Приложение 5

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Т. В. Пасько
«13» апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине 2.1.Э.2 Химия углеродных материалов

Научная специальность: 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Формы обучения: очная

год набора: 2026

Тамбов, 2026

Автор программы:
Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20 октября 2021 г. № 951).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «13» апреля 2026 г. Протокол № 8

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины…… 4

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры……. 4

3. Объем и содержание дисциплины…… 4

4. Контроль знаний обучающихся……. 6

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины…… 7

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы……. 7

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - Цель дисциплины – формирование системы знаний об углеродных материалах, способности и готовности к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований, формирование у обучающихся целостного теоретического представления о процессах, протекающих в конденсированном состоянии.

1.2 Задачи дисциплины:

1.3 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

-

Уметь:

-

Владеть:

-

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина «Химия углеродных материалов» относится к образовательному компоненту "Дисциплины (модули)" программы аспирантуры по научной специальности 2.6.9. Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Дисциплина «Химия углеродных материалов» является элективной.

Дисциплина «Химия углеродных материалов» изучается в 2 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	**72**
Контактная работа	4
Лекции (Лекции)	2
Практические (Практ. раб.)	2
Самостоятельная работа (СР)	68
Зачет	-

3.2.Содержание дисциплины:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лекции	Практ. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					

1	Структурные формы углерода и физико-химические свойства углеродных материалов	1	-	16	
2	Углеродные волокна	1	-	16	
3	Полимерные композиционные материалы	-	1	18	
4	Физикохимические и электрохимические процессы на углеродных материалах.	-	1	18	

Тема 1. Структурные формы углерода и физико-химические свойства углеродных материалов

Лекция.

Кристаллические и переходные формы углерода. Структура графита и пирографита. Общие представления о нитевидных графитовых кристаллах. Физические, химические и электрофизические свойства углеродных материалов.

Практическое занятие.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Структурные формы углерода.
2. Физикохимические свойства углеродных материалов.
3. Углеродные волокна

Тема 2. Углеродные волокна

Лекция.

История создания углеродных волокон. Структура и морфология углеродных волокон. Свойства углеродных волокон. Типы углеродных волокон. Классификация углеродных волокон. Получение углеродных волокон. Элементсодержащие углеродные волокна: общие представления. Получение элементсодержащих углеволокнистых материалов. Применение элементоуглеродных волокон. Многофазные волокна на основе углеродных волокон: общие представления. Волокна с металлическим покрытием.

Практическое занятие.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Виды углеродных наноматериалов.
2. Получение углеродных наноматериалов.
3. Свойства углеродных наноматериалов. Их применение.

Тема 3. Полимерные композиционные материалы

Лекция.

не предусмотрена

Практическое занятие.

Основные понятия и определения. Дисперсно-упрочненные композиты. Волокнистые композиты. Простые модели разрушения композитов. Растяжение. Сжатие. Механизм взаимодействия компонентов композиционных материалов. Физико-химическая сущность прочности композиционных материалов. Современные представления об адгезии. Повышение адгезии за счет модификации наполнителя. Нарушение правила аддитивности в адгезионных соединениях. Матричные материалы. Типы матричных материалов. Полимерные матрицы и их физико-химические особенности. Типы термореактивных связующих. Термопластичные связующие. Самоармирующиеся полимеры. Формование полимерных композиционных материалов.

Задания для самостоятельной работы.

1. Виды углеродных нанотрубок.
2. Одностенные и многостенные нанотрубки, получение, свойства.
3. Использование одностенных и многостенных нанотрубок для аккумулирования

Тема 4. Физикохимические и электрохимические процессы на углеродных материалах.

Лекция.

не предусмотрена

Практическое занятие.

Электрохимические свойства углеродных материалов в растворах электролитов. Строение границы раздела углеродный материал/электролит. Адсорбция ионов, водорода, кислорода и органических веществ на электродах из углеродных материалов. Коррозия: химическая и электрохимическая. Углеродные материалы в неводных средах. Механизм электрокаталитических реакций на углеродных материалах.

Задания для самостоятельной работы.

1. Открытие фуллеренов лауреатами нобелевской премии.
2. Способы получения фуллеренов.
3. Виды фуллеренов.
4. Свойства фуллеренов.
5. Применение фуллеренов.

4. Контроль знаний обучающихся

4.1. Формы текущего контроля работы аспирантов:

4. Контроль знаний обучающихся и оценочные средства

4.1 Оценочные средства текущего контроля

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Вопросы зачета

1. Структурные формы углерода. Структура графита и пирографита. Кристаллические и переходные формы углерода. Стеклоуглерод. Сажи. Углеродное волокно. Активированные угли.
2. Электрофизические свойства углеродных материалов. Электропроводность. Спектральные характеристики.
3. Химия поверхности углеродных материалов. Кислотные поверхностные оксиды. Основные оксиды. Свободно-радикальные состояния.
4. Текстура углеродных материалов. Пористая структура и поверхность. Макропоры. Мезопоры. Микропоры. Гидрофобно-гидрофильные свойства.

Задания для зачета

1. Сравнить адсорбционные и каталитические свойства углеродных материалов.
2. Сравнить свойства углеродных волокон и нанотрубок.

3. Оценить различия между макропорами, мезопорами и микропорами.

4.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Основные показатели достижения результата
«зачтено»	
«не зачтено»	

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Абишева, А. К., Акимбеков, Н. Ш., Артманн, А., Артманн, Г., Бакенов, Ж. Б., Бессарабова, И. М., Бийсенбаев, М. А., Гильманов, М. К., Дигель, И. Э., Емуранов, М. М., Жандосов, Ж. М., Жубанова, А. А., Жылыбаева, Н. К., Захаров, В. А., Зашквара, О. В., Керимкулова, А. Р., Кистаубаева, А. С., Кожалакова Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья. - 2024-05-23; Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья. - Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2010. - 302 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: http://www.iprbookshop.ru/58486.html

2. Белецкая М. Г., Богданович Н. И., Макаревич Н. А. Технология углеродных адсорбентов: Физико-химический анализ активных углей : учебное пособие к лабораторному практикуму. - Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2015. - 96 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436333

3. Столяров, Р. А., Буракова, И. В., Бураков, А. Е. Наноуглеродные функциональные материалы и покрытия : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Наноуглеродные функциональные материалы и покрытия. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. - 96 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: http://www.iprbookshop.ru/94354.html

5.3 Методические разработки:

1. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии : [учеб. пособие]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2013. - 344 с.

2. Рамбиди Н. Г., Березкин А. В. Физические и химические основы нанотехнологий. - Москва: Физматлит, 2009. - 455 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611

3. Рамбиди Н.Г. Структура и свойства наноразмерных образований : реалии сегодняшней нанотехнологии : [учеб. пособие]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2011. - 375 с. - Текст : электронный // АБИС "Руслан" ТГУ им. Г.Р. Державина [сайт]

5.3 Иные источники:

1. учебные материалы на сайте кафедры физхимии Ростовского ГУ - http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/

2. Электронная библиотека по химии - URL: - https://chem.msu.su/

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Office 2007, 2010, 2016

Операционная система "Альт Образование"

Операционная система Microsoft Windows 7, 8, 10

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: http://www.biblioclub.ru
2. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: https://apps.webofknowledge.com
3. Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина: официальный сайт. – URL: http://www.tambovlib.ru
4. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275
5. Электронная библиотека ТГУ. – URL: https://elibrary.tsutmb.ru/
6. Scopus: база данных . – URL: https://www.scopus.com

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.