

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Основы технологий углеродных материалов**

**Уровень высшего образования:**

Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Химия и технологии веществ и материалов

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Индикаторы достижения</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>СПК-1.С.</b> Способен использовать знание состава, свойств и областей применения основных классов материалов при решении профессиональных задач	<b>СПК-1.С.1</b> Строит корреляции «состав-структура-свойство» для прогноза условий получения новых веществ и материалов с заданным набором параметров	<b>Знать:</b> составы, морфологию, физико-химические свойства и области применения основных видов углеродных материалов <b>Уметь:</b> выбирать методы и методики получения углеродных материалов с заданным набором параметров
<b>СПК-2.С.</b> Владеет навыками комплексного исследования структуры и свойств веществ и материалов и процессов с их участием при решении задач профессиональной деятельности	<b>СПК-2.С.1</b> Предлагает инструментальные методы исследования материалов с учетом их специфики, критически оценивает их достоинства и недостатки с точки зрения решения поставленной задачи	<b>Уметь:</b> проводить комплексное исследование физико-химических свойств углеродных материалов при решении задач профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> навыками проведения комплексного исследования физико-химических свойств углеродных материалов при решении задач профессиональной деятельности
<b>СПК-3.С.</b> Способен анализировать технологический процесс и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию на основе знаний о методологии разработки новых технологий получения веществ и материалов	<b>СПК-3.С.1</b> Анализирует технологическую схему получения целевого продукта, предлагает способы повышения ее эффективности	<b>Знать</b> основные методики и способы лабораторного и широкомасштабного производства углеродных материалов различных видов. <b>Уметь</b> анализировать технологический цикл производства углеродных материалов, предлагать способы повышения его эффективности, подбирать и характеризовать химические компоненты данного цикла <b>Владеть</b> методами расчета материальных балансов; методами построения технологии с учетом экономических и экологических факторов; навыками выбора оптимального оборудования и технического оснащения для производства углеродных материалов

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 48 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (28 часов занятия лекционного типа, 14 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 4 часа – экзамен), 60 часов составляет самостоятельная работа студента.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен:

**Знать:** теоретические основы методов анализа твердых тел

**Уметь:** проводить поиск, систематизацию и критический анализ научной и патентной литературы

**Владеть:** основными химическими и физическими теориями и законами, описывающими взаимосвязь состава, структуры и свойств твердых тел, в том числе с привлечением информационных баз данных.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего

Тема 1. Классификация. Природные и искусственные углеродные материалы. Пеки	13	3	2				5			8
Тема 2. Нефтяной и пековый кокс.	4	2	0				2			2
Тема 3. Технология крупногабаритных углеродных изделий. Особенности службы в черной и цветной металлургии	8	2	2				4			4
Тема 4. технический углерод (сажа)	2	2	0				2			0
Тема 5. Углеродные волокна. Углеродные композиционные материалы.	8	5	3				8			0
Тема 6. Углеродные материалы на основе интеркалированного графита. Уплотнительные материалы, фольга	15	8	4				12			3
Тема 7. Алмаз – способы получения, формы, применение.	2	1	0				1			1
Тема 8. Новые углерод-	20	5	3	2			10			10

ные материалы. Фуллерены, нанотрубки, графен										
<b>Промежуточная аттестация экзамен</b>	36						4			32
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>48</b>			<b>60</b>

#### 6. Образовательные технологии:

Преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

#### Основная литература

1. Фенелонов В.Б. Пористый углерод. Новосибирск. Издательство Института катализа СО РАН. 1995.
2. Островский В.С., Виргильев Ю.С., Костиков В.И., Шипков Н.Н. Искусственный графит. -М.: Металлургия, 1986. -272 с.
3. Beguin F., Raymundo-Pinero E., Frakowiak E. Carbons for Electrochemical Energy Storage and Conversion Systems. – CRC Press, Boca Raton, FL. 529 с.
4. Комарова Т.В. Получение углеродных материалов. – М.: РХТУ, 2001. – 95 с.
5. П. Харрис Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века
6. Сидоров Л.Н., Юровская М.А. и др. Фуллерены: учебное пособие. Москва: Экзамен, 2005. - 690 с.

#### Вспомогательная литература

1. Handbook of carbon, graphite, diamond and fullerenes properties, processing and applications, Hugh Pierson, NOYESRidge, PUBLICATIONS, New Jersey, U.S.A. 1993. 384 с.
2. Милошенко Т., Фетисова О., Полубояров В. Пористые углеродные материалы из антрацитов и природных графитов. LAP LAMBERT Academic Publishing, 116 с.
3. Фиалков, Абрам Самуилович. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе - М.: Аспект-пресс, 1997. - 717 с.
4. М. Сорлье, Х. А. Ойя, Катоды в алюминиевом электролизе, 2-е изд. - Красноярск: Аллюминий Ферляг, 1996. - 459 с.
5. Янко, Эдуард Афанасьевич. Аноды алюминиевых электролизеров, - М. : Руда и металлы, 2001. - 670, [1] с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 5-8216-0030-8
6. Шеррuble В.Г., Селезнев А.Н. Пековый кокс в углеродной промышленности, Челябинск, 2003. - 295 с. : ил.; 25 см.;
7. Новиков Н.В. (ред.). Физические свойства алмаза. Справочник Киев: Наукова думка. 1987. 188 с.
8. Соседов В.П., Чалых Е.Ф. Графитация углеродистых материалов. -М.: Металлургия, 1987.-176 с.
9. Фитцер Э. Углеродные волокна и углекомпозиты
10. Уббелоде А.Р., Льюис Ф.А. Графит и его кристаллические соединения

Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной проектором, доской и мелом (фломастерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели.

Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук МАЛАХО АРТЕМ ПЕТРОВИЧ, E-mail [malakho@inunit.ru](mailto:malakho@inunit.ru), тел. 8(495)9391282

Профессор, доктор химических наук АВДЕЕВ ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ, E-mail: [avdeev@highp.chem.msu.ru](mailto:avdeev@highp.chem.msu.ru), тел: 8(495)9393592

Доцент, кандидат химических наук ШОРНИКОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА, E-mail: [onshornikova@gmail.com](mailto:onshornikova@gmail.com), тел: 8(495)9390033

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение ЗУВ, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы к экзамену:**

1. Графит. Природные источники углерода для графита. Виды природного графита.
2. Геолого-промышленные месторождения графита. Минералогический анализ.

3. Обогащение графитовой руды. Марки графита.
4. Очистка графита.
5. Графит. Структура и свойства.
6. Интеркалированные соединения графита акцепторного типа: синтез, строение, состав. Тройные интеркалированные соединения графита акцепторного типа.
7. Свойства интеркалированных соединений графита акцепторного типа: обменные реакции, взаимодействие с водой, термические свойства.
8. Терморасширенный графит (пенографит): получение, свойства, применение.
9. Технологическая схема получения интеркалированного (окисленного графита).
10. Технологическая схема получения графитовой фольги.
11. Интеркалированные соединения графита донорного типа: методы синтеза, строение, состав.
12. Интеркалированные соединения графита донорного типа: свойства, применение.
13. Ковалентные соединения графита. Оксид графита: методы синтеза.
14. Ковалентные соединения графита. Оксид графита: строение и свойства.
15. Электрохимические конденсаторы с ДЭС. Принцип работы.
16. Электрохимические конденсаторы с псевдоемкостью.
17. Углеродные материалы для электрохимических конденсаторов.
18. Активированные угли: получение и свойства.
19. Искусственный графит: области применения, сырье (виды, отличия), стадии получения искусственного графита, назначение каждой стадии, температурный режим каждой стадии, как меняются основные эксплуатационные свойства
20. Прокалка как термический процесс: цели прокалики, температурный режим, изменение характеристик кокса в результате прокалики, методы оценки степени прокалики кокса, прокалилочное оборудование (типы печей, сравнение), барабанная прокалилочная печь (принцип действия, устройство (кратко), основные температурные зоны и соответствующие процессы, протекающие в них с коксом)
21. Обжиг углеграфитовой продукции: цель, изменение свойств, основные температурные интервалы обжига, химические реакции, протекающие в процессе обжига
22. Обжиговое оборудование: типы печей, устройство многокамерной печи обжига (кратко), температурный режим
23. Пропитка: назначение, пропитка связующими, пропитка металлами, принцип установки пекопропитки (кратко)
24. Графитация: цель, механизмы графитации, изменение эксплуатационных характеристик (методы исследования)
25. Графитация: цель, механизмы графитации, влияние различных факторов на процесс графитации
26. Печи графитации: типы, сравнение, методы управления процессом графитации
27. Печи графитации конструкции Ачесона и Кастнера: устройство (кратко), методы управления процессом графитации

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p><b>Знать:</b> составы, морфологию, физико-химические свойства и области применения основных видов углеродных материалов</p> <p><b>Знать</b> основные методики и способы лабораторного и широкомасштабного производства углеродных материалов различных видов.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
<p><b>Уметь:</b> выбирать методы и методики получения углеродных материалов с заданным набором параметров</p> <p><b>Уметь:</b> проводить комплексное исследование физико-химических свойств углеродных материалов при решении задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь</b> анализировать технологический цикл производства углеродных материалов, предлагать способы повышения его эффективности, подбирать и характеризовать химические компоненты данного цикла</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
<p><b>Владеть:</b> навыками проведения комплексного исследования физико-химических свойств углеродных материалов при решении задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть</b> методами расчета материальных балансов; методами построения технологии с учетом эко-</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене

номических и экологических факторов; навыками выбора оптимального оборудования и технического оснащения для производства углеродных материалов	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--