



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова»



04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт metallurgii, машиностроения и материалаообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура понаправлению подготовки 22.04.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Литейных процессов и материаловедения  
23.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой

Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель

А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук

Потапов М.Г.

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук

Перятинский А.Ю.

## **Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента» являются: формирование у студентов навыков организации и математического планирования экспериментальных исследований; овладение методикой статистической обработки результатов активного эксперимента; овладение методами оптимизации объектов экспериментальных исследований.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Организация, математическое планирование и проведение эксперимента входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информационные технологии в металлургии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/ практик:

Искусственные нейронные сети

Проектирование технологических процессов с использованием искусственного интеллекта

Современные конструкционные и инструментальные материалы

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Организация научно-практических исследований

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Организация, математическое планирование и проведение эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-1.1	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними
УК-1.2	Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению
УК-1.3	Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строить сценарий реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36,1 акад. часов;
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 36,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)				Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб.	зан.	практическ.			
1.								
1.1 Основные принципы организации активного эксперимента. Виды планов эксперимента и их свойства		2		2	5	Изучение учебной научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос, реферат.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.2 Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики		2		2	5	Изучение учебной научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос, реферат.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.3 Полный факторный эксперимент	1	2		2	5	Изучение учебной научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.4 Дробный факторный эксперимент		2		2	4	Изучение учебной научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.5 Центральный композиционный план		2		2	4	Изучение учебной научной литературы, работа с электронными	Устный опрос, реферат.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

					библиотеками			
1.6 Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод крутого восхождения		2		2	Изучение учебной и научной литературы, работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Реферат.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3	
1.7 Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования.		2		2	4	Изучение учебной и научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос, реферат.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.8 Компьютерные методы статистической обработки результатов эксперимента. Статистические функции Microsoft Excel	1	2		2	6	Изучение учебной и научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.9 Статистические процедуры системы STATISTICA для обработки результатов активного эксперимента					1,2	Изучение учебной и научной литературы, работа с электронными библиотеками	Устный опрос. Реферат.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		16		16	36,2			
Итого за семестр		16		16	36,2		кр, экзамен	
Итого по дисциплине		16		16	36,2		экзамен, курсовая работа	

## **5 Образовательные технологии**

При проведении лекционных и практических занятий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные образовательные технологии, активные и интерактивные методы обучения.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента», относятся: использование компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Передача необходимых теоретических знаний происходит с использованием мультимедийного оборудования.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины(модуля)**

### **a) Основная литература:**

1. Щурин, К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебно-пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв : МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140930> (дата обращения: 20.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 1. Адлер, Ю. П.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Лопатин, В. Ю. Организация эксперимента: Планы второго порядка и исследование области оптимума : учебное пособие / В. Ю. Лопатин, В. Н. Шуменко. — Москва : МИСИС, 2011. — 46 с. — ISBN 978-5-87623-403-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/117005> (дата обращения: 10.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:<https://e.lanbook.com/book/5107> (дата обращения: 12.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 12.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Лопатин, В. Ю. Организация эксперимента: Симплексное планирование : учебное пособие / В. Ю. Лопатин, В. Н. Шуменко. — Москва : МИСИС, 2010. — 46 с. — ISBN 978-5-87623-404-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117006> (дата обращения: 12.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Планирование эксперимента : методические указания / составитель Л. С. Прохасько. — Челябинск : ЮУрГУ, 2017. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197836> (дата обращения: 10.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Назина, Л. И. Планирование и организация эксперимента. Лабораторный практикум : учебное пособие / Л. И. Назина, Л. Б. Лихачева, О. П. Дворянникова. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-00032-408-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:<https://e.lanbook.com/book/130214> (дата обращения: 10.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA v.6	K-139-08 от 22.12.2008	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East ViewInformation Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования(РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика.Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Международная реферативная и полнотекстоваясправочная база данных научных изданий «SpringerNature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a> и

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:

- техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средства хранения, передачи и представления учебной информации;
- специализированной мебелью.

2 Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:

- техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средства хранения, передачи и представления учебной информации;
- специализированной мебелью.

2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети«Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную средууниверситета;
- специализированной мебелью.

3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети«Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную средууниверситета;
- специализированной мебелью.

4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
- инструментами для ремонта учебного оборудования;
- шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Организация и математическое планирование и проведение эксперимента» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Самостоятельная работа студентов предполагает выполнение программы самостоятельной работы, самостоятельное изучение тем и заданий по дисциплине.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает обсуждение тем и заданий по плану занятия на практических занятиях.

### **1.1. Тема:** Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики

#### **Вопросы для обсуждения:**

Корреляционный анализ. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ.

### **1.2. Тема:** Полный факторный эксперимент

#### **Вопросы для обсуждения:**

Каковы свойства полного факторного эксперимента?

Задача №1: По экспериментальным данным с использованием методики ПФЭ найти уравнения, связывающие механические и специальные свойства отливки из легированной стали с химическим составом, температурой и временем термической обработки.

### **1.3. Тема:** Дробный факторный эксперимент

#### **Вопросы для обсуждения:**

Приведите примеры решения задач (в области металлургии) с применением дробного факторного эксперимента.

Задача №2: Разработать математическую модель с использованием теории дробного факторного эксперимента типа  $2^{5-2}$ . **По экспериментальным данным найти уравнение, связывающее износстойкость** с химическим составом  $k_{tubhjdfyjujxeueyf}$ . Факторы обозначены следующим образом:  $X_1$  – содержание С %;  $X_2$  – содержание Si %;  $X_3$  – содержание Mn %;  $X_4$  – содержание Cr %;  $X_5$  – содержание Ni %. Интервалы варьирования:  $X_1 = 2,5 \dots 3,5$ ;  $X_2 = 0,5 \dots 1,0$ ;  $X_3 = 10,5 \dots 13,5$ ;  $X_4 = 7,0 \dots 1,5$ ;  $X_5 = 5,0 \dots 6,5$ . Параметр оптимизации Y – давление в томильной зоне методической печи, кПа. Матрица планирования представлена в таблице 1.

Таблица 1

№ опыта	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub> =X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	X <sub>5</sub> =X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-2,5	-2,6	-2,1
2	+1	-1	+1	+1	-1	-1	2,2	2,3	2,5
3	+1	+1	-1	+1	-1	-1	5,1	4,7	4,9
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1,1	0,5	0,1
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	2,1	2,3	2,4
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-2,0	-2,4	-2,2
7	+1	+1	-1	-1	-1	+1	0,0	0,8	0,5
8	+1	-1	-1	-1	+1	-1	4,2	5,1	4,9

**1.4. Тема:** Центральный композиционный план**Вопросы для обсуждения:**

Приведите примеры решения задач (в области металлургии) с применением планов второго порядка.

Задача №3: С использованием ортогонального плана второго порядка для двух факторов и с тремя опытами в центре плана по экспериментальным данным найти уравнение, позволяющее определить величину зерна в зависимости от режима термообработки стальной отливки. Факторы обозначены следующим образом: X<sub>1</sub> – температура нагрева <sup>0</sup>С; X<sub>2</sub> – время т.о., мин. Интервалы варьирования: X<sub>1</sub> = 850...900; X<sub>2</sub> = 60...120. Параметр оптимизации Y – величина зерна. Матрица планирования представлена в таблице 2. Проанализировать полученное уравнение на экстремум.

Таблица 2

№ опыта		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y
Ядро плана	1	-1	-1	0,36
	2	+1	-1	0,51
	3	-1	+1	1,33
	4	+1	+1	1,51
Звездные точки	5	$\alpha = +1,15$	0	0,50
	6	$\alpha = -1,15$	0	0,31
	7	0	$\alpha = +1,15$	1,59

	8	0	$\alpha = -1,15$	0,45
Центр плана	9	0	0	0,30
	10	0	0	0,29
	11	0	0	0,31

### **2.1. Тема:** Метод крутого восхождения **Вопросы для обсуждения:**

В чем состоит сущность метода крутого восхождения? Приведите примеры решения задач с использованием данного метода.

### **2.2. Тема:** Симплексный метод планирования

#### **Вопросы для обсуждения:**

В чем состоит сущность симплексного метода планирования? Приведите примеры решения задач с использованием данного метода.

### **3.1. Тема:** Статистические функции MicrosoftExcel

#### **Вопросы для обсуждения:**

Назовите статистические функции MicrosoftExcel. Какова область их применения?

### **3.2. Тема:** Статистические процедуры системы STATISTICA для обработки результатов активного эксперимента (10 ч.)

#### **Вопросы для обсуждения:**

Какие задачи можно решать с применением программы STATISTICA?

*Перечень тем для подготовки к практическим занятиям:*

Тема 1. Введение. Общие данные о проведении экспериментов.

1. Сведения из теории вероятности и математической статистики (генеральная совокупность, выборка случайных величин, характеристики выборки).

2. Понятие о видах планирования математического и физического экспериментов, принципах геометрического и физического подобия объектов управления.

Тема 2. Статистические методы в управлении качеством продукции.

1. Текущий контроль продукции.

2. Принципы выбора контролируемых параметров и их уровня в стандартах на металлургическую продукцию.

3. Статистическое обоснование объема выборки при контроле у поставщика и потребителя.

4. Контрольные карты.

5. Общая схема управления технологическим объектом с адаптивным блоком

### Тема 3. Характеристики видов экспериментов

1. Теоретический подход, математическое симулирование условий эксперимента, физический эксперимент.
2. Условия подобия физического объекта и материальной копии.
3. Выбор наиболее эффективной схемы эксперимента.
4. Составление плана проведения экспериментов разных уровней (опытный, лабораторный, полупромышленный, промышленный, изготовление опытно-промышленной партии).

### Тема 4. Введение в методику планирования эксперимента (общие понятия, принципы).

1. Виды параметров оптимизации, обобщенный параметр оптимизации, функция желательности.
2. Выбор типа математической полиномиальной или иной модели.

### Тема 5. Полный и дробный факторный эксперимент.

1. Правила построения планов – дробных реплик.
2. Риски при использовании планов с дробными репликами – влияние на точность прогнозирования функции отклика.
3. Типы планов эксперимента – дву- и трех факторные планы типа  $N = m^n$  ( $N$  – необходимое количество опытов,  $m$  – количество уровней варьирования случайных факторов,  $n$  – количество факторов).

### Тема 6. Характеристики планируемого эксперимента

1. Коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации).
2. Основные свойства матрицы математически планируемого эксперимента (ортогональность, рототабельность, симметричность, нормировка экспериментальной матрицы).

### Тема 7. Техника планируемого эксперимента

1. Методика расчета коэффициентов эмпирического уравнения по данным проведенного планируемого эксперимента.
2. Связь эффекта фактора с коэффициентами уравнения.
3. Критерии оптимальности планов эксперимента.

### Тема 8. Поиск оптимальных решений

1. Введение в решение по поиску оптимального экстремального значения параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона и др.)

#### *Методические рекомендации к практическим занятиям*

Семинар - вид групповых занятий по какой-либо научной, учебной и другой проблематике, активное обсуждение участниками заранее подготовленных сообщений, докладов и т.п. С тематикой семинаров студенты знакомятся заранее. Алгоритм подготовки к семинару следующий: выбрав тему, студент составляет свой план-график подготовки к семинару. Для приобретения широкого видения проблемы студент старается осмыслить ее в общем объеме; познакомиться с темой по базовому учебному пособию или другой основной рекомендуемой литературе; выявить основные идеи, раскрывающие данную проблему; сверить их определения со справочниками, энциклопедией; подготовить план-конспект раскрытия данной проблемы; выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения; составить тезисы выступления на отдельных листах для последующего внесения дополнений и подготовить доклад или реферат для сообщения на семинаре; проанализировать собранный материал для дополнительной информации по темам семинара; готовясь к выступлению на семинаре, по

возможности проконсультироваться с преподавателем; относиться к собранному материалу, как к источнику будущих исследований.

Практические занятия расширяют и закрепляют знания, заложенные в теории предмета. На них выносятся вопросы, особенно необходимые для практики, или проблемные вопросы, которые возможно решить только в процессе сотрудничества. Среди обязательных требований к семинару - предварительное ознакомление с темой, вопросами и литературой по данной теме.

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает семинар-дискуссия, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента; обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки; для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Также в семинар включаются вопросы для интеллектуальной разминки (иногда это дискуссионная статья, по которой ставятся проблемные вопросы); дискуссия может развертываться заочно как круговой семинар. Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проходит "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике. На сессии преподаватель обобщает результаты проделанной студентом работы.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным вопросам изучаемого предмета.

Семинар-исследование предполагает предварительную работу - написание реферата, доклада по итогам опытной работы. Участие в нем - это, прежде всего, диалог студента с преподавателем. Результаты обсуждаются на семинаре с наглядным показом исследовательского материала (схемы, таблицы, графики, диагностические методики). Частично материал может быть включен в ВКР. При подготовке к семинару-исследованию студент изучает результаты теоретических исследований, составляет библиографию по теме, учится писать обзоры по технической задаче-проблеме.

Проблемный семинар готовится преподавателем достаточно основательно: подбираются проблемные и контрольно-проверочные вопросы. Такой семинар возможен только после прохождения темы. К нему студенты готовятся по литературным источникам: монографии, справочники, словари, журналы. К проблемному семинару просматривается литература в рамках различных исследовательских школ (например "Традиционные и нетрадиционные подходы к проблеме").

Наибольшую эффективность приносят семинары, проводимые в форме коллективной познавательной деятельности, имеющей определенные особенности, а именно:

- разделение студентов на группы по их желанию (с обязательным участием студента с устойчивым интересом к данному предмету);
- постановка общих целей и задач для группы;
- работа в последовательности - индивидуальная, парная (чаще всего перекрестный опрос), работа в группе, коллективная;
- обязательное предварительное ограничение по времени каждого этапа занятий;
- экспертный анализ с расчетом коэффициента конкордации;
- оценка работы группы преподавателем;
- проведение самооценки.

#### Примерный перечень тем рефератов в виде индивидуальных домашних задач (ИДЗ)

1. Основные понятия из теории вероятности и математической статистики (генеральная совокупность, выборка случайных величин, характеристики выборки).

2. Понятие о видах планирования математического и физического экспериментов, принципах геометрического и физического подобия объектов управления.

3. Текущий контроль продукции.
4. Принципы выбора контролируемых параметров и их уровня в стандартах на металлургическую продукцию.
5. Статистическое обоснование объема выборки при контроле у поставщика и потребителя.
6. Контрольные карты.
7. Общая схема управления технологическим объектом с адаптивным блоком
8. Теоретический подход, математическое симулирование условий эксперимента, физический эксперимент.
9. Условия подобия физического объекта и материальной копии.
10. Выбор наиболее эффективной схемы эксперимента.
11. Составление плана проведения экспериментов разных уровней (опытный, лабораторный, полупромышленный, промышленный, изготовление опытно-промышленной партии).
12. Виды параметров оптимизации, обобщенный параметр оптимизации, функция желательности.
13. Выбор типа математической полиномиальной или иной модели.
14. Правила построения планов – дробных реплик.
15. Риски при использовании планов с дробными репликами – влияние на точность прогнозирования функции отклика.
16. Типы планов эксперимента – дву- и трех факторные планы типа  $N = m^n$  ( $N$  – необходимое количество опытов,  $m$  – количество уровней варьирования случайных факторов,  $n$  – количество факторов).
17. Коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации).
18. Основные свойства матрицы математически планируемого эксперимента (ортогональность, ротатабельность, симметричность, нормировка экспериментальной матрицы).
19. Методика расчета коэффициентов эмпирического уравнения по данным проведенного планируемого эксперимента.
20. Связь эффекта фактора с коэффициентами уравнения.
21. Критерии оптимальности планов эксперимента.
22. Введение в решение по поиску оптимального экстремального значения параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона и др.)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Организация и математическое планирование эксперимента» и проводится в форме зачета с оценкой.

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
УК-1.1	Знает: как анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними	<p><i>Теоретические вопросы:</i></p> <p>1) Что такое активный и пассивный эксперимент? В чем отличие промышленного эксперимента от лабораторного? Приведите примеры. 2) Что такое факторы эксперимента? Какие требования к ним предъявляются? 3) Что такое параметр оптимизации? 4) Какие виды планов эксперимента существуют? Каковы их свойства? Какова область применения этих планов? 5) В чем сущность корреляционного анализа? 6) В чем сущность дисперсионного анализа? 7) В чем сущность регрессионного анализа? 8) Что такое объясненная доля дисперсии? 9) Что такое остаточная дисперсия?</p> <p><i>Практические задания:</i></p> <p>Решение задач №1-№3</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-1.2	Умеет: критически оценивать надежность источников информации, работать с противоречивой информацией из разных источников, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемы и проектировать процессы по их устранению	<p><i>Теоретические вопросы:</i></p> <p>1) Какова последовательность обработки результатов эксперимента с использованием уравнений математической статистики.</p> <p>2) Какие статистические функции Microsoft Excel применяются при решении задач планирования эксперимента? Приведите примеры.</p> <p>3) Какие задачи можно решать с применением программы STATISTICA?</p> <p>4) В чем сущность метода наименьших квадратов?</p> <p>5) Что такое аппроксимация?</p> <p>6) Что такое коэффициент корреляции?</p> <p>7) Что такое коэффициент детерминации?</p>
УК-1.3	Имеет практический опыт: разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строить сценарий реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	<p>Курсовая работа Примерная тема курсовых работ. Разработать /оптимизировать новый/ существующий химический состав сплава для отливок деталей работающих в условиях (коррозии, износа высоких динамических нагрузок, пониженных температур....) используя методы математического планирование эксперимента.</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Организация и математическое планирование эксперимента» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме.

### ***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

- на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### ***Показатели и критерии оценивания курсовой работы:***

- на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – работа выполнена частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.
- на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – – работа выполнена частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Семинар - вид групповых занятий по какой-либо научной, учебной и другой проблематике, активное обсуждение участниками заранее подготовленных сообщений, докладов и т.п. С тематикой семинаров студенты знакомятся заранее. Алгоритм подготовки к семинару следующий: выбрав тему, студент составляет свой план-график подготовки к семинару. Для приобретения широкого видения проблемы студент старается осмысливать ее в общем объеме; познакомиться с темой по базовому учебному пособию или другой основной рекомендуемой литературе; выявить основные идеи, раскрывающие данную проблему; сверить их определения со справочниками, энциклопедией; подготовить план-конспект раскрытия данной проблемы; выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения; составить тезисы выступления на отдельных листах для последующего внесения дополнений и подготовить доклад или реферат для сообщения на семинаре; проанализировать собранный материал для дополнительной информации по темам семинара; готовясь к выступлению на семинаре, по возможности проконсультироваться с преподавателем; относиться к собранному материалу, как к источнику будущих исследований.

Практические занятия расширяют и закрепляют знания, заложенные в теории предмета. На них выносятся вопросы, особенно необходимые для практики, или проблемные вопросы, которые возможно решить только в процессе сотрудничества. Среди обязательных требований к семинару - предварительное ознакомление с темой, вопросами и литературой по данной теме.

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает семинар-дискуссия, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента; обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки; для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Также в семинар включаются вопросы для интеллектуальной разминки (иногда это дискуссионная статья, по которой ставятся проблемные вопросы); дискуссия может развертываться заочно как круговой семинар. Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проходит "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике. На сессии преподаватель обобщает результаты проделанной студентом работы.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным вопросам изучаемого предмета.

Семинар-исследование предполагает предварительную работу - написание реферата, доклада по итогам опытной работы. Участие в нем - это, прежде всего, диалог студента с преподавателем. Результаты обсуждаются на семинаре с наглядным показом исследовательского материала (схемы, таблицы, графики, диагностические методики). Частично материал может быть включен в ВКР. При подготовке к семинару-исследованию студент изучает результаты теоретических исследований, составляет библиографию по теме, учится писать обзоры по технической задаче-проблеме.

Проблемный семинар готовится преподавателем достаточно основательно: подбираются проблемные и контрольно-роверочные вопросы. Такой семинар возможен только после прохождения темы. К нему студенты готовятся по литературным источникам: монографии, справочники, словари, журналы. К проблемному семинару просматривается литература в рамках различных исследовательских школ (например "Традиционные и нетрадиционные подходы к проблеме").

Наибольшую эффективность приносят семинары, проводимые в форме коллективной познавательной деятельности, имеющей определенные особенности, а именно:

- разделение студентов на группы по их желанию (с обязательным участием студента с устойчивым интересом к данному предмету);
- постановка общих целей и задач для группы;
- работа в последовательности - индивидуальная, парная (чаще всего перекрестный опрос), работа в группе, коллективная;
- обязательное предварительное ограничение по времени каждого этапа занятий;
- экспертный анализ с расчетом коэффициента конкордации;
- оценка работы группы преподавателем;
- проведение самооценки.

*Примерный перечень тем рефератов в виде индивидуальных домашних задач (ИДЗ)*

1. Основные понятия из теории вероятности и математической статистики (генеральная совокупность, выборка случайных величин, характеристики выборки).
2. Понятие о видах планирования математического и физического экспериментов, принципах геометрического и физического подобия объектов управления.
3. Текущий контроль продукции.
4. Принципы выбора контролируемых параметров и их уровня в стандартах на металлургическую продукцию.
5. Статистическое обоснование объема выборки при контроле у поставщика и потребителя.
6. Контрольные карты.
7. Общая схема управления технологическим объектом с адаптивным блоком
8. Теоретический подход, математическое моделирование условий эксперимента, физический эксперимент.
9. Условия подобия физического объекта и материальной копии.
10. Выбор наиболее эффективной схемы эксперимента.
11. Составление плана проведения экспериментов разных уровней (опытный, лабораторный, полупромышленный, промышленный, изготовление опытно-промышленной партии).
12. Виды параметров оптимизации, обобщенный параметр оптимизации, функция желательности.
13. Выбор типа математической полиномиальной или иной модели.
14. Правила построения планов – дробных реплик.
15. Риски при использовании планов с дробными репликами – влияние на точность прогнозирования функции отклика.
16. Типы планов эксперимента – дву- и трех факторные планы типа  $N = m^n$  ( $N$  – необходимое количество опытов,  $m$  – количество уровней варьирования случайных факторов,  $n$  – количество факторов).
17. Коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации).
18. Основные свойства матрицы математически планируемого эксперимента (ортогональность, ротатабельность, симметричность, нормировка экспериментальной матрицы).
19. Методика расчета коэффициентов эмпирического уравнения по данным проведенного планируемого эксперимента.
20. Связь эффекта фактора с коэффициентами уравнения.
21. Критерии оптимальности планов эксперимента.
22. Введение в решение по поиску оптимального экстремального значения параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона и др.)

### **Примерные темы курсовых работ.**

Разработать /оптимизировать новый/ существующий химический состав сплава для отливок деталей работающих в условиях (коррозии, износа высоких динамических нагрузок, пониженных температур.....) используя методы математического планирование эксперимента.