

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

**УТВЕРЖДЕНА:**

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА»**

---

Направление: 22.03.02 Металлургия

---

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: заочная

---

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Белоусова Ольга  
Викторовна  
Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина  
Владимировна  
Дата подписания: 12.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1 Дисциплина «Математическое моделирование эксперимента» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования технологических процессов	ОПК ОС-3.2

## 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.2	Демонстрирует знания основных методов математического моделирования эксперимента	<b>Знать</b> основные понятия математического моделирования и приемы построения моделей эксперимента; методы математического анализа производственной деятельности металлургического предприятия; методы получения математических уравнений, описывающих эксперимент. <b>Уметь</b> планировать факторный эксперимент, поиск оптимума; анализировать полученные результаты; планировать эксперимент для построения многомерных диаграмм «состав-свойство». <b>Владеть</b> основными методами построения математических моделей и описанием экспериментальных зависимостей, а также проверкой моделей на основе экспериментальных данных; приемами организации технологического эксперимента в условиях лаборатории и цеха, применением математических методов оптимального планирования экспериментов, оценкой надежности их результатов.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математическое моделирование эксперимента» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Моделирование процессов и объектов в металлургии», «Проектная деятельность»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Учебный год № 2
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	12	12
лекции	6	6
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	6	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	123	123
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа	Экзамен, Курсовая работа

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия моделирования							2, 3	35	Реферат
2	Моделирование научного эксперимента.					3	2	1, 3	22	Решение задач
3	Моделирование эксперимента в методических исследованиях.	1, 2	4			4	2	1, 3	22	Решение задач
4	Метрологические характеристики методик исследования и анализа, их статистическая оценка и контроль.	3	2					1, 3	22	Решение задач
5	Использование дисперсионного анализа в					5	2	1, 3	22	Решение задач

	методических исследованиях.									
	Промежуточная аттестация							9	Экзамен, Курсовая работа	
	Всего		6				6	132		

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия моделирования	Классификация математических моделей. Математическое моделирование. Методы составления математических моделей: эмпирический метод; экспериментально-аналитический метод; теоретический метод. Сопоставление методов построения математических моделей.
2	Моделирование научного эксперимента.	Типы величин. Типы погрешностей измерений. Случайные величины и их характеристики. Виды распределения случайных величин. Суммарная погрешность измерений. Статистика линейных связей: корреляционный анализ; проверка гипотезы линейности. Статистическая проверка гипотез: сравнение двух дисперсий; сравнение нескольких дисперсий; оценка доверительных интервалов выборочных характеристик. Основы моделирования и проведения эксперимента.
3	Моделирование эксперимента в методических исследованиях.	Общие понятия и термины. Требования к параметру оптимизации и факторам. Установление области определения факторов и выделение подобласти проведения эксперимента. Матрица планирования полного факторного эксперимента. Статистическая обработка опытных данных. Дробный факторный эксперимент. Движение по градиенту.
4	Метрологические характеристики методик исследования и анализа, их статистическая оценка и контроль.	Метрологические характеристики методик анализа. Оценка воспроизводимости методики анализа. Оценка правильности методик. Оценка чувствительности методики.
5	Использование дисперсионного анализа в методических исследованиях.	Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

## Учебный год № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
3	Анализ моделей и объяснение результатов металлургического эксперимента.	2
4	Решение задачи с планированием полного факторного эксперимента и равномерным дублированием опытов.	2
5	Моделирование научного эксперимента.	2

### 4.5 Самостоятельная работа

## Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	48
2	Написание реферата	25
3	Проработка разделов теоретического материала	50

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

#### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Математическое моделирование эксперимента : метод. рекомендации по выполнению практ., курсовых и диплом. работ для специальности 110200 "Металлургия цв. металлов" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2005. - 36.

<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15736.pdf>

##### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Математическое моделирование эксперимента : метод. рекомендации по выполнению практ., курсовых и диплом. работ для специальности 110200 "Металлургия цв. металлов" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2005. - 36.

<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15736.pdf>

##### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Организация и математическое планирование эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе по направлению подготовки магистрантов 22.04.02 "Металлургия" очной формы обучения / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 10.

<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-17960.pdf>

### 6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

#### 6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

### 6.1.1 учебный год 2 | Реферат

#### Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемых литературы и информационных ресурсов. В начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата (согласно порядковому номеру в списке группы). После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра студент должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду самостоятельной работы в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен с помощью ПК, на листах белой бумаги формата А4).

#### Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

### 6.1.2 учебный год 2 | Решение задач

#### Описание процедуры.

Студент должен уметь проанализировать задачу, определить тип задачи, найти главные величины - выделить информацию, которая необходима для решения общим методом. Решить задачу - выполнить действия, выбранные при составлении плана решения. При этом обязательны пояснения, что находят, выполняя каждое действие. Записать ответ по подобию вопроса. Проверить решение - понять, верно ли было решение и удовлетворяет ли оно всем условиям задачи.

#### Критерии оценивания.

При оценке письменных работ ставятся следующие отметки:

- «5» - если выполнено не менее 90% от всей работы;
- «4» - если выполнено от 75% до 89% от всей работы;
- «3» - если выполнено от 51% до 74% от всей работы;
- «2» - во всех других случаях, не соответствующих вышеперечисленным.

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-3.2	Умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии.	Экзамен. Курсовая работа.

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Учебный год 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде собеседования по вопросам экзаменационного билета.

Пример задания:

1. Модели и моделирование.
2. Распределение Фишера.
3. Моделирование (планирование) экспериментов по выявлению механизма явлений.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии.	Демонстрирует умение выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии, но не всегда обоснованно.	Демонстрирует слабое умение выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии.	Не умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии.

### 6.2.2.2 Учебный год 2, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Для оценки сформированности компетенции необходимо выполнить расчетную курсовую работу и ответить на контрольные вопросы при ее защите.

Оформление курсовой работы должно соответствовать требованиям СТО 005-2020 «Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических специальностей».

Пример задания:

1. Задача проверки гипотезы (выяснения механизма явления)
2. Задача проверки гипотезы (задача оптимизации)
3. Задача проверки гипотезы (динамические измерения)

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
---------	--------	-------------------	---------------------

Умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии.	Умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии, но не на все вопросы обучающийся отвечает полно.	Умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии, но ответы – неполные.	Не умеет выбирать и применять соответствующие методы математического моделирования технологических процессов в металлургии.
--	---	--	---

## 7 Основная учебная литература

1. Смагунова А. Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии : учебное пособие / А. Н. Смагунова, Г. В. Пашкова, Л. И. Белых, 2017. - 118.
2. Гмурман Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман, 2004. - 478.
3. Налимов В. В. Логические основания планирования эксперимента / В. В. Налимов, Т. И. Голикова, 1981. - 151.
4. Цымбал В. П. Математическое моделирование металлургических процессов : учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизация металлург. пр-ва" / В. П. Цымбал, 1986. - 239.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Малышев В. П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента / В. П. Малышев, 1977. - 37.
2. Рохваргер А. Е. Математическое планирование научно-технических исследований. Статистический подход / АН СССР, Центральный экономико-математический институт, 1975. - 440.
3. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман, 2003. - 403.
4. Адлер Ю. П. Планирование при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский, 1976. - 279.
5. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий: Программированное введение в планирование эксперимента / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский, 1970. - 284.
6. Математическое моделирование эксперимента : метод. рекомендации по выполнению практ., курсовых и диплом. работ для специальности 110200 "Металлургия цв. металлов" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2005. - 36.

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://grebennikon.ru/>
2. <https://www.iprbookshop.ru/>
3. <https://bookonlime.ru>.
- 4 <https://www.rsl.ru>
5. <http://csl.isc.irk.ru/>
6. <http://window.edu.ru/>
7. <http://www.computer-museum.ru/> .
8. <http://www.intuit.ru/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>
3. <http://e.lanbook.com>
4. <http://elibrary.ru>
5. <http://elib.istu.edu/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Материально-техническое обеспечение для проведения занятий в дистанционном режиме включает: Каналы связи с пропускной способностью не ниже 512 Кбит/с на одного пользователя, находящегося в здании, для организации взаимодействия в режиме видео-конференций, и 10 Мбит/с на 100 пользователей, одновременно подключённых к системе электронного дистанционного обучения. Систему дистанционного обучения, в которой размещаются теоретические, практические и другие образовательные материалы. Компьютерное оборудование с установленным лицензионным программным обеспечением. Минимальным условием является наличие интернет-браузера и подключения к сети Интернет.