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 цифровых технологий и машин в литейном производстве

УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий и
инженерной механики _____
Могильная Е.П.
«18» 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Организация и планирование эксперимента»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение

Магистерская программа: «Техника и технология машиностроительного и художественного литья»

Луганск- 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Организация и планирование эксперимента» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – 21 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Организация и планирование эксперимента» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.08.2020 № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:
ст. преподаватель Шинкарева Т.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровых технологий и машин в литейном производстве «11» 04 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой цифровых
технологий и машин в литейном производстве _____ Свинороев Ю.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 _____ Ясуник С.Н.

© Шинкарева Т.А., 2023 год
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины «Организация и планирование эксперимента» является получение студентами теоретических и практических знаний в подготовке и проведении экспериментальных исследований. Задачи:

– изучение отечественного и зарубежного опыта проведения научных исследований;

– изучения особенностей планирования эксперимента и разработки методологической базы;

– формирования умения строить аналитические модели применительно к литейным процессам и проводить статистическую обработку результатов эксперимента;

– формирования умения обрабатывать результаты экспериментальных исследований;

– формирование навыков проведения расчетов и визуализации результатов математического моделирования на ПК;

– формирование навыков математической обработки и планирования экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Организация и планирование эксперимента» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания общих положений организации, планирования и сфер применения научноисследовательских и опытно-конструкторских работ, умением планирования и организации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, навыками применения результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ в сфере литейного производства.

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных на предыдущих уровнях образования, и служит основой для выполнения магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов

ПК-4. Способность проводить научные исследования и опытноконструкторские разработки в литейном	ПК-4.3. Определяет сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	Знать: общие положения организации, планирования и сфер применения научноисследовательских и опытноконструкторских работ в литейном производстве;
		Уметь: планировать и организовывать научноисследовательские и опытно-
производстве		конструкторские работы в сфере литейного производства;
		Владеть: навыками применения результатов научноисследовательских и опытноконструкторских работ в сфере литейного производства.

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)	**144 (4,0 зач. ед)**	**144 (4,0 зач. ед)**
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	**75**	**10**
Лекции	15	2
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	60	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	**69**	**134**
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. **Эксперимент как предмет исследования.**

Основные понятия. Классификация видов экспериментальных исследований. Погрешности результатов исследований. Источники систематических погрешностей.

Тема 2. **Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.**

Вероятность случайных событий, их характеристики. Нормальный закон распределения. Свойства нормального закона распределения.

Тема 3. **Предварительная обработка экспериментальных данных.**

Вычисление характеристик эмпирических распределений. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Определение доверительных интервалов для исследуемых величин. Сравнение двух рядов наблюдений. Определение необходимого количества измерений. Проверка гипотезы нормального распределения. Преобразование распределений к нормальному.

Тема 4. **Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.**

Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.

Тема 5. **Оценка погрешностей результатов наблюдений.**

Оценка погрешностей определения величин функций. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей. Определение наивыгоднейших условий эксперимента.

Тема 6. **Методы планирования экспериментов. Логические основы.**

Основные определения и понятия. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планирование первого порядка. Планы второго порядка. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.

Тема 7. **Организация активного эксперимента.**

Общие положения. Планирование и критерии оптимальности планов эксперимента. Факторный эксперимент. Планы первого порядка. Планы второго порядка. Симметричные некомпозиционные квази-Д-оптимальные планы Песочинского. Принятие решений по планам второго порядка (планирование эксперимента).

Тема 8. **Организация эксперимента при моделировании многокомпонентных систем.**

Общие положения. Типы симплексных решёток и планов экспериментов для построения математических моделей 1-4 степеней. Формулы и правила расчёта коэффициентов моделей 1-4 степеней. Проверка адекватности математических моделей. Планирование эксперимента при исследовании свойств многокомпонентных систем в ограниченной области изменения концентраций компонентов. Построение изолиний изучаемых свойств на симплексе.

Тема 9. **Организация эксперимента при решении задач оптимизации.**

Формализация задач оптимизации технических систем (процессов). Методы поиска оптимальных условий работы технических систем. Аналитический поиск экстремума целевой функции. Численные методы поиска оптимума. Итерационные методы направленного поиска. Методы безградиентного многомерного поиска оптимума. Градиентные методы экспериментальной оптимизации.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Эксперимент как предмет исследования.	**1**	**1**
2	Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.	**1**	
3	Предварительная обработка экспериментальных данных.	**2**	
4	Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.	**2**	
5	Оценка погрешностей результатов наблюдений.	**2**	
6	Методы планирования экспериментов. Логические основы.	**2**	
7	Организация активного эксперимента.	**2**	
8	Организация эксперимента при моделировании многокомпонентных систем.	**2**	
9	Организация эксперимента при решении задач оптимизации.	**1**	**1**
Итого:		**15**	**2**

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Планирование эксперимента	6	**1**
2	Параметры оптимизации требования к ним	6	**1**
3	Градиентные методы оптимизации	6	**1**
4	Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки	6	**1**
5	Априорное ранжирование факторов	6	**1**
6	Матрица планирования эксперимента	6	**1**
7	Определение точности и надежности измерений	6	**1**
8	Проверка однородности дисперсий и расчет дисперсии воспроизводимости	6	
9	Расчет коэффициентов регрессии	4	
10	Проверка значимости коэффициентов регрессии	4	
11	Проверка адекватности уравнения	4	**1**
Итого:		**60**	**8**

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Эксперимент как предмет исследования.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации	**7**	**15**
2	Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.	по темам. Подготовка к зачету	**7**	**14**
3	Предварительная обработка экспериментальных данных.		**7**	**15**
4	Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.		**8**	**15**
5	Оценка погрешностей результатов наблюдений.		**8**	**15**
6	Методы планирования экспериментов. Логические основы.		**8**	**15**
7	Организация активного эксперимента.		**8**	**15**

8	Организация эксперимента при моделировании многокомпонентных систем.		**8**	**15**
9	Организация эксперимента при решении задач оптимизации.		**8**	**14**
Итого:			**69**	**134**

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Организация и планирование эксперимента» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Организация и планирование эксперимента» 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. Степанов П.Е., Планирование эксперимента : учеб. метод. пособие / П.Е. Степанов. - М. : МИСиС, 2017. - 22 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_230.html
(дата обращения: 25.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Зайцева О.Н., Организация практик и научно-исследовательской работы магистров : учебно-методическое пособие / О.Н. Зайцева, А.Н. Нуриев - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-2288-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222882.html

(дата обращения: 25.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Тазиева Р.Ф., Обработка экспериментальных данных. Ч.1 : учебное пособие : в 2 ч. / Р.Ф. Тазиева, А.Н. Титов - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 96 с. - ISBN 978-5-7882-2261-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222615.html

(дата обращения: 25.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

4. Медведев П.В., Математическое планирование эксперимента : учебное пособие / Медведев П.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 97 с. - ISBN 978-57410-1759-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017593.html (дата обращения: 25.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. Кулагина Т.А., Планирование и техника эксперимента : учеб. пособие / Кулагина Т. А. - Красноярск : СФУ, 2017. - 56 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/sfu002.html (дата обращения: 25.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

6. Планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. В. Сторчеус [и др.] ; Под ред. Ю. В. Сторчеуса. - Луганск : ЛНУ им. В.
Даля, 2017. - 118 с. (1 шт.)

б) дополнительная литература:

1. Коваленко А. А. Основы научных исследований (планирование экспериментов) [Текст] : монография / А. А. Коваленко, А. С. Роговой, Д. А. Семин ; М-во образования и науки Украины ; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск : [ВНУ им. В. Даля], 2010. - 210 с. (10 шт.)

2. Коваль В.С. Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Коваль. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 110 с.

3. Рафалес-Ламарка Э. Методология научно-технического исследования [Текст] : расширен.конспект лекций / Э. Рафалес-Ламарка ; Луг. маш. ин-т, каф. информ. и прикл. математики ; [отв. за вып. Л. И. Бойчук]. - Луганск : [Лугань], 1992. - 218 с. (4 шт.)

в) методическая литература:

1. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Организация и планирование эксперимента» *(для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 15.04.01. Машиностроение, 22.04.02. Металлургия)* / Сост. Гутько Ю.И., Шинкарева Т.А. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2023. - 19 с.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ / РЕКОМЕНДАЦИИ для самостоятельной работы по дисциплине «Организация и планирование эксперимента» для студентов по направлению подготовки 22.04.02 – Металлургия / Сост: Ю.И. Гутько, Т.А. Шинкарева. - Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2020. - 27 с.

г) интернет-ресурсы:

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

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

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/

ГОСТы и стандарты – https://standartgost.ru/

Российская Ассоциация Литейщиков – http://www.ruscastings.ru/

Электронные библиотечные системы и ресурсы

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

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

Справочная правовая система «Консультант Плюс» − Режим доступа: URL: https://www.consultant.ru/sys/

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: http://biblio.dahluniver.ru/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Организация и планирование эксперимента» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

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
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплейер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине «Организация и планирование эксперимента»

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	ПК-4.	Способность проводить научные исследования и опытноконструкторски е разработки в литейном производстве	ПК-4.3. Определяет сферы применения результатов научноисследовательски х и опытноконструкторских работ.	Тема 1. Эксперимент как предмет исследования.	1
				Тема 2. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.	
				Тема Предварительная обработка экспериментальны х данных.	
				Тема 4. Анал результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.	
				Тема 5. Оценка погрешностей результатов наблюдений.	
				Тема 6. Методы планирования экспериментов. Логические основы.	
				Тема Организация активного эксперимента.	
				Тема Организация эксперимента при моделировании многокомпонент ны х систем.	

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	ПК-4. Способность проводить научные исследовани я и опытноконструк торс кие разработки в литейном производстве	ПК-4.3. Определяет сферы применения результатов научноисследовательск их и опытноконструкторских работ.	Знать: общие положения организации, планирования и сфер применения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в литейном производстве; Уметь: планировать и организовывать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в сфере литейного производства; Владеть: навыками применения результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ в сфере литейного производства.	Тема 1. Эксперимент как предмет исследования. Тема 2. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики. Тема 3. Предварительная обработка экспериментальны х данных. Тема 4. Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости. Тема 5. Оценка погрешностей результатов наблюдений. Тема 6. Методы планирования экспериментов. Логические основы. Тема 7. Организация активного эксперимента. Тема 8.	Вопросы для комбинирова нного контроля усвоения теоретическо го материала (устно или письменно), задания к практическим занятиям; вопросы к контрольным работам, зачет.

				Организация эксперимента при моделировании многокомпонентн ых систем.	

Фонды оценочных средств по дисциплине «Основы научных исследований»

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

1. Классификация видов экспериментальных исследований.
2. Погрешности результатов исследований.
3. Нормальный закон распределения.

4. Предварительная обработка экспериментальных данных.
5. Определение доверительных интервалов для исследуемых величин.
6. Определение необходимого количества измерений.
7. Анализ результатов пассивного эксперимента.
8. Определение коэффициентов уравнения регрессии.
9. Определение тесноты связи между случайными величинами.
10. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ.
11. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.
12. Оценка погрешностей результатов наблюдений.
13. Методы планирования экспериментов.
14. Пример хорошего и плохого эксперимента.
15. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.
16. Организация активного эксперимента.
17. Факторный эксперимент.
18. Принятие решений по планам второго порядка (планирование эксперимента).
19. Организация эксперимента при моделировании многокомпонентных систем.
20. Проверка адекватности математических моделей.

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

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

Практические задания:

Планирование эксперимента

Цель практической работы: закрепление знаний, умений и навыков по решению задач с помощью теории планирования эксперимента.

– исследовать факторы с помощью литературных источников, дать их описание, характер влияния на исследуемый объект, методы и способы регулирования, измерения и т.д., учитывая все требования к факторам;

– изучить процесс влияния факторов на параметр оптимизации и, указанный в задании.

Параметры оптимизации и требования к ним

Цель работы: закрепление знаний, умений и навыков по выбору параметров оптимизации при изучении объекта исследования.

1 Внимательно изучить задание, дать понятие параметру оптимизации.

2 Определить пределы возможного варьирования и границы областей определения параметра оптимизации.

3 Установить единицу, способ и точность измерения параметра оптимизации.

Градиентные методы оптимизации

Цель практической работы: закрепление знаний, умений и навыков по решению задач с помощью градиентных методов оптимизации.

− изучить особенности применения градиентной оптимизации совместно с методами планирования экспериментов; − изучить выбор оптимального значения для линейной функции. Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки и др.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *«практическая работа»*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено 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	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не

	представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к контрольным работам:

1. Эксперимент как предмет исследования. Основные понятия.
2. Классификация видов экспериментальных исследований.
3. Погрешности результатов исследований. Источники систематических погрешностей.
4. Вероятность случайных событий, их характеристики.
5. Нормальный закон распределения. Свойства нормального закона распределения.
6. Предварительная обработка экспериментальных данных.
7. Вычисление характеристик эмпирических распределений.
8. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей.
9. Определение доверительных интервалов для исследуемых величин. Сравнение двух рядов наблюдений.
10. Определение необходимого количества измерений. Проверка гипотезы нормального распределения.
11. Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости.
12. Определение коэффициентов уравнения регрессии.
13. Определение тесноты связи между случайными величинами.
14. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ.
15. Линейная множественная регрессия. Нелинейная регрессия.
16. Оценка погрешностей результатов наблюдений.
17. Методы планирования экспериментов. Логические основы.
18. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планирование первого порядка. Планы второго порядка.
19. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.
20. Организация активного эксперимента.
21. Факторный эксперимент.
22. Принятие решений по планам второго порядка (планирование эксперимента).
23. Организация эксперимента при моделировании многокомпонентных систем.
24. Формулы и правила расчёта коэффициентов моделей 1-4 степеней.
25. Проверка адекватности математических моделей.

26. Планирование эксперимента при исследовании свойств многокомпонентных систем в ограниченной области изменения концентраций компонентов.
27. Организация эксперимента при решении задач оптимизации. Формализация задач оптимизации технических систем (процессов).
28. Методы поиска оптимальных условий работы технических систем. Аналитический поиск экстремума целевой функции.
29. Численные методы поиска оптимума. Итерационные методы направленного поиска.
30. Методы безградиентного многомерного поиска оптимума. Градиентные методы экспериментальной оптимизации.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «*контрольная работа»*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Вопросы к зачету

1. Статистические методы планирования.
2. Задачи планирования экспериментов.
3. Виды параметров оптимизации.
4. Задачи с несколькими выходными параметрами.
5. Характеристика параметра оптимизации.
6. Одночисленность и однозначность параметра, его физический смысл.
7. Шкала желательности Харрингтона.
8. Преобразование частых отзывов в частные функции желательности. Обобщенная функция желательности.
9. Определение фактора.
10. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента.
11. Требования к совокупности факторов.

12. Реализация плана эксперимента.
13. Метод экспертных оценок.
14. Статистические оценки.
15. Точечная оценка.
16. Интервальные оценки.
17. Проверки гипотез.
18. Общее понятие о корреляции.
19. Коэффициент корреляции между двумя переменными.
20. Свойства коэффициента корреляции.
21. Множественный коэффициент корреляции.
22. Проверка значимости линейной связи.
23. Проверка значимости коэффициента множественной корреляции.
24. Анализ однофакторного комплекса.
25. Анализ двухфакторного комплекса.
26. Принятие решения перед планированием эксперимента.
27. Выбор основного уровня.
28. Выбор интервалов варьирования.
29. Полный факторный эксперимент типа $2^к$.
30. Свойства полного факторного эксперимента типа $2^к$.
31. Свойства полного факторного эксперимента типа $2^к$.
32. Полный факторный эксперимент и математическая модель.
33. Принципы композиционного планирования.
34. Центральные композиционные ортогональные планы второго порядка (ЦКОП).
35. Центральные композиционные ротатабельные планы второго порядка (ЦКРП).
36. Организация эксперимента при моделировании многокомпонентных систем.
37. Типы симплексных решеток и планов экспериментов для построения математических моделей 1-4 степеней.
38. Формулы и правила расчета коэффициентов моделей 1-4 степеней.
39. Проверка адекватности математических моделей.
40. Планирование эксперимента при исследовании свойств многокомпонентных систем в ограниченной области изменения концентраций компонентов. Построение изолиний свойств изучаемых на симплексе.
41. Формулировка задачи оптимизации.

42. Классификация задач оптимизации.

43. Методы поиска оптимальных условий работы технических систем.

Аналитический поиск экстремума целевой функции.

44. Численные методы поиска оптимума.

45. Итерационные методы направленного поиска.

46. Сканирование (метод перебора).

47. Метод дихотомии.

48. Метод золотого сечения.

49. Градиентные методы экспериментальной оптимизации.

50. Покоординатный метод Гаусса-Зейделя.

51. Метод случайного поиска.

52. Симплекс-планирование и движение в область оптимума.

53. Метод градиента.

54. Метод крутого восхождения.

55. Реализация мнимых опросов.

56. Особенности решения задач экспериментальной оптимизации.

57. Выбор направления работы. Составление плана разработки.

58. Проведение эксперимента.

59. Погрешности измерений при экспериментировании.

60. Методы аппроксимации.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *«зачет»*

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объѐме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или 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.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или 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.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чѐткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	

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.	не зачтено

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)