

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
**СТИ НИТУ «МИСИС»**

Рабочая программа утверждена  
 решением Ученого совета  
 СТИ НИТУ «МИСИС»  
 от «24» июня 2025 г.  
 протокол № 26

## Рабочая программа дисциплины

# Моделирование и оптимизация технологических процессов / Оптимизация технологических процессов

Закреплена за кафедрой	<b><u>Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой</u></b>
Направление подготовки	22.04.02 Металлургия
Профиль	Технология производства металлизированного сырья
Квалификация	<b><u>Магистр</u></b>
Форма обучения	<b><u>Очная</u></b>
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	<u>108</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>34</u>
самостоятельная работа	<u>74</u>
часов на контроль	<u>          </u>

Формы контроля в семестрах:  
 зачет 3

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Год набора 2025 г.

Программу составил:  
доцент, кандидат технических наук, доцент  
Скляр Виталий Александрович

*Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью*



*подпись*

Рабочая программа дисциплины

**Моделирование и оптимизация технологических процессов / Оптимизация технологических процессов**

*наименование*

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСИС»:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ от 05.03.2020г. №950.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:

22.04.02 - Metallurgy,

Профиль: Технология производства металлизированного сырья, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС»

24.06.2025 г., протокол № 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

*наименование кафедры*

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8.

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

*аббревиатура наименования кафедры*

«05» июня 2025 г.



*подпись*

А.В. Сазонов

*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО  
зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой,  
доктор технических наук, доцент

*должность, уч. ст., уч. зв.*

«05» июня 2025 г.



*подпись*

А.В. Сазонов

*И.О. Фамилия*

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель дисциплины – приобретение студентами знаний и навыков в области оптимизации технологических процессов	
Задачи дисциплины:	
1. Сформировать представление об различных подходах к оптимизации технологических процессов на основе методик оптимизации и создания математических моделей.	
2. Ознакомить с теорией численных методов и методиками поиска экстремума функции одной и нескольких переменных.	
3. Привить навыки использования численных методов для оптимизации реальных металлургических процессов.	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Философские проблемы науки и техники
2.1.2	Современные проблемы металлургии и материаловедения
2.1.3	Организация и математическое планирование эксперимента
2.1.4	Моделирование и оптимизация технологических процессов / Моделирование технологических процессов
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Научно-исследовательская работа 3
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>	
Знать:	УК- 1 -З1 возможности решения задач оптимизации в современных программных продуктах
Уметь:	УК- 1 -У1 подбирать необходимую методику оптимизации исходя из особенностей процесса
Владеть:	УК- 1 -В1 навыками работы в специализированных программных средствах для выполнения оптимизации
<b>УК- 2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
Знать:	УК- 2 -З1 экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов в металлургическом производстве
Уметь:	УК- 2 -У1 выявлять наиболее важные параметры металлургического процесса для оптимизации
Владеть:	УК- 2 -В1 навыками определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы металлургического оборудования
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии</b>	
Знать:	ОПК-1 -З1 общую постановку задач оптимизации для различных технологических процессов
Уметь:	ОПК-1 -У1 грамотно и правильно подойти к постановке задачи оптимизации
Владеть:	ОПК-1 -В1 навыками постановки задачи оптимизации
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях</b>	
Знать:	ОПК-2 -З1 примеры оптимизации реальных технологических процессов, подходы к описанию процесса оптимизации для составления научно-технических отчетов.
Уметь:	ОПК-2 -У1 пользоваться методиками оптимизации технологических процессов
Владеть:	ОПК-2 -В1 навыками интерпретации результатов применения оптимизационных методик
<b>ПК-2: Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</b>	
Знать:	ПК-2 -З1 методы анализа результатов оптимизации
Уметь:	ПК-2 -У1 обработать результаты оптимизации для последующей их визуализации и статистической обработки
Владеть:	ПК-2 -В1 навыками анализа результатов оптимизации, с последующим их оформлением

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1 Методы оптимизации функции одной переменной</b>					
1.1	Общая постановка задач оптимизации /Пр/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.2 Э1	
1.2	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
1.3	Возможности решения задач оптимизации в MicrosoftExcel /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
1.4	Классический метод поиска экстремума функции и метод последовательного перебора /Пр/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.2	
1.5	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
1.6	Применение метода последовательного перебора /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
1.7	Метод дихотомии и золотого сечения /Пр/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3	

				ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 2.4 Л 3.2 Э1 Э3	
1.8	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
1.9	Применение метода дихотомии и золотого сечения /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
1.10	Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	3	4	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4	
	<b>Раздел 2 Методы оптимизации функции нескольких переменных</b>					
2.1	Метод покоординатного спуска и метод Коши /Пр/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.2 Э1	
2.2	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
2.3	Применение метода покоординатного спуска /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
2.4	Метод штрафных функций /Пр/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1	Л 1.1 Л 1.3	

				ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.2	
2.5	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	4	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
2.6	Применение метода Коши /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
2.7	Линейное программирование: симплекс-метод /Пр/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.2 Э2	
2.8	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	4	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
2.9	Применение метода штрафных функций /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 3.3	
2.10	Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	3	6	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4	
	<b>Раздел 3 Оптимизация технологических процессов в металлургии</b>					
3.1	Методы оптимизации расхода энергии при	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1	Л 1.1 Л 1.2	

	производстве чугуна и стали /Пр/			ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 2.1 Л 3.2	
3.2	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 3.3	
3.3	Оптимизация процесса сталеплавильного производства /Лаб/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 3.3	
3.4	Оптимизация расхода энергии на нагрев металла и в процессах обработки металлов давлением /Пр/	3	3	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 3.2	
3.5	Подготовка к лабораторной работе /Ср/	3	2	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 3.3	
3.6	Оптимизация температуры нагрева металла под прокатку /Лаб/	3	3	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 3.3	

				ПК-2 -B1		
3.7	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	3	10	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.3	
3.8	Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	3	4	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 3.2	
3.9	Выполнение домашнего задания /Ср/	3	30	ОПК-1 -З1 ОПК-1 -У1 ОПК-1 -В1 ОПК-2 -З1 ОПК-2 -У1 ОПК-2 -В1 УК- 2 -З1 УК- 2 -У1 УК- 2 -В1 УК- 1 -З1 УК- 1 -У1 УК- 1 -В1 ПК-2 -З1 ПК-2 -У1 ПК-2 -В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Экзамен (зачёт с оценкой) не предусмотрен.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 3 по курсу предусмотрен зачет. Возможна простановка зачета на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 3. В семестре 3 предусмотрены:

- 1) Практические занятия.
- 2) Лабораторные работы.
- 3) Контрольная работа № 1 по разделу 1.
- 4) Контрольная работа № 2 по разделу 2.
- 5) Контрольная работа № 3 по разделу 3.
- 6) Домашнее задание.

**Практические занятия** (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

В практикуме (п. 8) изложены основы оптимизации технологических процессов, методики поиска экстремума функции, приведены примеры оптимизации реальных металлургических процессов. В начале каждой темы занятия



проводится контроль знаний и готовности студента к практическому занятию по контрольным вопросам, изложенным в ФОМ.

**Лабораторные работы.** (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

Лабораторные работы выполняются в соответствии с требованиями лабораторного практикума (п. 8). Лабораторный практикум содержит теоретический материал, алгоритм работы и контрольные вопросы необходимые для выполнения и защиты лабораторных работ.

**Домашнее задание** (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

Теоретическая часть:

Теоретическая часть домашнего задания оформляется в виде развернутого ответа на теоретические вопросы суммарным объемом 7...10 страниц.

Практическая часть:

Выполнить оптимизацию производственной программы цеха.

Контрольные работы состоят из двух теоретических вопросов по соответствующему разделу.

Перечень вопросов по разделам для контрольных работ.

#### **Раздел 1. Методы оптимизации функции одной переменной**

1. Общая постановка задач оптимизации технологических процессов (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
2. Цели проведения оптимизации технологических процессов (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
3. Выбор критерия оптимизации (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
4. Классификация задач оптимизации (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
5. Понятие локального и глобального минимума/максимума (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
6. Классификация численных методов поиска экстремума функции (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
7. Классический метод поиска экстремума функции одной переменной (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
8. Метод равномерного перебора (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
9. Метод золотого сечения (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
10. Метод дихотомии (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).

#### **Раздел 2. Методы оптимизации функции нескольких переменных**

1. Метод покоординатного спуска (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
2. Метод Коши (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
3. Методов штрафных функций (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).
4. Линейное программирование: симплекс-метод (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ОПК-2 -З1, ОПК-2 -У1, ОПК-2 -В1).

#### **Раздел 3. Оптимизация технологических процессов в металлургии**

1. Методы оптимизации расхода энергии при производстве чугуна (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
2. Методы оптимизации расхода энергии в процессах прямого восстановления железа (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
3. Методы оптимизации расхода энергии при производстве стали (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
4. Оптимизация расхода энергии на нагрев металла (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
5. Оптимизация расхода энергии в процессах обработки металлов давлением (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).
6. Оценка и проверка результатов оптимизации (ОПК-1 -З1, ОПК-1 -У1, ОПК-1 -В1, УК- 2 -З1, УК- 2 -У1, УК- 2 -В1, УК- 1 -З1, УК- 1 -У1, УК- 1 -В1, ПК-2 -З1, ПК-2 -У1, ПК-2 -В1).

Подробное описание оценочных материалов для аттестации обучающихся приведено в ФОМ.
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>
Экзамен не предусмотрен.
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины</b>
<p><i>Обучающийся получает зачет при своевременном и правильном выполнении всех видов работ, предусмотренных текущей аттестацией по дисциплине. Методика оценки знаний, умений и навыков обучающегося:</i></p> <p><i>1) Защита домашнего задания</i></p> <p><i>Зачтено:</i> домашнее задание оформлено в соответствии с требованиями, выполнен весь объем ДЗ, правильность выполнения составляет не менее 75-80 %, выявленные недочеты студент может устранить при защите, владеет терминологией, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, логически мыслит, показывает достаточные знания в объеме защищаемой темы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу.</p> <p><i>Не зачтено:</i> оформление домашнего задания не соответствует требованиям, выполнены не все части ДЗ, студент не может устранить выявленные недочеты и замечания, не понимает сущности задаваемых вопросов, не ориентируется в тематике домашнего задания, допускает грубые ошибки при ответе.</p> <p><i>2) Решение задач на практических занятиях</i></p> <p><i>Зачтено:</i> студент владеет в достаточном объеме терминологией и теоретическими знаниями по тематике практического занятия, умеет применять их для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу</p> <p><i>Не зачтено:</i> студент не владеет терминологией, имеет недостаточный объем знаний теоретического материала, чтобы применять его для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, не понимает сущности изучаемой темы, допускает грубые ошибки в расчетах и ответах на поставленные вопросы.</p> <p><i>3) Контрольная работа</i></p> <p><i>Зачтено:</i> при выполнении контрольной работы студент показывает достаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет 60 % и выше.</p> <p><i>Не зачтено:</i> при выполнении контрольной работы студент показывает недостаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет менее 60 %.</p> <p><i>4) Выполнение и защита лабораторных работ</i></p> <p><i>Зачтено:</i> студент уверенно применяет на практике полученные знания, грамотно и логически стройно излагает материал, в отчете и при ответе умеет формулировать выводы из проделанных экспериментов с применением теоретических знаний, допускает незначительные ошибки.</p> <p><i>Не зачтено:</i> студент при лабораторных исследованиях не умеет применять полученные знания, допускает грубые ошибки в отчете и при ответе.</p>

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
Л 1.1	А.П. Смирнов	Методы оптимизации	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : МИСИС, 2002
Л 1.2	А.В. Пантелеев, Т.А. Летова	Методы оптимизации в примерах и задачах	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Высшая школа, 2008
Л 1.3	А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко	Методы оптимизации : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=481034">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=481034</a>	Томск : ТУСУР, 2017
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
Л 2.1	Е. Н. Чумаченко, И. В. Логашина	Математическое моделирование и оптимизация процессов деформирования материалов при	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : ООО НПП ЭКОМЕТ, 2008

		обработке давлением		
Л 2.2	А.Г. Кремлёв	Методы оптимизации : учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=239827">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=239827</a>	– Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012
Л 2.3	Азарнова Т.В., Каширина И.Л., Чернышова Г.Д.	Методы оптимизации: Учебное пособие	Единое окно доступа к образовательным ресурсам <a href="http://window.edu.ru/resource/054/27054">http://window.edu.ru/resource/054/27054</a>	Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003
Л 2.4	Харчистов Б.Ф.	Методы оптимизации: Учебное пособие	Единое окно доступа к образовательным ресурсам <a href="http://window.edu.ru/resource/801/28801">http://window.edu.ru/resource/801/28801</a>	- Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004

### 6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Скляр В.А. Смирнов Е.Н.	Оптимизация технологических процессов. Методические указания к выполнению домашнего задания.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2020
Л 3.2	Скляр В.А. Смирнов Е.Н.	Оптимизация технологических процессов. Практикум	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2021
Л 3.3	Скляр В.А. Смирнов Е.Н.	Оптимизация технологических процессов. Лабораторный практикум	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2021

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Онлайн калькуляторы по методам оптимизации <a href="https://math.semestr.ru/optim/optim-manual.php">https://math.semestr.ru/optim/optim-manual.php</a>
Э2	Калькулятор симплекс-метода <a href="https://programforyou.ru/calculators/simplex-method">https://programforyou.ru/calculators/simplex-method</a>
Э3	Онлайн калькулятор: Золотое сечение <a href="https://planetcalc.ru/1061/">https://planetcalc.ru/1061/</a>

### 6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	MS Windows
П 2	MS Office

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И 4	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1	<b>Учебная аудитория</b> <b>Аудитория № 306</b> Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 - 4 шт., рабочая станция HP Z420 - 8 шт., проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032.
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.2	<p><b>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</b>  <b>Аудитория № 306</b>  Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий  Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:  комплект учебной мебели на 25 посадочных мест,  рабочая станция Core i3-4130 - 4 шт.,  рабочая станция HP Z420 - 8 шт.,  проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032.  В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.</p>
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
5. Активно работать с научными базами в сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

При изучении дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов / Оптимизация технологических процессов» необходимо использовать следующие учебные издания, разработанные на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой и рекомендованные к использованию в учебном процессе:

Скляр В.А. Смирнов Е.Н. Оптимизация технологических процессов (Практикум для обучающихся по направлению 22.04.02 «Металлургия»).

Скляр В.А. Смирнов Е.Н. Оптимизация технологических процессов (Лабораторный практикум для обучающихся по направлению 22.04.02 «Металлургия»).