



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



29.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТИВНЫЙ МОДУЛЬ ИССЛЕДОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
Моделирование и оптимизация технологических
процессов**

Закреплена за кафедрой **металлургии**

Учебный план 22.04.02 **Металлургия**

Квалификация **магистр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	216
в том числе:	
аудиторные занятия	16
самостоятельная работа	191
часов на контроль	9

Виды контроля на курсах:
экзамены 2

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	1		2		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Лекции	4	4			4	4
Практические	4	4	8	8	12	12
Итого ауд.	8	8	8	8	16	16
Контактная работа	8	8	8	8	16	16
Сам. работа	28	28	163	163	191	191
Часы на контроль			9	9	9	9
Итого	36	36	180	180	216	216

Разработчик программы:

канд. техн. наук, проф. кафедры, Агеев Никифор Георгиевич _____

Рабочая программа дисциплины

Моделирование и оптимизация технологических процессов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallургия

утвержденного учёным советом вуза от 20.09.2018 протокол № 8.

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Сформировать у магистранта знания навыки и умения в системном анализе, приемах создания математических моделей технологических процессов и аппаратов и использования моделей для исследования, прогнозирования результатов технологического процесса (проектирования), управления и оптимизации.	
1.1 Задачи	
Задачами освоения дисциплины является формирование у студента следующих компетенций: -способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий; -способность решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии; -способность находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности; -способность применять IT-технологии в профессиональной деятельности; -способность прогнозировать работоспособность объектов металлургического производства в различных условиях эксплуатации.	
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.01
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» осваивается параллельно с дисциплинами данного модуля.
2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Государственная итоговая аттестация
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	
ИОПК 1.2: Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, корректировать их в соответствии с ТУ	
ИОПК 1.1: Знает: физико-химические основы металлургических процессов, характеристики и принципы действия оборудования, используемого в технологических процессах получения цветных металлов и их сплавов, а также сопряженных процессов	
ИОПК 1.3: Владеет: навыками поиска и устранения причин появления нестандартных ситуаций в ограниченных временем условиях	
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	
ИОПК 4.1: Знает: принципы и подходы к поиску, хранению и обработке информации с использованием IT-технологий; технологию получения цветных металлов и сплавов, перечень технологических параметров	
ИОПК 4.2: Умеет: использовать современное программное обеспечение и математический аппарат для анализа, контроля и управления технологическими процессами получения цветных металлов и сплавов	
ИОПК 4.3: Владеет: методами и приемами управления металлургическими процессами с использованием информационных технологий; методикой структурирования задачи в условиях нестандартных ситуаций	
ПК-1.1: Способен применять IT-технологии в профессиональной деятельности	
ИПК 1.1.2: Умеет: выбирать необходимый инструментарий для анализа характеристик объекта	
ИПК 1.1.1: Знает: особенности применения IT-технологий в производстве получения цветных металлов; алгоритмы и структуру формирования информационных потоков	
ИПК 1.1.3: Владеет: навыками получения и обработки информации о процессах получения цветных металлов; методиками выбора критериев оценки результатов изучения объекта	
ПК-1.4: Способен прогнозировать работоспособность объектов металлургического производства в различных условиях эксплуатации	
ИПК 1.4.1: Знает: Физико-химические основы и практику металлургических операций получения цветных металлов; математическое моделирование	
ИПК 1.4.3: Владеет: навыками формализованного представления исследуемой задачи, анализа адекватности полученных результатов	
ИПК 1.4.2: Умеет: Выбирать необходимый математический аппарат для прогнозирования работы металлургических объектов	

ПК-2.1: Внедрять предложения, снижающие расходы на производственную деятельность
ИПК 2.1.2: Умеет: готовить предложения, снижающие расходы в процессе совершенствования и модернизации производства
ИПК 2.1.1: Знает: технологию, пути совершенствования и модернизации производственных процессов участка, цеха
ИПК 2.1.3: Владеет: навыками внедрения лабораторных и полупромышленных испытаний, направленных на оптимизацию существующих производств
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ИУК 1.2: Определяет этапы решения проблемы на основе анализа противоречий и абстрактного мышления
ИУК 1.1: Раскрывает сущность проблемы как системы противоречий на основе имеющейся информации
ИУК 1.4: Аргументировано проводит анализ оптимального решения проблемной ситуации и принимает обоснованное решение
ИУК 1.3: Рассматривает альтернативы решения проблемы на основе системного подхода, оценивает их преимущества и недостатки

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	1. Методологические основы постановки задач изучения технологических процессов;
3.1.2	2. Особенности технологических систем, их свойства;
3.1.3	3. Основы методики построения модели;
3.1.4	4. Математические методы оптимизации и принципы их выбора для решения конкретной задачи;
3.1.5	5. Методологию обработки результатов и основы принятия решений.
3.2	Уметь:
3.2.1	1. Формулировать задачи по исследованию технологических процессов и их отдельных параметров;
3.2.2	2. Выбирать необходимый математический аппарат для анализа физико-химических характеристик изучаемого объекта, процесса;
3.2.3	3. Использовать методологию математического моделирования для выбора необходимых и достаточных условий проведения опыта с требуемой точностью;
3.2.4	4. Выбирать управляющие воздействия, критерии оптимизации, назначать ограничения, формулировать целевую функцию;
3.2.5	5. Интерпретировать результаты решения оптимизационной задачи в терминах, понятных для технолога.
3.3	Владеть:
3.3.1	1. Реализовывать формализованное представление исследуемой задачи;
3.3.2	2. Применять математический аппарат для анализа изучаемого объекта, процесса;
3.3.3	3. Выполнять построение модели с учетом выбранных условий и заданной точностью;
3.3.4	4. Проводить анализ адекватности полученных значений и принимать обоснованное решение.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение в системный анализ							

1.1	Определение системы. Технологические процессы и объекты как технические системы. Системные свойства. Внутренние связи систем. Внешние связи систем. Классификация систем. /Лек/	1	4	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	Определение системы. Технологические процессы и объекты как технические системы. Системные свойства. Внутренние связи систем. Внешние связи систем. Классификация систем. /Пр/	1	4	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.3	Определение системы. Технологические процессы и объекты как технические системы. Системные свойства. Внутренние связи систем. Внешние связи систем. Классификация систем. /Ср/	1	28	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 2. Методы построения математических моделей							

2.1	Эмпирический и структурный подход к созданию моделей. Структурный подход и создание математических моделей. Качество модели. Моделирование химических реакций. Особенности моделей химических реакций с учетом потоков вещества. Моделирование явлений массопереноса. Моделирование тепловых явлений. Примеры математических моделей технологических объектов в цветной металлургии. /Пр/	2	6	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	Эмпирический и структурный подход к созданию моделей. Структурный подход и создание математических моделей. Качество модели. Моделирование химических реакций. Особенности моделей химических реакций с учетом потоков вещества. Моделирование явлений массопереноса. Моделирование тепловых явлений. Примеры математических моделей технологических объектов в цветной металлургии. /Ср/	2	123	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 3. Математические методы оптимизации процессов и объектов в металлургии							
3.1	Формализация задачи оптимизации и ее постановка в математической форме. Выбор метода решения оптимизационной задачи. Математические методы для решения однофакторных задач. Математические методы для решения многофакторных задач. Оптимизация при наличии ограничений. /Пр/	2	2	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

3.2	Формализация задачи оптимизации и ее постановка в математической форме. Выбор метода решения оптимизационной задачи. Математические методы для решения однофакторных задач. Математические методы для решения многофакторных задач. Оптимизация при наличии ограничений. /Ср/	2	40	ИУК 1.1 ИУК 1.2 ИУК 1.3 ИУК 1.4 ИОПК 1.1 ИОПК 1.2 ИОПК 1.3 ИОПК 4.1 ИОПК 4.2 ИОПК 4.3 ИПК 1.1.1 ИПК 1.1.2 ИПК 1.1.3 ИПК 1.4.1 ИПК 1.4.2 ИПК 1.4.3 ИПК 2.1.1 ИПК 2.1.2 ИПК 2.1.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	----	---	--------------------------------------	--	---	--

4.1 Образовательные технологии**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	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	https://e.lanbook.com/book/90165
Л1.2	Закгейм А. Ю.	Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Москва: Логос, 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Клинов А. В., Малыгин А. В.	Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258853
Л2.2	Клинов А. В., Мухаметзянова А. Г.	Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270540
Л2.3	Аверченков В. И., Федоров В. П., Хейфец М. Л.	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Москва: ФЛИНТА, 2016	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Visual Studio
6.3.1.2	PTC Mathcad Prime 5
6.3.1.3	Microsoft Windows
6.3.1.4	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.5	Google Chrome
6.3.1.6	Mozilla Firefox

6.3.1.7	7-Zip	
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.
426	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка. Трансформируемая перегородка. 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. Маркерная доска.
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		
<p>Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Задания и методические указания к выполнению практических занятий составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины "Моделирование и оптимизация технологических процессов" и представлены в УМК дисциплины.</p> <p>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.</p> <p>При подготовке к практическим занятиям используются методические указания, в которых описаны содержание и методы их проведения, условия выполнения, сформулированы вопросы к результатам выполнения заданий.</p> <p>Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины "Моделирование и оптимизация технологических процессов" и представлены в УМК дисциплины.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к экзамену, контрольной работе.</p>		

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.