



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
09.02.2023 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

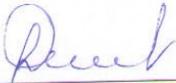
Институт/ факультет Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра Металлургии и химических технологий
Курс 2

Магнитогорск
2023 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 Metallургии и химических технологий

08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

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

 А.Н. Смирнов

Рецензент:

ведущий специалист НТЦ
группы по АКДП ПАО "ММК", канд. техн. наук

 Е.Н. Степанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 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 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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, ха-рактеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий, а также к разработке программ и выполнение научных исследований, обработка и анализ их ре-зультатов, 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 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,7 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 86,6 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. 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 практических работ предусмотренных рабочей программой дисциплины. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками.	Устный опрос (собеседование). Консультации. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-2.1
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 (модуля)

а) Основная литература:

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. Современные аналитические методы исследования твердых горючих ископаемых : учебное пособие / С. А. Эпштейн, В. И. Минаев, И. М. Никитина [и др.]. — Москва : Горная книга, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-98672-451-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101755>

б) Дополнительная литература:

1. Петухов, В. Н. Основы квантово-химического моделирования взаимодействия флотационных реагентов с угольной поверхностью [Текст]: монография / В. Н. Петухов, Н. Ю. Свечникова, Д. А. Кубак; МГТУ. - Магнитогорск МГТУ, 2014. - 183

с.: ил., табл. - ISBN 978-5-9967-0528-3

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>

в) Методические указания:

1. Кальченко, А. А. Планирование эксперимента и обработка результатов с использованием ЭВМ [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Кальченко, К. Г. Пашенко; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3044.pdf&show=dcatalogues/1/1135031/3044.pdf&view=true> . - Макрообъект.

2. Петухов, В. Н. Основы теории и практика применения флотационных реагентов при обогащении углей для коксования [Электронный ресурс] : монография / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3596.pdf&show=dcatalogues/1/1524369/3596.ndf&view=true> . - Макрообъект.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru

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 EXCEL:

- 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 1007 2085 1391"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="1317 1007 1783 1114">Реагентный режим (расход реагента, кг/т)</th> <th colspan="2" data-bbox="1783 1007 2085 1114">Суммарные показатели, %</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1317 1114 1541 1169">собиратель</th> <th data-bbox="1541 1114 1783 1169">вспениватель</th> <th data-bbox="1783 1114 1901 1169">выход</th> <th data-bbox="1901 1114 2085 1169">зольность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1317 1169 1541 1225">ТПД (2)</td> <td data-bbox="1541 1169 1783 1225">КОБС (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1169 1901 1225">85</td> <td data-bbox="1901 1169 2085 1225">23,61</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 1225 1541 1281">ТПД (0,5)</td> <td data-bbox="1541 1225 1783 1281">КОБС (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1225 1901 1281">86,25</td> <td data-bbox="1901 1225 2085 1281">16,73</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 1281 1541 1337">ТПД (2)</td> <td data-bbox="1541 1281 1783 1337">КОБ□ (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1281 1901 1337">93,2</td> <td data-bbox="1901 1281 2085 1337">20,79</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 1337 1541 1391">ТПД (0,5)</td> <td data-bbox="1541 1337 1783 1391">КОБС (0,15)</td> <td data-bbox="1783 1337 1901 1391">93,2</td> <td data-bbox="1901 1337 2085 1391">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
		Пример практического задания			
		Рассчитать методом квантово-химического моделирования геометрические структуры молекул моделирующих ОМУ.			
		-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.