



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



Директор  
И.А. Лапин

15.07.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Моделирование процессов и объектов в металлургии

Закреплена за кафедрой **металлургии**

Учебный план Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Виды контроля на курсах:

в том числе:

экзамены 4

аудиторные занятия 12

самостоятельная работа 87

часов на контроль 9

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		4		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Лекции	2	2	4	4	6	6
Практические			6	6	6	6
Итого ауд.	2	2	10	10	12	12
Контактная работа	2	2	10	10	12	12
Сам. работа	34	34	53	53	87	87
Часы на контроль			9	9	9	9
Итого	36	36	72	72	108	108

Разработчик программы:

канд. техн. наук, проф. кафедры, Агеев Никифор Георгиевич \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Моделирование процессов и объектов в металлургии**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"  
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**металлургии**

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3  
Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
По окончании обучения бакалавры будут способны:	
-самостоятельно приобретать знания, используя современные информационные и образовательные технологии;	
-использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	
-оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;	
-сочетать теорию и практику для решения инженерных задач.	
<b>1.1 Задачи</b>	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:	
-способность использовать информационные средства и технологии при решении задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;	
-способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке.	
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Информатика
2.1.2	Компьютерная графика
2.1.3	Учебная практика
2.1.4	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Государственная итоговая аттестация
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.4	Процедура защиты выпускной квалификационной работы
2.2.5	
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-8: способность использовать информационные средства и технологии при решении задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
Методологии постановки задачи и построения модели для изучения технологических процессов.	
<b>Уметь:</b>	
Выбирать метод постановки задачи и строить модели для характеристик объекта, процесса.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками применения математического аппарата для анализа изучаемого объекта, процесса с требуемой точностью.	
<b>ПК-10: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Знать:</b>	
Математические методы оптимизации, принципы их выбора и основы обработки результатов.	
<b>Уметь:</b>	
Использовать методологию математического моделирования для выбора оптимальных условий технологического процесса.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками анализа полученных значений и принятия обоснованных решений.	
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>	
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	1. Методологии постановки задачи и построения модели для изучения технологических процессов.
3.1.2	2. Математические методы оптимизации, принципы их выбора и основы обработки результатов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	1. Выбирать метод постановки задачи и строить модели для характеристик объекта, процесса.
3.2.2	2. Использовать методологию математического моделирования для выбора оптимальных условий технологического процесса.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	1. Навыками применения математического аппарата для анализа изучаемого объекта, процесса с требуемой точностью.							
3.3.2	2. Навыками анализа полученных значений и принятия обоснованных решений.							
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Основы структурных связей исследуемых систем</b>							
1.1	Выделение объекта из внешней среды. Основные свойства систем. Внутренняя структура системы. Наличие связей между элементами. Интегративное качество. Основные типы связей и их характеристики. Количественные оценки связей. Основные входы и выходы системы. Оператор перехода. Классификационные признаки и основные классы систем. /Лек/	3	2	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	Выделение объекта из внешней среды. Основные свойства систем. Внутренняя структура системы. Наличие связей между элементами. Интегративное качество. Основные типы связей и их характеристики. Количественные оценки связей. Основные входы и выходы системы. Оператор перехода. Классификационные признаки и основные классы систем. /Ср/	3	34	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 2. Методология моделирования</b>							
2.1	Определение модели. Объект и субъект моделирования. Существенные стороны металлургических систем. Цели моделирования. Принципы создания эмпирических и структурных моделей. Масштабы объектов моделирования. Моделирование физико-химических явлений, реакторов, технологических схем. Идентификация и мера качества полученной модели. Описание термодинамики и кинетики химических реакций. Модель идеального вытеснения и модель идеального перемешивания. Ячеечная модель потока. Применение идеализированных моделей для конкретных технологических аппаратов. Моделирование гетерогенных химических реакций в различных идеализированных потоках. Тепловые явления. Реакторы с частичным теплообменом, адиабатические и изотермические. Модель реактора с частичным теплообменом в условиях потока идеального вытеснения и идеального перемешивания. Модели плавки наштейн в печи Ванюкова, обжига цинкового концентрата в печи КС, электроосаждения цинка. /Лек/	4	2	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

2.2	<p>Определение модели. Объект и субъект моделирования. Существенные стороны металлургических систем. Цели моделирования. Принципы создания эмпирических и структурных моделей. Масштабы объектов моделирования. Моделирование физико-химических явлений, реакторов, технологических схем. Идентификация и мера качества полученной модели. Описание термодинамики и кинетики химических реакций. Модель идеального вытеснения и модель идеального перемешивания. Ячеечная модель потока. Применение идеализированных моделей для конкретных технологических аппаратов. Моделирование гетерогенных химических реакций в различных идеализированных потоках. Тепловые явления. Реакторы с частичным теплообменом, адиабатические и изотермические. Модель реактора с частичным теплообменом в условиях потока идеального вытеснения и идеального перемешивания. Модели плавки на штейн в печи Ванюкова, обжига цинкового концентрата в печи КС, электроосаждения цинка. /Пр/</p>	4	3	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.3	<p>Определение модели. Объект и субъект моделирования. Существенные стороны металлургических систем. Цели моделирования. Принципы создания эмпирических и структурных моделей. Масштабы объектов моделирования. Моделирование физико-химических явлений, реакторов, технологических схем. Идентификация и мера качества полученной модели. Описание термодинамики и кинетики химических реакций. Модель идеального вытеснения и модель идеального перемешивания. Ячеечная модель потока. Применение идеализированных моделей для конкретных технологических аппаратов. Моделирование гетерогенных химических реакций в различных идеализированных потоках. Тепловые явления. Реакторы с частичным теплообменом, адиабатические и изотермические. Модель реактора с частичным теплообменом в условиях потока идеального вытеснения и идеального перемешивания. Модели плавки на штейн в печи Ванюкова, обжига цинкового концентрата в печи КС, электроосаждения цинка. /Ср/</p>	4	28	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Интеракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Оптимизация технологических процессов</b>							

3.1	Выбор критериев оптимальности, оптимизирующих факторов. Формулировка целевой функции. Выбор метода решения. Существование решения, сходимость метода. Метод перебора, метод половинного деления, метод "золотого сечения". Преимущества и недостатки этих методов. Метод координатного спуска, градиентные методы, симплекс-методы. Преимущества и недостатки различных методов решения. Влияние ограничений на решение. Существующие методы решения задач с ограничениями. /Лек/	4	2	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.2	Выбор критериев оптимальности, оптимизирующих факторов. Формулировка целевой функции. Выбор метода решения. Существование решения, сходимость метода. Метод перебора, метод половинного деления, метод "золотого сечения". Преимущества и недостатки этих методов. Метод координатного спуска, градиентные методы, симплекс-методы. Преимущества и недостатки различных методов решения. Влияние ограничений на решение. Существующие методы решения задач с ограничениями. /Пр/	4	3	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.3	Выбор критериев оптимальности, оптимизирующих факторов. Формулировка целевой функции. Выбор метода решения. Существование решения, сходимость метода. Метод перебора, метод половинного деления, метод "золотого сечения". Преимущества и недостатки этих методов. Метод координатного спуска, градиентные методы, симплекс-методы. Преимущества и недостатки различных методов решения. Влияние ограничений на решение. Существующие методы решения задач с ограничениями. /Ср/	4	25	ПК-8 ПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

#### 4.1 Образовательные технологии

Лекция-диалог

Командная работа

### 5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Комплект оценочных средств

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Самарский А. А., Михайлов А. П.	Математическое моделирование: идеи, методы, примеры: монография	Москва: Физматлит, 2005	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68976">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68976</a>
Л1.2	Закгейм А. Ю.	Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Москва: Логос, 2012	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84988">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84988</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.3	Аверченков В. И., Федоров В. П., Хейфец М. Л.	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Москва: ФЛИНТА, 2016	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344</a>

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Губарь Ю. В.	Введение в математическое моделирование: практическое пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233992">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233992</a>
Л2.2	Клинов А. В., Малыгин А. В.	Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258853">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258853</a>
Л2.3	Клинов А. В., Мухаметзянова А. Г.	Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270540">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=270540</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Windows
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.3	Mozilla Firefox
6.3.1.4	7-Zip
6.3.1.5	Google Chrome

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
228	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная LCD-панель. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным

ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Задания и методические указания к выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины моделирование процессов и объектов в металлургии и представлены в УМК дисциплины.

Практические занятия включают в себя освоение действий, обсуждение проблем по основным разделам курса и направлены на углубление изученного теоретического материала и на приобретение умений и навыков.

При подготовке к практическим занятиям используются методические указания, в которых описаны содержание и методы их проведения, условия выполнения, сформулированы вопросы к результатам выполнения заданий.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины моделирование процессов и объектов в металлургии и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к экзамену.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.