов УРКП?

30. Какие планы могут выбираться в качестве ядра плана УРКП?

31. Приведите примеры построения планов УРКП при $m = 4$ и $m = 5$.

32. Изложите основные этапы проведения экспериментальных многофакторных исследований на основе теории планирования эксперимента.

33. Как проводится выбор функций отклика и влияющих на них факторов?

34. Как осуществляется выбор вида искомой математической модели?

35. Приведите примеры выбора уровней факторов и интервалов их варьирования для планов ПФЭ 2_m и ОЦКП.

36. Изложите процедуру кодирования факторов для планов ПФЭ 2_m и ОЦКП.

37. Составьте таблицу натуральных и соответствующих им кодированных значений факторов для планов ПФЭ 2_m при $m=3$ и ОЦКП при $m=3$.

38. Приведите пример матрицы планирования эксперимента ПФЭ 2_7 .

39. Постройте план эксперимента ОЦКП второго порядка при $m=5$.

40. Как производится определение экспериментальных значений функции отклика и для чего дублируют опыты?
41. Для чего и как производится рандомизация опытов?
42. Как производится расчет коэффициентов математической модели?
43. Приведите и объясните алгоритм обработки плана ПФЭ_{2^m}.
44. Приведите алгоритм обработки плана ДФЭ_{2^{m-q}} и расчета коэффициентов.
45. Составьте алгоритм обработки плана ОЦКП и ДОЦКП.
46. Изложите порядок статистической обработки результатов многофакторных исследований, проведенных на основе плана.
47. Как определить дисперсии воспроизводимости и адекватности?
48. Как определить однородность дисперсии?
49. Для чего используются статистические критерии Фишера, Кохрена, Стьюдента?
50. Как проводится проверка адекватности математической модели?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

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)