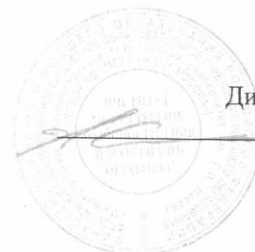




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

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

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

Директор ООО "Шлаксервис", канд. техн. наук  А.Б. Великий

## Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 и оптимизация технологических процессов» являются формирование определенного уровня компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»; формирование у обучающихся представлений и навыков по разработке математических моделей металлургических агрегатов и технологических процессов производства черных металлов.

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

Дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Теория процессов производства чугуна

Теория разлива и кристаллизации стали

Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали

Прикладная термодинамика и кинетика

Новые процессы в металлургии

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная - преддипломная практика

Производственная - технологическая практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование и оптимизация технологических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
ОПК-4.1	Производит поиск, анализ и синтез информации для разработки и принятия решений при проведении научных исследований и осуществления профессиональной деятельности в области металлургии и металлообработки
ОПК-4.2	Использует профессиональные знания для сравнения, классификации и преобразования информации, необходимой для совершенствования основных и вспомогательных операций технологических процессов производства металлопродукции широкого назначения
ОПК-4.3	Применяет существующие методологические подходы для структурирования, систематизации, хранения и передачи информации, требуемой для решения широкого спектра задач в практической деятельности

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

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

- контактная работа – 15,1 академических часов;
  - аудиторная – 15 академических часов;
  - внеаудиторная – 0,1 академических часов
  - самостоятельная работа – 92,9 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.				
Разделы дисциплины								
1 Структура процесса моделирования. Сложные системы и модели	2			1	8	Изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2 Моделирование металлургических процессов с использованием термодинамических и кинетических закономерностей. Экспериментально-статистические модели технологических процессов				11/6И	60,9	Изучение литературы, подготовка к курсовой работе	Защита индивидуального задания	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
3 Использование моделей для исследования, управления и обучения				1	8	Изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
4 Оптимизация металлургических процессов на основе математических моделей				1	8	Изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
5 Примеры моделей металлургических процессов				1	8	Изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
Итого по разделу				15/6И	92,9			
Итого за семестр				15/6И	92,9		зачёт	
Итого по дисциплине				15/6И	92,9		зачет	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции при изучении данной дисциплины не предусмотрены. Поэтому студенты должны осуществлять опережающее самостоятельное изучение теоретического материала с подготовкой вопросов преподавателю, вследствие чего часть практического занятия проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. 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 (модуля)

### а) Основная литература:

1. 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>

### 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. Богатырева, Е. В. Инженерные расчеты в металлургии : учебное пособие / Е. В. Богатырева. — Москва : МИСИС, 2015. — 203 с. — ISBN 978-5-87623-867-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116602>

3. Салихов, З. Г. АСУ технологическими процессами металлургии: интеллектуальные системы управления горно-металлургическими процессами : учебно-методическое пособие / З. Г. Салихов, И. Т. Кимяев, К. З. Салихов. — Москва : МИСИС, 2011. — 165 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116690>

4. Зальцман, Э. С. Математическое моделирование тепловых процессов в отливках и форм-мах : учебное пособие / Э. С. Зальцман, В. В. Шемякин. — Москва : МИСИС, 2001. — 84 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116972>

### 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 22.04.02 – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2012. – 8 с.

2. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на слябовой МНЛЗ – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2016. – 20 с.

3. Селиванов В.Н., Столяров А.М. Определение технологических параметров разливки стали на сортовой МНЛЗ – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2016. – 22 с.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information 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>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

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

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 «Моделирование и оптимизация технологических процессов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение групповых или индивидуальных заданий по изучаемому разделу дисциплины

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу дисциплины с проработкой материала, выполнении курсовой работы на заданную тематику.

### **Перечень тем для проведения устного опроса:**

1. Порядок проведения моделирования металлургических процессов.
2. Основные термодинамические закономерности, используемые при моделировании процессов выплавки чугуна в доменной печи.
3. Основные термодинамические закономерности, используемые при моделировании процессов выплавки стали в кислородном конвертере.
4. Кинетические закономерности, используемые при моделировании процесса безуглероживания стали.
5. Оценка достоверности стохастических зависимостей для моделирования технологических процессов.
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?

### **Примерный перечень тем индивидуальных заданий**

1. Математическое моделирование процесса окисления марганца в кислородно-конвертерной плавке.
2. Математическое моделирование процесса окисления марганца в электродуговой печи.
3. Математическое моделирование процесса разлива стали на двухручьева слябовой МНЛЗ.
4. Математическое моделирование процесса дефосфорации металла в кислородно-конвертерной плавке.
5. Математическое моделирование процесса шлакообразования в кислородном конвертере.
6. Математическое моделирование процесса окисления углерода в кислородно-конвертерной плавке.
7. Математическое моделирование процесса дефосфорации металла в дуговой сталеплавильной печи.
8. Математическое моделирование процесса десульфурации кислородно-конвертерного металла в сталеразливочном ковше твердой шлакообразующей смесью (ТШС).

**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 находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</b>		
<b>ОПК-4.1</b>	Производит поиск, анализ и синтез информации для разработки и принятия решений при проведении научных исследований и осуществления профессиональной деятельности в области металлургии и металлообработки	<p style="text-align: center;"><b><i>Перечень тем для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация моделей по назначению.</li> <li>2. Методы решения оптимизационных задач.</li> <li>3. Сущность метода крутого восхождения.</li> <li>4. Сущность симплексного метода.</li> <li>5. Критерии оптимизации.</li> <li>6. Порядок проведения моделирования металлургических процессов.</li> <li>7. Основные термодинамические закономерности, используемые при моделировании процессов выплавки чугуна в доменной печи.</li> <li>8. Основные термодинамические закономерности, используемые при моделировании процессов выплавки стали в кислородном конвертере.</li> <li>9. Кинетические закономерности, используемые при моделировании процесса обезуглероживания стали.</li> <li>10. Оценка достоверности стохастических зависимостей для моделирования технологических процессов.</li> </ol>
<b>ОПК-4.2</b>	Использует профессиональные знания для сравнения, классификации и преобразования информации, необходимой для совершенствования основных и вспомогательных операций	<p style="text-align: center;"><b><i>Перечень тем индивидуальных заданий</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическое моделирование процесса окисления марганца в кислородно-конвертерной плавке.</li> <li>2. Математическое моделирование процесса окисления марганца в электродуговой печи.</li> <li>3. Математическое моделирование процесса разливки стали на двухручьеваой слябовой</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	технологических процессов производства металлопродукции широкого назначения	МНЛЗ. 4. Математическое моделирование процесса дефосфорации металла в кислородно-конвертерной плавке. 5. Математическое моделирование процесса шлакообразования в кислородном конвертере. 6. Математическое моделирование процесса окисления углерода в кислородно-конвертерной плавке. 7. Математическое моделирование процесса дефосфорации металла в дуговой сталеплавильной печи. 8. Математическое моделирование процесса десульфурации кислородно-конвертерного металла в сталеразливочном ковше твердой шлакообразующей смесью (ТШС).
<b>ОПК-4.3</b>	Применяет существующие методологические подходы для структурирования, систематизации, хранения и передачи информации, требуемой для решения широкого спектра задач в практической деятельности	<p style="text-align: center;"><b>Задания на решение задач из профессиональной области</b></p> Математическое моделирование процесса окисления марганца в кислородно-конвертерной плавке. Смоделировать зависимость остаточного содержания марганца в металле перед выпуском из конвертера от расхода жидкого чугуна и основности шлака для условий ОАО «ММК». Определить оптимальные условия для получения остаточного содержания марганца в металле не менее 0,07 %.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» включает защиту курсовой работы и сдачу зачета.

Критерии оценки промежуточной аттестации в форме зачета (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

***Показатели и критерии оценивания зачета:***

на оценку «**зачтено**» - обучающийся должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «**не зачтено**» - обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.