

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

Утверждаю:
Директор Института естествознания
Е.В. Скрипникова
21 января 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ДВ.1.2**
«Химия углеродных материалов»

Направление подготовки:
18.06.01 – Химическая технология

Направленность (профиль)
«Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

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

Форма обучения
очная, заочная

Год набора
2021

Автор программы:

Доктор химических наук, профессор Цыганкова Людмила Евгеньевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 883).

Рабочая программа принята на заседании кафедры химии «14» января 2021 года, протокол № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - Формирование компетенций в области 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 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области химической технологии.

Задачи:

- сбор и анализ литературных данных по заданной тематике;
- планирование работы и самостоятельный выбор метода решения задачи;
- анализ полученных результатов и подготовка рекомендаций по продолжению исследования;
- подготовка отчета и возможных публикаций;
- разработка новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии;

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

Задачи:

- подготовка учебных материалов и проведение теоретических и лабораторных занятий в образовательных организациях высшего образования;
- подготовка кадров высшего профессионального образования, владеющих методами исследования в данной области.

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ПК-3. Готовность использовать различные виды научной коммуникации для решения профессиональных задач в области технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии	Знает и понимает: - структуру коммуникативного акта в различных сферах коммуникации для реализации собственной научной деятельности Код З1(ПК- 3)
	Умеет (способен продемонстрировать): - правильно, с научных позиций анализировать получаемую через средства научной коммуникации информацию и использовать ее в предметной сфере Код У1(ПК-3)
	Владеет: - навыками использования принципов теории коммуникации при анализе коммуникативных мероприятий (конференции, выставки, семинары, фестивали и т.п.) для решения профессиональных задач Код В1(ПК-3)
ОПК-1. Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий	Знает и понимает: - основные законы, правила и положения химии, химической термодинамики, электрохимической кинетики, необходимые для использования их в научно-исследовательской деятельности и технологической практике Код З1(ОПК-1)
	Умеет (способен продемонстрировать): - формулировать фундаментальные и частные задачи по направлению «Технология электрохимических

	процессов и защита от коррозии» и планировать пути и методы их решения Код У1(ОПК-1)
	Владеет: - современными теоретическими и экспериментальными методами исследования электрохимической и химической термодинамики Код В1(ОПК-1)

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Химия углеродных материалов» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ПК-3 – Современные методы и технологии научной коммуникации в области технологии электрохимических процессов и защиты от коррозии, Научно-исследовательский семинар, Научно-исследовательская деятельность, Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

ОПК-1 – Физикохимия наноматериалов.

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Химия углеродных материалов» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 18.06.01 – Химическая технология, направленность (профиль) – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии. Дисциплина по выбору.

Дисциплина «Химия углеродных материалов» изучается в 3 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

3.2 Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Структурные формы углерода и физико-химические свойства углеродных материалов	2/1	2/-	.../...	10/10	Собеседование, тестирование

2.	Тема 2. Углеродные волокна	2/1	2/-	.../...	10/10	Собеседование, тестирование
3.	Тема 3. Полимерные композиционные материалы	2/1	2/-	.../...	10/10	Собеседование, тестирование
4.	Тема 4. Физикохимические и электрохимические процессы на углеродных материалах.	2/1	2/-	.../...	10/10	Собеседование, тестирование
5.	Тема 5. Промотируемые углеродные электроды.	2/-	2/-		10/10	Собеседование, тестирование
6	Тема 6. Композиты на основе прессованного микрографита и МУНТ как катоды для получения электролитического водорода	-/-	2/-		-/10	Собеседование, тестирование

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

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

Практическое занятие. Вопросы для обсуждения:

1. Углеродные материалы, используемые в качестве катодов.
2. Выделение водорода в кислых средах.
3. Катодное выделение водорода в щелочных растворах. Механизмы выделения водорода

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

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

Задания для самостоятельной работы

1. Полимерные композиционные материалы.
2. Физикохимические и электрохимические процессы на углеродных материалах.

Тема 3. Полимерные композиционные материалы.

Лекция. 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.

Практическое занятие

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

Задания для самостоятельной работы

Физические, химические и электрофизические свойства углеродных материалов.

Тема 4. Физико–химические и электрохимические процессы на углеродных материалах.

Лекция. 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.

Практическое занятие

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

Задания для самостоятельной работы

1. Электрокатализ.
2. Типы промотированных углеродных электродов.

Тема 5. Промотированные углеродные электроды.

Лекция. Электрокатализ. Типы промотированных углеродных электродов. Химически модифицированные электроды. Макрокинетические характеристики углеродных электродов.

Практическое занятие

1. Получение графена лауреатами нобелевской премии.
2. Свойства графена.
3. Особенности графена.
4. Применение графена.

Задания для самостоятельной работы

Механизм электрокаталитических реакций на углеродных материалах

Тема 6. Композиты на основе прессованного микрографита и МУНТ как катоды для получения электролитического водорода.

Лекция. Не предусмотрена.

Практическое занятие

1. Использование композитов для получения электролитического водорода в кислых средах.
2. Влияние добавок МУНТ на кинетику выделения водорода.

Задания для самостоятельной работы

1. Способы аккумуляирования водорода нанотрубками.
2. Механизм выделения водорода на композитах в кислых средах.
3. Механизм выделения водорода на композитах в щелочных средах.

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов

Собеседование, тестирование

4.2 Типовые задания текущего контроля

Типовые темы собеседования

1. Структура графита и пирографита.
2. Общие представления о нитевидных графитовых кристаллах.
3. Физические, химические и электрофизические свойства углеродных материалов.
4. История создания углеродных волокон.
5. Структура и морфология углеродных волокон.
6. Типы углеродных волокон.

Типовые задания тестирования

1. Кем впервые была сформирована концепция о нанокристаллических материалах:

- А) Бутлеровым А.М.;
- Б) Шрёдингером Э.;
- В) Гельмгольцем;
- Г) Глейтером;**

2. Когда впервые была сформирована концепция о нано кристаллических материалах:

- А) начало XX в.;
- Б) конец XIX в.;
- В) середина XX в.;
- Г) в 1981 г.**

3. Ценность наноструктурированных материалов в:

- А) Надёжности;
- Б) Долговечности;
- В) Особой структуре;
- Г) Проявлении наноразмерного эффекта;**

4. Наночастицы имеют размеры в среднем:

- А) 0,5... 100 нм;**
- Б) 500... 1000 нм;
- В) 0,05... 10 нм;
- Г) 5... 50 нм;

5. Для возникновения наноразмерных эффектов, обусловленных переходом в наносостояние вещества, необходимо выполнение следующего условия:

- А) Высокой температуры;**

- Б) Наличие катализатора;
 В) наличие нанодисперсных образований;
 Г) Наличие активных ансамблей молекул

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.

Типовые 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.

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-3	Демонстрирует высокий уровень знаний различных видов научной коммуникации для решения профессиональных задач. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ОПК-1	Свободно ориентируется в направлениях фундаментальных и прикладных исследований в области химической технологии. В полном объеме владеет практическими навыками проведения научных исследований. Определяет основные цели, задачи, методы исследований. Свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), анализирует и обобщает результаты исследований. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу
«не зачтено»	ПК-3	Демонстрирует слабый уровень знаний различных видов научной коммуникации для решения профессиональных задач. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ОПК-1	Не ориентируется в направлениях фундаментальных и прикладных исследований в области химической технологии. Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать результаты исследований.

		Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом
--	--	---

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Мелешко А.И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты. - М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2007. -192 с. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
2. Тарасевич М.Р. Электрохимия углеродных материалов. – М.: Наука, 1984. -253 с. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. В.И. Вигдорович и др. Теоретические и прикладные вопросы нанотехнологий (современное состояние и проблемы : монография. Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2016. - 185 с. <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

5.2 Дополнительная литература

1. Щурик А.Г. Искусственные углеродные материалы. Пермь, 2009. -342 с. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
2. Ангал, Р. Коррозия и защита от коррозии : [учеб. пособие] / Р. Ангал ; пер. с англ. А.Д. Калашникова .— Долгопрудный : Издат. Дом "Интеллект", 2013 .— 344 с. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. Фахльман , Б. Химия новых материалов и нанотехнологии : [учеб. пособие] : [науч. издание] / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д.О. Чиркина, В.В. Уточниковой; под ред. Ю.Д. Третьякова, Е.А. Гудилина .— Долгопрудный : Издат. Дом "Интеллект" , 2011 (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
4. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2011 г. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
5. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2009 г. (Книгафонд) <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>

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

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

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

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

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

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

Лицензионное программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499
Node 1 year Educational Renewal Licence
Операционная система Microsoft Windows 10
Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187, 00
MB 11.0.08
7-Zip 9.20
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
5. БД издательства SpringerNature
 - URL: <https://link.springer.com/>
 - URL: <https://materials.springer.com/>
 - URL: <https://zbmath.org/>
 - URL: <https://goo.gl/PdhJdo>
6. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
7. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
8. БД Web of Science
 - URL: WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved