



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

05.02.2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Технологии производства и обработки черных металлов и сплавов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Metallургии и химических технологий

28.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой



А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ассистент кафедры МиХТ, канд. техн. наук



В.И. Сысоев

Рецензент:

зав. кафедрой ЛПиМ, канд. техн. наук



Н.А. Феоктистов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

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

Целью освоения дисциплины «Планирование эксперимента» является формирование у обучающихся навыков математического планирования и обработки результатов серий научных экспериментов, проводимых для изучения совместного влияния нескольких факторов на выходной параметр.

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

Дисциплина Планирование эксперимента входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Математический анализ

Информатика и информационные технологии

Общая и неорганическая химия

Основы металлургического производства

Химические и физико-химические методы анализа

Автоматизация металлургических процессов

Основы инженерных исследований в металлургии

Технология исследовательской деятельности

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Проектная деятельность

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Производственная - преддипломная практика

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Методы оптимизации в металлургии

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Планирование эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК-4.1	Выбирает и применяет методы и средства измерения для определения свойств материалов и изделий из них
ОПК-4.2	Проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 71,5 академических часов;
- аудиторная – 70 академических часов;
- внеаудиторная – 1,5 академических часов;
- самостоятельная работа – 72,5 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА								
1.1 Случайные величины. Аксиомы теории вероятностей. Законы распределения. Свойства математического ожидания и дисперсии. Равномерное распределение. Нормальное распределение.	6	2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
1.2 Генеральная совокупность и случайная выборка. Оценка математического ожидания и дисперсии. Классификация ошибок измерения. Определение дисперсии по текущим измерениям. Доверительные интервалы и доверительная вероятность. Проверка статистических гипотез.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
1.3 Оценка математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины. Сравнение двух и нескольких дисперсий. Сравнение двух и		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1

нескольких средних. Проверка однородности результатов измерений. Сравнение выборочного распределения и распределения генеральной совокупности. Критерий согласия омега квадрат. Критерий Вилькоксона. Проверка гипотезы нормальности по совокупности малых выборок.								
1.4 Дисперсионный анализ (ДА). Однофакторный и двухфакторный ДА. Планирование эксперимента при ДА. Латинские и гипер-греко-латинские квадраты. Латинские кубы.	6	2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
1.5 Корреляционный и регрессионный анализ. Выборочный коэффициент корреляции. Коэффициенты частной корреляции. Приближенная регрессия. Линейная регрессия от одного параметра. Параболическая регрессия. Полиномы Чебышева. Трансцендентная регрессия. Оценка тесноты нелинейной связи.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
1.6 Метод множественной корреляции. Регрессионный анализ в матричной форме. Метод группового учета аргументов. Метод главных компонент.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
Итого по разделу		12		18	30			
<b>2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ</b>								
2.1 Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Дробные реплики. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика. Описание области, близкой к экстремуму.	6	2		3	6	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
2.2 Двухуровневый план полного факторного эксперимента ПФЭ 2 <sup>n</sup> . Уравнения, полученные при реализации плана. Статистический анализ		2		3	6	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1

значимости оценок коэффициентов уравнения, его адекватности и работоспособности. Расчет программы оптимизации.								
2.3 Дробный факторный эксперимент ДФЭ $2^{(n-p)}$ . Планирование эксперимента при изменяющемся во времени влиянии на процесс неучтенных факторов. Использование планов ПФЭ $2^n$ и ДФЭ $2^{(n-p)}$ для получения уравнения процесса в виде экспоненциальной зависимости.	6	2		3	5,5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
2.4 Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка Бокса-Хантера.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
2.5 Критерии оптимальности планов. Исследование поверхности отклика. Решение задачи оптимизации. Функция желательности. Сложные планы. Факторный эксперимент $2^{2k}$ , совмещенный с латинским квадратом. Метод последовательного симплекс-планирования.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
2.6 Ортогональные насыщенные планы Плакетта-Бермана. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса. Планирование эксперимента в производственных условиях.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
2.7 Планирование эксперимента при построении диаграмм состав-свойство. Метод симплексных решеток. Симплекс-решетчатые планы Шеффе. Симплекс-центроидное планирование.		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1
2.8 Планирование эксперимента при исследовании локальных участков диаграмм. D-		2		3	5	Решение задач		ОПК-4.2, ОПК-4.1

оптимальные планы. Планы с минимизацией систематического смещения. Планирование эксперимента при изучении зависимости свойства от соотношений компонентов.								
Итого по разделу	16		24	42,5				
Итого за семестр	28		42	72,5		зачёт		
Итого по дисциплине	28		42	72,5		зачет		

## **5 Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии обучения.

Практические занятия ведутся с использованием метода контекстного обучения, который способствует усвоению лекционного материала путем установления связей между конкретным знанием и его применением. При работе на ЭВМ широко используются различные инструменты анализа экспериментальных данных в электронных таблицах «Excel». Результаты, полученные студентами в ходе практических занятий, защищаются.

Самостоятельная работа студентов направлена на опережающее ознакомление с тематикой лекционных и практических занятий, а также на подготовку к контрольной работе и итоговому контролю знаний по изучаемой дисциплине – зачету.

## **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**

### **а) Основная литература:**

1. Щурин, К. В. Планирование и организация эксперимента : учебное пособие для вузов / К. В. Щурин, Е. К. Волкова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 336 с. — ISBN 978-5-507-50674-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230288> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Расчет параметров плавки стали в современной дуговой печи : учебное пособие / В. А. Бигеев, М. В. Потапова, А. В. Пантелеев и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. 119с.

2. Бигеев В.А., Столяров А.М., Валиахметов А.Х. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 308с.

3. Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 379с.

4. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н. Ашихмин, М.Г. Бояршинов, М.Б. Гитман и др. Под ред. П.В. Трусова. М.: «Интермет Инжиниринг», 2000. 336 с.

5. Максимов Ю.М., Рожков И.М., Саакян М.А. Математическое моделирование металлургических процессов. М.: Металлургия, 1976. 286 с.

6. Цымбал В.П. Математическое моделирование металлургических процессов. М.: Металлургия, 1986. 240 с.

7. Кабанова О.В., Максимов Ю.М., Рузинов Л.П. Статистические методы построения математических моделей металлургических процессов. М.: Металлургия,

1989. 216 с.

**в) Методические указания:**

1. Столяров А.М., Буданов Б.А. Математическое моделирование двухфакторной зависимости длины лунки жидкого металла в слывовой непрерывнолитой заготовке: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Моделирование процессов и объектов в металлургии» для студентов специальности 150101. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. 8 с.

2. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на слывовой МНЛЗ. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 20 с.

3. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на сортовой МНЛЗ. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 22 с.

**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	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">URL:https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами 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 среду университета;
  - 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 среду университета;
  - 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 «Планирование эксперимента» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

На практических занятиях обучающиеся решают различные задачи по обработке данных, полученных в результате проведения эксперимента. Контрольная работа выполняется по индивидуальному заданию, ее успешное выполнение является обязательным для допуска к зачету.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу дисциплины с проработкой материала.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</b>		
<b>ОПК-4.1:</b>	Выбирает и применяет методы и средства измерения для определения свойств материалов и изделий из них	<p style="text-align: center;"><i>Перечень тем для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета</i></p> <p>Классификация научно-технических экспериментов.</p> <p>Сущность корреляционного анализа экспериментальных данных.</p> <p>Коэффициент парной корреляции, его свойства.</p> <p>Проверка значимости коэффициента парной корреляции.</p> <p>Сущность регрессионного анализа экспериментальных данных.</p> <p>Достоинства и недостатки полного факторного эксперимента.</p> <p>Методика расчета коэффициентов уравнения теоретической линии регрессии полного факторного эксперимента.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Методика проверки значимости коэффициентов уравнения теоретической линии регрессии полного факторного эксперимента.</p> <p>Методика проверки адекватности линейного уравнения теоретической линии регрессии полного факторного эксперимента.</p> <p>Достоинства и недостатки дробного факторного эксперимента.</p>
<b>ОПК-4.2</b>	Проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных	<p>Найти уравнение регрессии линейной зависимости и оценить его статистическую значимость.</p> <p>Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента типа <math>2^3</math> без учета взаимодействия между факторами.</p> <p>Построение матрицы планирования полного факторного эксперимента типа <math>2^3</math> с учетом взаимодействия между факторами.</p> <p>Построение матрицы планирования дробного факторного эксперимента типа <math>2^3</math> без учета взаимодействия между факторами.</p> <p>Построение матрицы планирования дробного факторного эксперимента типа <math>2^3</math> с учетом взаимодействия между факторами.</p> <p style="text-align: center;">Пример задания</p> <p>1 Сравнить две выборки данных для оценки влияния состава металлической шихты на продолжительность плавки полупродукта в дуговой сталеплавильной печи.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Методика выполнения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверка нуль-гипотезы о равенстве дисперсий двух выборок с использованием критерия Фишера.</li> <li>– Проверка нуль-гипотезы о равенстве средних значений двух выборок с использованием критерия Стьюдента.</li> </ul> <p>2 Провести корреляционно-регрессионный анализ зависимости содержания серы в стали от основности шлака по выборке данных: определить коэффициенты регрессии, коэффициент парной корреляции, его критическое значение.</p>

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

Зачёт по данной дисциплине проводится в устной форме или в форме теста.

**Показатели и критерии оценивания зачёта в устной форме:**

– на оценку **«зачтено»** – 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 **«не зачтено»** – обучающийся не демонстрирует знания теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Показатели и критерии оценивания зачёта в виде теста:**

Вопросы тестов охватывают весь объем изучаемой дисциплины в соответствии с РПД.

– **на оценку «зачтено»** – 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, что соответствует результату тестирования **75% и более;**

– **на оценку «не зачтено»** – обучающийся не демонстрирует знания теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, что соответствует результату тестирования **менее 50 %.**