



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)**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallургия черных металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |  |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалобработки |
| Кафедра             | Metallургии и химических технологий                      |
| Курс                | 5  |

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:  
профессор кафедры кафедры МиХТ, д-р техн. наук  А.М. Столяров

Рецензент:  
доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук  М.Г. Потапов

## 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

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

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

Целями освоения дисциплины «Моделирование процессов и объектов в металлургии» являются формирование у обучающихся представлений и навыков по разработке математических моделей металлургических агрегатов и технологических процессов металлургического производства.

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

Дисциплина Моделирование процессов и объектов в металлургии входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Основы металлургического производства  
Анализ числовой информации  
Информатика и информационные технологии  
Физическая химия

Математика

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование процессов и объектов в металлургии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции   |
|----------------|--|
| ОПК-1          | Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания                                       |
| ОПК-1.1        | Использует естественнонаучные законы и принципы при решении практических задач   |
| ОПК-1.2        | Решает стандартные профессиональные задачи с применением общеинженерных знаний   |
| ОПК-1.3        | Применяет методы моделирования и математического анализа для решения задач теоретического и прикладного характера  |
| ОПК-5          | Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств |
| ОПК-5.1        | Применяет информационно-коммуникационные технологии для поиска, обработки, анализа и представления научно-технической информации   |
| ОПК-5.2        | Определяет перечень ресурсов и аппаратно-программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности  |

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

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

- контактная работа – 17,2 академических часов;
- аудиторная – 14 академических часов;
- внеаудиторная – 3,2 академических часов;
- самостоятельная работа – 118,1 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины   | Курс | 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. Раздел 1. Понятие математической модели  |      |  |           |             |                                 |   |   |   |
| 1.1 Понятие математической модели, общие принципы и этапы ее построения   | 5    | 1  |           | 1           | 10                              | Изучение теоретического лекционного материала и интернет-источников | Устный опрос  | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2 |
| Итого по разделу  |      | 1  |           | 1           | 10                              |   |   |   |
| 2. Раздел 2. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей  |      |  |           |             |                                 |   |   |   |
| 2.1 Статические модели в металлургии. Особенности динамического моделирования в металлургии                       | 5    | 1  |           | 2           | 30                              | Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям                     | Защита лабораторной работы; устный опрос                        | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2 |
| Итого по разделу  |      | 1  |           | 2           | 30                              |   |   |   |
| 3. Раздел 3. Применение численных методов для анализа и расчета процессов   |      |  |           |             |                                 |   |   |   |
| 3.1 Численные методы для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов | 5    | 1  |           | 2           | 30                              | Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям                     | Защита лабораторной работы; устный опрос                        | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2 |
| Итого по разделу  |      | 1  |           | 2           | 30                              |   |   |   |
| 4. Раздел 4. Методы решения сопряженных задач   |      |  |           |             |                                 |   |   |   |
| 4.1 Модель типа «черный ящик». Динамические модели.   | 5    | 1  |           | 1           | 30                              | Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям                     | Защита лабораторной работы; устный опрос                        | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1,         |

|  |   |   |  |   |       |   |  |   |
|--|---|---|--|---|-------|---|--|---|
|  |   |   |  |   |       |   |  | ОПК-5.2                                     |
| Итого по разделу   |   | 1 |  | 1 | 30    |   |  |   |
| 5. Раздел 5. Постановка и пути решения оптимизационных задач |   |   |  |   |       |   |  |   |
| 5.1 Модель с распределенными параметрами                     | 5 | 2 |  | 2 | 18,1  | Подготовка к лекционным и лабораторным занятиям | Защита лабораторной работы; устный опрос | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2 |
| Итого по разделу   |   | 2 |  | 2 | 18,1  |   |  |   |
| Итого за семестр   |   | 6 |  | 8 | 118,1 |   | экзамен                                  |   |
| Итого по дисциплине  |   | 6 |  | 8 | 118,1 |   | экзамен                                  |   |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных и информационных технологий в преподавании дисциплины «Моделирование процессов и объектов в металлургии» используются традиционная и информационно-коммуникационная технологии.

Лекции проходят как в традиционной информационной форме, так и в форме лекций-визуализаций с использованием презентаций в виде видеоматериалов.

На практических занятиях с использованием персональных компьютеров выполняются индивидуальные задания по изучаемому разделу дисциплины. При проведении занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. Результаты выполненных заданий защищаются и подвергаются коллективному обсуждению с выявлением и анализом проблемных ситуаций.

## **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. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник / И.О. Леушин. - М. : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101315-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1012428>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии. Моделирование и оптимизация процессов листовой прокатки : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, П. Ю. Соколов. — Москва : МИСИС, 2009. — 63 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116998>

2. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, О. Г. Манухин. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Моделирование и оптимизация технологических систем — 2004. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116999>

3. Бекаревич, А. А. Информационные технологии и автоматизация в металлургии : учебное пособие / А. А. Бекаревич, Ю. Д. Миткевич. — Москва : МИСИС, 2012. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116712>

4. Столяров, А. М. Технологические расчеты по непрерывной разливке стали : учебное пособие / А. М. Столяров, В. Н. Селиванов ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2011 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/593> (дата обращения: 07.10.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **в) Методические указания:**

1. Столяров А.М., Буданов Б.А. Математическое моделирование

двухфакторной зависимости длины лунки жидкого металла в слябовой 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 слябовой 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   |
|--|--|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                  | <a href="https://eivis.ru/">https://eivis.ru/</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>                                 |

## 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 средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий:
  - компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
3. 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.
4. 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.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Моделирование процессов и объектов в металлургии» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ. Лабораторные работы по индивидуальному заданию выполняются на компьютере в электронных таблицах «Excel». Пример тематики заданий для лабораторных работ приведен в следующем разделе рабочей программы. Успешная защита результатов лабораторной работы является обязательной для допуска к экзамену.

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

### Лабораторные работы по дисциплине:

1. Математическое моделирование процесса восстановления конвертерного шлака.
2. Математическое моделирование процесса вакуумного раскисления металла.
3. Математическое моделирование процесса истечения дутья из верхней кислородной фурмы в конвертере.
4. Математическое моделирование процесса окисления марганца в кислородно-конвертерной плавке.
5. Математическое моделирование процесса формирования макроструктуры непрерывнолитой заготовки.

### Примерные вопросы для устного опроса:

1. Что называется моделью?
2. Каковы особенности математической модели?
3. Какие бывают математические модели (по цели создания, по принципу построения)?
4. В чем сущность формализованного подхода при построении математической модели?
5. Что такое модель типа «черный ящик»?
6. В чем особенность статических моделей?
7. Какие особенности имеют динамические модели?
8. В чем сущность содержательного подхода при построении математической модели?
9. Какова сущность статических моделей в металлургии?
10. Каковы особенности динамического моделирования в металлургии?
11. В чем особенность моделей с распределенными параметрами?
12. Почему параметры модели могут быть распределенными?
13. Какова особенность имитационных моделей?
14. В чем сущность различных численных методов?
15. Чем отличаются различные методы оптимизации?

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   |
|--|---|--|
| ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания |   |  |
| ОПК-1.1  | Использует естественнонаучные законы и принципы при решении практических задач                                    | <p>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и итоговой аттестации в форме экзамена</p> <p>Что называется моделью?</p> <p>Каковы особенности математической модели?</p> <p>Какие бывают математические модели (по цели создания, по принципу построения)?</p> <p>В чем сущность формализованного подхода при построении математической модели?</p>  |
| ОПК-1.2  | Решает стандартные профессиональные задачи с применением общетехнических знаний                                   | <p>Тематика практических занятий по математическому моделированию металлургических процессов</p> <p>Математическое моделирование процесса восстановления конвертерного шлака.</p> <p>Математическое моделирование процесса вакуумного раскисления металла.</p>   |
| ОПК-1.3  | Применяет методы моделирования и математического анализа для решения задач теоретического и прикладного характера | <p>Тема занятия:</p> <p>Математическое моделирование процесса вакуумного раскисления металла. Смоделировать зависимость содержания растворенного в металле кислорода от давления в газовой фазе циркуляционного вакууматора и содержания углерода в металле при обработке стали марки 08Ю.</p> <p>Необходимые для расчетов данные выбираются самостоятельно.</p> <p>Рекомендуемая литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. – 544 с.</li> <li>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.</li> </ol> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств |  |   |
| ОПК-5.1   | Применяет информационно-коммуникационные технологии для поиска, обработки, анализа и представления научно-технической информации | Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и итоговой аттестации в форме экзамена<br>Что такое модель типа «черный ящик»?<br>В чем особенность статических моделей?<br>Какие особенности имеют динамические модели?<br>В чем сущность содержательного подхода при построении математической модели?   |
| ОПК-5.2   | Определяет перечень ресурсов и аппаратно-программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности              | Тематика практических занятий по математическому моделированию металлургических процессов<br>Математическое моделирование процесса истечения дутья из верхней кислородной фурмы в конвертере.<br>Математическое моделирование процесса окисления марганца в кислородно-конвертерной плавке.<br>Математическое моделирование процесса формирования макроструктуры непрерывнолитой заготовки. |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование процессов и объектов в металлургии» 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 по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса или в форме теста. При оценке знаний на экзамене обязательно учитывается оценка, полученная обучающимся ранее при защите индивидуальной лабораторной работы по математическому моделированию конкретного технологического процесса.

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

– 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 экзамена в виде теста:**

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

– 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, что соответствует результату тестирования **75% и более;**

– 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, что соответствует результату тестирования **60 - 74 %;**

– 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, что соответствует результату тестирования **50 - 59 %;**

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся не демонстрирует знания теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, что соответствует результату тестирования **менее 50 %.**