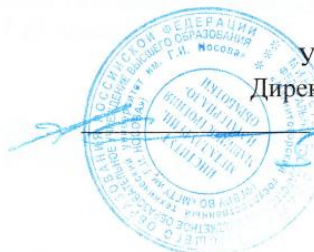




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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)

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА

Направление подготовки (специальность)
18.04.01 Химическая Технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химические технологии энергоносителей и сырьевых материалов в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
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 7.08.2020 г. № 910)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Металлургии и химических технологий

16.04.2025 г. протокол № 8

Зав. кафедрой

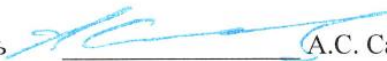


А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

25.04.2025 г. протокол № 7

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры кафедры МиХТ, канд. техн. наук



Т.Г. Волощук

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю.Перятинский

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)

Цель учебной дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для производства и применения функциональных материалов на основе углерода.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Современные материалы на основе углерода входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Химия гетероциклических соединений

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

Инновационные методы в решении инженерных задач и защита интеллектуальной собственности

Получение синтетического жидкого топлива

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Современные материалы на основе углерода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен обеспечить производство наноструктурированных материалов на основе углерода
ПК-5.1	Оценивает параметры и режимы технологических процессов производства наноструктурированных материалов на основе углерода

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 – 2 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. Современные материалы на основе углерода								
1.1 Классификация углеродных материалов	2	0,5			5	Работа с литературными источниками	Устный опрос	ПК-5.1
1.2 Кристаллическая структура и свойства углеродных материалов различных аллотропных форм.		0,5			6	Работа с литературными источниками	Устный опрос	ПК-5.1
1.3 Синтез алмазов		0,5			6	Работа с литературными источниками. Подготовка доклада и презентации	Доклад и презентация	ПК-5.1
1.4 Методы и параметры синтеза алмазов, оборудование для синтеза, структура и свойства алмазных материалов, применение		0,5		2	7,8	Работа с литературными источниками. Подготовка доклада и презентации	Доклад и презентация	ПК-5.1
1.5 Производство графитов		1		2	8	Работа с литературными источниками. Подготовка доклада и презентации	Доклад и презентация	ПК-5.1
1.6 Методы синтеза графитовых материалов, структура, свойства, применение графитов, углерод-углеродных композитов		0,5			12	Работа с литературными источниками. Подготовка доклада и презентации	Доклад и презентация	ПК-5.1

1.7 Углеродные наноматериалы		0,5		1	16	Работа с литературными источниками. Подготовка доклада и презентации	Доклад и презентация	ПК-5.1
1.8 Методы синтеза углеродных нанотрубок и фуллеренов, интеркалированных материалов, структура, свойства применение графитов				1	13,4	Работа с литературными источниками. Подготовка доклада и презентации	Доклад и презентация	ПК-5.1
1.9 контроль					12,4	подготовка к экзамену	экзамен	ПК-5.1
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

В процессе преподавания дисциплины «Современные материалы на основе углерода» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в форме лекции-информации, так и в форме лекции-визуализации. Лекции проводятся с использованием интерактивного метода – «обучение на основе опыта» для создания аналогий между изучаемыми явлениями и знако-мыми студентам жизненными ситуациями и более глубокого усваивания изучаемых вопросов.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Практические работы проводятся с элементами исследования и внедрением инновационной технологии коллективного взаимообучения. (Для формирования системного творческого технического мышления и способности генерировать нестандартные технические идеи при решении творческих производственных задач). Контекстный метод обучения при проведении практических занятий позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. Для решения задач исследовательского характера на практических занятиях проводится учебная дискуссия, как метод интерактивного обучения, позволяющая обмениваться взглядами студентам по конкретной проблеме. Высокая степень самостоятельности выполнения студентами заданий способствует развитию логического мышления и более глубокому освоению теоретических положений, изученных на лекциях. По результатам, полученным при решении задач, происходит дискуссия и формулируется вывод об оптимальном режиме проведения технологического процесса. На практических занятиях применяются также следующие виды интерактивного обучения: контекстное обучение, междисциплинарное обучение, эвристическая беседа, позволяющие находить ответ на проблему, используя знания, полученные и на других дисциплинах.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки рефератов, подготовке к практическим работам и аттестации.

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:

1.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> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.Бубненко, И. А. Углерод-углеродные композиционные материалы на основе волокнистых наполнителей : учебное пособие / И. А. Бубненко. — Москва : МИСИС, 2020. — 268 с. — ISBN 978-5-907227-18-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/178070> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Флоровская, В. Н. Углеродистые вещества в природных процессах: избранные труды : монография / В.Н. Флоровская. — 225 с. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-011189-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/635224>— Режим доступа: по подписке.

2. Кузнецов, Б. Н. Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов: Монография / Кузнецов Б.Н., Грицко Г.И. - Новосибирск : СО РАН, 2012. - 212 с. ISBN 978-5-7692-1258-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/482287> — Режим доступа: по подписке.

3. Химическая технология твердых горючих ископаемых. [Текст]: учебное пособие / под ред. Г.Н. Макарова и Г.Д. Харламповича - М:Химия, 1986- 496с.- ISBN (41 экз.)

4. Аллотропные состояния углерода: нанотрубки и графен: практикум : учебное пособие / составители Д. А. Павлов, С. М. Планкина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 26 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191650>— Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Евменова, Г. Л. Направление комплексного использования минерального сырья : учебное пособие / Г. Л. Евменова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-906969-05-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105391>— Режим доступа: для авториз. пользователей

в) Методические указания:

1. Свечникова Н. Ю. Химическая технология топлива : учебно-методическое пособие / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Т. Г. Волощук ; Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2153> . - ISBN 978-5-9967-1288-5. - Текст : электронный.

2. Петухов В. Н. Методы испытания спекающей и коксующей способности каменных углей и шихты : учебное пособие / В. Н. Петухов, Т. Г. Волощук ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2014. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21325> . - Текст : непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: http://www1.fips.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций

Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Персональные компьютеры с пакетом MS Office с выходом в интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень тем докладов с презентациями

1. Технология получения композиционных материалов.
2. Материалы на основе алмаза. Технология получения Применение.
3. Углеродные наноматериалы. Технология получения Применение
4. Аллотропные модификации углерода. Физические и химические свойства углерода.
5. Технический углерод – сажа, свойства и применение. Технологические схемы получения печной и термической сажи.
6. Стеклоуглерод Применение. Технология получения
7. Углеродные волокна, виды, свойства и применение, получение углеродных волокон
8. Алмаз как одна из модификаций углерода и его свойства. Способы получения синтетических алмазов, технологические параметры.
9. Пористые углеродные адсорбенты, их свойства и применение. Технологические схемы активирования углей для получения адсорбентов.
10. Пенографит Применение. Технология получения
11. Пироуглерод. Применение. Технология получения
12. Углеродная керамика. Применение. Технология получения
13. Карбин Применение. Технология получения
14. Фуллирены Применение. Технология получения
15. Изготовление углеродных материалов с различной пористостью. Импрегнирование материалов.

16. Получение графита высокой чистоты
17. Переработка древесных отходов в углеродные материалы
18. История производства углеграфитовых материалов.
19. Электроды. Разновидности. Области применения.
20. Углеродные материалы натурального происхождения для производства углеграфитовых материалов. Добыча. Обогащение. Подготовка к производству изделий.

Задания для практических работ

Составление технологических схем процессов получения разных типов крупнотоннажных углеродных материалов на базе различного углеводородного сырья

Расчет состава дымовых газов на выходе из зоны горения печного реактора производства технического углерода

Расчет температуры на входе в реакционную зону печного реактора производства технического углерода

Составление материального и теплового баланса процесса разложения сырья в реакционной зоне печного реактора производства технического углерода

Расчет количества воды для закалки газопродуктовой смеси печного реактора производства технического углерода

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
Способен обеспечить производство наноструктурированных материалов на основе углерода (ПК-5)		
ПК-5.1	Оценивает параметры и режимы технологических процессов производства наноструктурированных материалов на основе углерода	<i>Вопросы к зачету</i> 1. Структура углеродистых материалов различных аллотропных форм, определяющая их свойства 2. Основные этапы производства различных материалов на основе углерода (по вариантам) 3. Области применения материалов на основе углерода (по вариантам). 4. Физические, химические, механические свойства изделий на основе углерода. 5. 1.Оборудование и этапы производства графита высокой чистоты. 6. 2. Оборудование и этапы производства углеродных волокон 7. 3 Оборудование и этапы производства синтетических алмазов. 8. Оборудование и этапы производства пористых углеродных абсорбентов 9. 1.Какие процессы термической деструкции углеродных материалов определяют усадку? 10. 2. Какова масса порции сыпучего углеродного материала для пластометрического исследования, и какова его крупность? 11. 3. Каково давление на загрузку в процессе опыта? 12. 4. Как измеряется толщина пластического слоя? 13. 5. Под каким давлением находится навеска углеродного материала в процессе исследования в дилатометре? 14. 6. При каких температурах испытывают угли разных марок в дилатометре? 15. 7. В чем состоит обработка дилатометрических кривых? 16. 8. Что характеризует дилатометрические показатели? <i>Практическое задание</i> <i>Представить доклад и презентацию на тему</i>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		1. Технология получения композиционных материалов. 2. Материалы на основе алмаза. Технология получения Применение. 3. Углеродные наноматериалы. Технология получения Применение 4. Аллотропные модификации углерода. Физические и химические свойства углерода. Диаграмма агрегатного состояния углерода 5. Технический углерод – сажа, свойства и применение. Технологические схемы получения печной и термической сажи. 6. Стеклоуглерод Применение. Технология получения 7. Углеродные волокна, виды, свойства и применение, получение углеродных волокон 8. Алмаз как одна из модификаций углерода и его свойства. Способы получения синтетических алмазов, технологические параметры. 9. Пористые углеродные адсорбенты, их свойства и применение. Технологические схемы активирования углей для получения адсорбентов. 10. Пенографит Применение. Технология получения 11. Пироуглерод. Применение. Технология получения 12. Углеродная керамика. Применение. Технология получения 13. Карбин Применение. Технология получения 14. Фуллерены Применение. Технология получения 15. Изготовление углеродных материалов с различной пористостью. Импрегнирование материалов. 16. Получение графита высокой чистоты 17. Переработка древесных отходов в углеродные материалы 18. История производства углеграфитовых материалов. 19. Электроды. Разновидности. Области применения. 20. Углеродные материалы натурального происхождения для производства углеграфитовых материалов. Добыча. Обогащение. Подготовка к производству изделий. <i>Вопросы для контрольного теста</i> 1. какой метод не относится к основным методам получения углеродных

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		нанотрубок и нановолокон? 1. дуговой 2. лазерно-термический 3. биотехнологический 4. пиролитический 2. Что такое фуллерен? 1. Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине 2. Углеродная нанотрубка 3. Семейство шарообразных полых молекул общей формулы C_n 4. Плоский лист графита мономолекулярной толщины 3. По номенклатуре ИЮПАК фуллерен C_{70} обозначается символом $(C_{70}-I_{5h})[5,6]$. Что означают цифры в квадратных скобках? 1. Группу симметрии 2. Литературные ссылки 3. Диаметр фуллерена в нанометрах 4. Число атомов в кольцах 4. Соединения фуллеренов, в которых присоединённые атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются: 1. Экзоэдральные соединения 2. Эндоэдральные соединения 3. Супрадральные соединения 4. Парадральные соединения 5. Какие наноструктуры обнаружены в шунгитовых породах? 1. Однослойные нанотрубки 2. Фуллерены 3. Липосомы 4. Магнитные жидкости 6. Что означает относящийся к созданию нанообъектов термин "Bottom up"? 1. Создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		2. Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул 3. Диспергирование, уменьшение размера нанообъектов 4. Создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества 7. Что такое нанотрубки? 1. Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах 2. Семейство шарообразных полых молекул общей формулой C_n 3. Протяженные структуры из углеродных переплетённых цепей 4. Металлоорганические витые полимеры 8. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов? 1. Изменение свойств нанообъектов в зависимости от размера элементов их структуры 2. Изменение размера нанообъектов в зависимости от внешних условий 3. Изменение свойств нанообъектов в зависимости от внешних условий 4. Изменение размера нанообъектов в зависимости от состава Решить задачу: Рассчитать состав дымовых газов на выходе из зоны горения печного реактора производства технического углерода При сжигании антраценовой фракции, имеющей следующий состав, масс. %: C^p – 74,1; H^p– 5,1; N^p– 1,35; O^p– 9,5; S^p– 0,95; W^p– 5,0; A^p–4,0, образуются продукты горения, анализ которого показал следующий состав об. %: CO_2– 8,25; O_2–11,65; N_2–80,10. Определить вес продуктов горения, включая водяные пары, образующихся при сжигании 1 кг топлива, и избыток воздуха, используемого для сжигания.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные материалы на основе углерода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний. Экзамен проводится в форме теста.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Правильные ответы должны составлять 80% от предложенных вопросов
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки. Правильные ответы должны составлять 65% от предложенных вопросов
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний. Правильные ответы должны составлять 50% от предложенных вопросов
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 40% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки. Правильные ответы составляют менее 40% от предложенных вопросов
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. Правильные ответы составляют менее 25% от предложенных вопросов