

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

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Основы технологии производства углеродных материалов**

**Уровень высшего образования:**  
Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.04.01 Химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Химическая технология

**Форма обучения:**  
очная

---

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

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

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, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>СПК-1.М</b> Способен использовать теоретические основы химической технологии для разработки новых и оптимизации существующих химико-технологических процессов получения веществ и материалов</p>	<p><b>СПК-1.М.1</b> Использует теоретические основы химической технологии при разработке новых материалов</p>	<p><b>Знать</b> виды углеродных материалов и способы анализа, обработки структурной информации углеродных материалов  <b>Знать</b> основные методики и способы лабораторного и широкомасштабного производства углеродных материалов различных видов.  <b>Знать</b> области применения и методы изучения свойств углеродных материалов  <b>Уметь</b> анализировать технологический цикл производства углеродных материалов, подбирать и характеризовать химические компоненты данного цикла.  <b>Владеть</b> навыками выбора оптимального оборудования и технического оснащения для производства углеродных материалов</p>
<p><b>СПК-3.М</b> Способен оценивать риски, экономическую эффективность и выбирать экологически безопасные способы производства новых веществ и материалов</p>	<p><b>СПК-3.М.1</b> Оценивает риски, экономическую эффективность и экологическую безопасность технологических схем</p>	<p><b>Знать</b> принципы организации технологического процесса производства углеродных материалов, разработки норм и нормативов производства углеродных материалов  <b>Уметь</b> рассчитывать основные характеристики технологического процесса производства углеродных материалов, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства  <b>Владеть</b> методами расчета материальных балансов; методами построения технологии с учетом экономических и экологических факторов; навыками грамотного подбора технологического оборудования</p>

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 50 часов составляет контактная работа магистранта с преподавателем (19 часов - занятия лекционного типа, 19 часов – занятия семинарского типа, 10 часов – индивидуальные консультации, 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 22 часа составляет самостоятельная работа магистранта.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).  
Должны быть освоены общие курсы «Неорганическая химия», «Физическая химия»

5. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).  
Используются следующие технологии: лекции и семинарские занятия. Преподавание дисциплин проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных в ведущих научных школах, в том числе научной школы МГУ и опубликованных в современной научно-технической и периодической литературе.

6. 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	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1.	9	1	1		1		7		1	1
Тема 2.	12	1	1		1		8		1	1

Тема 3.	12	1	1		1		8		1	1
Тема 4.	12	1	1		1		8		1	1
Тема 5.	13	2	2		1		9		1	1
Тема 6.	13	2	2		1		9		1	1
Тема 7.	13	2	2		1		9		1	1
Тема 8.	13	2	2		1		9		1	1
Тема 9.	13	2	2		1		9		1	1
Тема 10.	13	2	2		1		9		1	1
Тема 11.	13	3	3				9		1	1
<b>Промежуточная аттестация зачет</b>						2				11
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>19</b>		<b>10</b>	2	<b>50</b>		11	<b>22</b>

Содержание тем:

Тема 1. Традиционные углеродные материалы в современных технологиях

Тема 2. Классификация. Природные и искусственные углеродные материалы. Пеки

Тема 3. Нефтяной и пековый кокс.

Тема 4. Технология крупногабаритных углеродных изделий. Особенности службы в черной и цветной металлургии

Тема 5. технический углерод (сажа)

Тема 6. Углеродные волокна. Углеродные композиционные материалы.

Тема 7. Углеродные материалы на основе интеркалированного графита. Уплотнительные материалы, фольга

Тема 8. Алмаз – способы получения, формы, применение.

Тема 9. Новые углеродные материалы. Фуллерены, нанотрубки, графен

Тема 10. Свойства углеродных материалов и методы исследования

Тема 11. Производство углеродных материалов. Системы нормативной документации на проведение анализов и на производство. Коэффициенты вариативности. Элементы понятий правовой защиты.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Темы рефератов:

1. Углерод в электронной промышленности по результатам публикаций журнала Carbon.
2. Углерод в атомной промышленности по результатам анализа патентной литературы.
3. Технологии получения алмазов в виде наночастиц, пленок и кристаллов.
4. Способы синтеза графена
5. Пористый углерод – применение для газоразделения.
6. Виды и физико-механические свойства нанотрубок.
7. Графен в электронике.
8. Конструкция и материалы литиевых батарей
9. Суперконденсаторы, технология и характеристики.
10. Сравнительная характеристика углеродных материалов для суперконденсаторов.
11. Углеродные материалы в медицине.
12. Углеродные материалы в металлургии.
13. Прогнозы трансформации рынка углеродных материалов.
14. Сравнение методов получения, структуры и свойств углеродных волокон.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

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

Раздел 1

### **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 нанотрубы 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 : Алюминий 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. Шеррюбле 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 углекомполиты
10. Уббелоде А.Р., Льюис Ф.А. Графит и его кристаллические соединения

- Описание материально-технической базы.

Лекционные занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях.

Вспомогательный материал в виде презентаций высылается аспирантам по электронной почте

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватели.

Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук МАЛАХО АРТЕМ ПЕТРОВИЧ, E-mail [malakho@inumit.ru](mailto:malakho@inumit.ru), тел. 8(495)9393607

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)9392934

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

В рамках изучения каждого из разделов учащиеся готовят рефераты (аналитические обзоры) по заданным темам, предложенным с учетом тематики проводимых ими работ. Разделы заканчиваются научно-практическими конференциями с участием преподавателей и научных сотрудников кафедры, на которых учащиеся делают доклады, которые обсуждаются участниками. Жюри из состава присутствующих сотрудников кафедры оценивает каждого учащегося в аспектах качества подготовки реферата, качества доклада, корректности ответов на вопросы, а также его участие в обсуждении докладов других студентов. Уровень подготовки студента и уровень его участия в конференции оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». По итогам семестра оценку "зачтено" получают студенты, участвовавшие во всех конференциях и получившие оценки не ниже, чем "удовлетворительно"».

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>				
<b>Оценка Результат</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Знания</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b>	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
<b>Навыки (владения)</b>	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>
Знать виды углеродных материалов и способы анализа, обработки структурной информации углеродных материалов	мероприятия текущего контроля успеваемости,



<p>Знать основные методики и способы лабораторного и широкомасштабного производства углеродных материалов различных видов.</p> <p>Знать области применения и методы изучения свойств углеродных материалов</p> <p>Знать принципы организации технологического процесса производства углеродных материалов, разработки норм и нормативов производства углеродных материалов</p>	<p>устный опрос на зачете</p>
<p>Уметь анализировать технологический цикл производства углеродных материалов, подбирать и характеризовать химические компоненты данного цикла.</p> <p>Уметь рассчитывать основные характеристики технологического процесса производства углеродных материалов, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p>Владеть навыками выбора оптимального оборудования и технического оснащения для производства углеродных материалов</p> <p>Владеть методами расчета материальных балансов; методами построения технологии с учетом экономических и экологических факторов; навыками грамотного подбора технологического оборудования</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>