



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

25.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА***

Направление подготовки (специальность)
18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очно-заочная

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

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Металлургии и химических технологий
16.04.2025, протокол № 8

Зав. кафедрой



А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
25.04.2025 г. протокол № 7

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры кафедры МиХТ, д.ф.-м.н.



А.Н. Смирнов

Рецензент:

доцент Химии, канд. хим.наук



Тарасюк Е.В.

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

подготовка выпускников к междисциплинарному созданию теоретических моделей технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий, а также к разработке программ и выполнение научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование и оптимизация технологических процессов переработки твёрдого топлива входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Численные методы в решении математических моделей

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

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен использовать прикладные компьютерные программы для моделирования технологических процессов переработки твердого топлива
ПК-2.1	Использует прикладные компьютерные программы для моделирования технологических процессов переработки твердого топлива

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 12,7 академических часов;
- аудиторная – 10 академических часов;
- внеаудиторная – 2,7 академических часов;
- самостоятельная работа – 86,6 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.								
1.1 Методы математической статистики	2	1		2	15	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование).	ПК-2.1
1.2 Моделирование с помощью факторного эксперимента		2		2	25	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение практических работ предусмотренных рабочей программой дисциплины. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Устный опрос (собеседование). Консультации. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-2.1
1.3 Квантово-химические методы моделирования				1	16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование). Консультации.	ПК-2.1
1.4 Квантово-химическое моделирование процессов переработки твердого топлива		1		1	30,6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение	Устный опрос (собеседование). Консультации. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-2.1

						практических работ предусмотренных рабочей программой дисциплины. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками.		
Итого по разделу	4		6	86,6				
Итого за семестр	4		6	86,6		экзамен		
Итого по дисциплине	4		6	86,6		экзамен		

5 Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются следующие образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

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. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211445>
2. Клинов, А. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. В. Клинов, А. Г. Мухаметзянова. — Казань : КНИТУ, 2009. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13289>

б) Дополнительная литература:

1. Исследование равновесия в системах газ-жидкость: теоретические основы и экспериментальные методики. / Г. Г. Елиманова, Э. А. Каралин, Д. В. Ксенофонов [и др.]. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102063>

2. Павлов, В. Б. Принципы и методы синтеза ресурсосберегающих химико-технологических процессов. / В. Б. Павлов, Е. А. Шулаева. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-7831-2115-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/396635>

в) Методические указания:

1. Бушуев, Е. Н. Математическое моделирование химико-технологических процессов на ТЭС и АЭС : учебное пособие / Е. Н. Бушуев. — Иваново : ИГЭУ, 2020. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183943>
2. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" : учебное пособие / Н. А. Самойлов. — 3-е изд., испр. И доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1553-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213266>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc

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 предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам к зачету.

Вопросы к зачету

Современные методы моделирования.

Математические методы моделирования.

Статистические методы моделирования.

Факторный эксперимент при моделировании процессов подготовки углей к коксованию.

Моделирование процессов подготовки угля к коксованию.

Моделирование флотационного процесса.

Моделирование технологических параметров процесса флотации:

- гранулометрического состава питания флотации,
- зольности питания флотации,
- плотности исходного питания,
- реагентного режима,
- расхода воздуха.

Квантово-химическое моделирование процессов подготовки углей к коксованию.

Основы квантово-химического моделирования взаимодействия флотационных реагентов с угольной поверхностью.

Построение водородных связей между угольной поверхностью и углеводородами.

Расчет взаимодействия модельных соединений угольной поверхности с углеводородами.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает практические занятия.

Пример практического задания

Рассчитать геометрические структуры следующих молекул моделирующих органическую массу угля:

- фенол;
- бензальдегид;
- бензойная кислота;
- хинон;
- бензотиол;
- пиридин.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся в виде выполнения индивидуального задания.

Пример индивидуального задания по дисциплине

Освоить работу программы обработки данных в EXEL:

- составить таблицу исходных данных флотации угля;
- получить уравнения регрессии;
- выявить наиболее значимые факторы;
- найти оптимальные параметры.

Таблица – Показатели флотации угля при использовании различных реагентов-собирателей

Реагентный режим (расход реагента, кг/т)		Суммарные показатели, %	
собиратель	вспениватель	выход	зольность
ТПД (2)	КОБС (0,15)	85	23,61
ТПД (0,5)	КОБС (0,15)	86,25	16,73
ТПД (2)	КОБС (0,15)	93,2	20,79
ТПД (0,5)	КОБС (0,15)	93,2	15,78
ТПД (2)	КОБС (0,05)	84,37	16,51
ТПД (0,5)	КОБС (0,05)	87,12	17,81
ТПД (2)	КОБС (0,05)	97,8	23,28
ТПД (0,5)	КОБС (0,05)	98,6	16,25
ТПД (2)	КОБС (0,15)	86,87	19,51
ТПД (0,5)	КОБС(0,15)	79,87	20,26

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																								
ПК-2 Способен использовать прикладные компьютерные программы для моделирования технологических процессов переработки твердого топлива																										
ПК-2.1	Использует прикладные компьютерные программы для моделирования технологических процессов переработки твердого топлива	<p>Пример индивидуального задания по дисциплине</p> <p>Освоить работу программы обработки данных в EXEL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составить таблицу исходных данных флотации угля; - получить уравнения регрессии; - выявить наиболее значимые факторы; - найти оптимальные параметры. <p>Таблица – Показатели флотации угля при использовании различных реагентов-собирателей</p> <table border="1" data-bbox="1317 1043 2085 1430"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="1317 1043 1783 1155">Реагентный режим (расход реагента, кг/т)</th> <th colspan="2" data-bbox="1783 1043 2085 1155">Суммарные показатели, %</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1317 1155 1541 1209">собиратель</th> <th data-bbox="1541 1155 1783 1209">вспениватель</th> <th data-bbox="1783 1155 1901 1209">выход</th> <th data-bbox="1901 1155 2085 1209">зольность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1317 1209 1541 1264">ТПД (2)</td> <td data-bbox="1541 1209 1783 1264">КОБС (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1209 1901 1264">85</td> <td data-bbox="1901 1209 2085 1264">23,61</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 1264 1541 1318">ТПД (0,5)</td> <td data-bbox="1541 1264 1783 1318">КОБС (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1264 1901 1318">86,25</td> <td data-bbox="1901 1264 2085 1318">16,73</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 1318 1541 1372">ТПД (2)</td> <td data-bbox="1541 1318 1783 1372">КОБ□ (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1318 1901 1372">93,2</td> <td data-bbox="1901 1318 2085 1372">20,79</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 1372 1541 1430">ТПД (0,5)</td> <td data-bbox="1541 1372 1783 1430">КОБС (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1372 1901 1430">93,2</td> <td data-bbox="1901 1372 2085 1430">15,78</td> </tr> </tbody> </table>	Реагентный режим (расход реагента, кг/т)		Суммарные показатели, %		собиратель	вспениватель	выход	зольность	ТПД (2)	КОБС (0,15)	85	23,61	ТПД (0,5)	КОБС (0,15)	86,25	16,73	ТПД (2)	КОБ□ (0,15)	93,2	20,79	ТПД (0,5)	КОБС (0,15)	93,2	15,78
Реагентный режим (расход реагента, кг/т)		Суммарные показатели, %																								
собиратель	вспениватель	выход	зольность																							
ТПД (2)	КОБС (0,15)	85	23,61																							
ТПД (0,5)	КОБС (0,15)	86,25	16,73																							
ТПД (2)	КОБ□ (0,15)	93,2	20,79																							
ТПД (0,5)	КОБС (0,15)	93,2	15,78																							

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		ТПД (2)	КОБС (0,05)	84□37	16,51
		ТПД (0,5)	КОБС (0,05)	87,12	17,81
		ТПД (2)	КОБС (0,05)	97,8	23,28
		ТПД (0,5)	КОБС (0,05)	98,6	16,25
		ТПД (2)	КОБС (0,15)	86,87	19,51
		ТПД (0,5)	КОБС(0,15)	79,87	20,26
		<p>Пример практического задания</p> <p>Рассчитать методом квантово-химического моделирования геометрические структуры молекул моделирующих ОМУ.</p> <ul style="list-style-type: none"> -фенол; -бензальдегид; -бензойная кислота; -хинон; -бензотиол; -пиридин. 			

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– 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.