

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/

«05» июля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Физико-химические методы анализа углеродных материалов**

**Уровень высшего образования:**  
Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**

18.04.01 Химическая технология

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Технология композиционных материалов и малотоннажного синтеза

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 04.02.2019)

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 18.04.01 «Химическая технология» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 01 июля 2019 г., №842.

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	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>СПК-1.М</b> Способность применять теоретические основы химической технологии для моделирования и оптимизации способов получения композиционных материалов и продуктов малотоннажного синтеза	<b>Знать</b> подходы к описанию природы связи, кристаллической и аморфной структуры, пористой структуры, нано- и микротекстуры углеродных материалов на основании проведенного физико-химического анализа. <b>Знать</b> теоретические основы наиболее распространенных методов физико-химического анализа углеродных материалов <b>Знать</b> специфику физико-химических методов анализа, позволяющую грамотно осуществить пробоподготовку углеродного материала и получить достоверные результаты в ходе исследования
<b>СПК-3.М</b> Способность обоснованно выбирать и применять современные методы исследования при создании новых материалов, проводить обработку и анализировать результаты экспериментальных исследований	<b>Знать</b> спецификации, правила эксплуатации и ограничения приборов и оборудования для проведения физико-химического анализа <b>Уметь</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности оборудование и приборы для физико-химического исследования углеродных материалов <b>Уметь</b> осуществлять выбор физико-химического метода или комплекса методов анализа в соответствии с целью исследования, природой углеродного материала и его практическим применением <b>Уметь</b> планировать физико-химический анализ углеродных материалов, исходного сырья и промежуточных продуктов, лежащих в основе получения углеродного материала <b>Уметь</b> грамотно обрабатывать и интерпретировать полученные результаты физико-химического анализа углеродного материала <b>Владеть</b> методиками проведения различных видов физико-химического анализа углеродных материалов

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 46 часов составляет контактная работа магистранта с преподавателем (18 часов - занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 8 часов – индивидуальные консультации, 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 26 часа составляет самостоятельная работа магистранта.

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

В специалитете или бакалавриате должны быть освоены общие курсы «Неорганическая химия» и «Физическая химия».

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	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Раздел 1. Рентгенофазовый анализ, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия	<b>18</b>	5	5		2		<b>12</b>		6	<b>6</b>
Раздел 2. ИК-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, рентгеновская фотоэлектронная	<b>18</b>	5	5		2		<b>12</b>		6	<b>6</b>

2спектроскопия										
Раздел 3. Методы исследования пористой структуры углеродных материалов	<b>17</b>	4	4		2		<b>10</b>		7	<b>7</b>
Раздел 4. Термический анализ, титриметрический метод для определения поверхностных функциональных групп	<b>17</b>	4	4		2		<b>10</b>		7	<b>7</b>
Промежуточная аттестация зачет	<b>2</b>						<b>2</b>			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>8</b>		<b>46</b>		26	<b>26</b>

6. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).  
Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и интерактивные лекции.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Магистрантам предоставляется программа курса, план занятий, электронные варианты лекций, перечень вопросов к зачету и перечень тем рефератов. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

8. 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/>

### Основная литература

1. Фиалков А.С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. М.: Аспект Пресс, 1997. 718 с.
2. Уббелоде А.Р., Льюис Ф.А. Графит и его кристаллические соединения, М.: Мир, 1960. 256 с.
3. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. М: Академия, 2006.
4. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. В 2 частях. М.: Мир, 1988.
5. Драго Р. Физические методы в химии М. Мир, 1981
6. Inagaki, F. Kang. Materials Science and Engineering of Carbon: Characterization. UK: Butterworth-Heinemann, 2016. 318 p.
7. Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела. М. 1995. т.1 -480с.. т.2 -320с.

### Дополнительная литература

1. Inagaki, F. Kang. Materials Science and Engineering of Carbon: Fundamentals. UK: Butterworth-Heinemann, 2014. 539 p.
2. Ferrari A.C., Robertson J. Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon. // Phys. Rev. B. 2000. V. 61. P. 14095-14107.
3. Badenhorst H. Microstructure of natural graphite flakes revealed by oxidation: Limitations of XRD and Raman techniques for crystallinity estimates. // Carbon. 2014. V. 66. P. 674-690.
4. Iwashita N., Park C.R., Fujimoto H., Shiraishi M., Inagaki M. Specification for a standard procedure of X-ray diffraction measurements on carbon materials. // Carbon. 2004. V. 42. P. 701-714.
5. Dresselhaus M.S., Dresselhaus G. Intercalation compounds of graphite. // Adv. Phys. 2002. V. 51. P. 1-186.
6. Celzard A., Mareche J.F., Furdin G. Modelling of exfoliated graphite. // Prog. Mater. Sci. 2005. V. 50. P. 93-179.

### Периодическая литература

Журналы «Успехи химии», «Журнал неорганической химии», «Неорганические материалы», «Кристаллография», «Известия РАН. Серия химическая», «Доклады Академии наук. Серия химия», «Журнал структурной химии», Carbon, Materials Chemistry, Mendeleev Communications, Scientific Reports, Journal of Materials Chemistry, Journal of Alloys and Compounds, Inorganic Chemistry, European Journal of Inorganic Chemistry, Chemistry - A European Journal, Journal of Crystal Growth and Design.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации, интерактивные лекции.

Интернет-ресурсы:

- Международный союз кристаллографии: [www.iucr.org](http://www.iucr.org)
- Сайт разработчиков программы PLATON: [www.cryst.chem.uu.nl/spek/platon](http://www.cryst.chem.uu.nl/spek/platon)

- Сайт разработчиков программ SHELX: [shelx.uni-ac.gwdg.de/SHELX](http://shelx.uni-ac.gwdg.de/SHELX)
- Кембриджская база структурных данных: [www.ccdc.cam.ac.uk](http://www.ccdc.cam.ac.uk)
- Сайт разработки системы CALPHAD: [www.calphad.org](http://www.calphad.org)
- Сайт международного сообщества по вычислительной термодинамике: [www.openalphad.com](http://www.openalphad.com)
- Доступ к различным базам данных по материаловедению: [materials.springer.com](http://materials.springer.com)
- Сайт разработки и распространения программы Thermo-Calc: [www.thermocalc.com](http://www.thermocalc.com)
- База данных ИВТАНТЕРМО: [www.ihed.ras.ru](http://www.ihed.ras.ru)

- Описание материально-технической базы.

Лекции проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием.

9. Язык преподавания - русский

10. Преподаватели

Шорникова Ольга Николаевна, доцент, к.х.н.

Максимова Наталья Владимировна, доцент, к.х.н.

Иванов Андрей Владимирович, м.н.с.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.2.

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала.

#### **Примеры контрольных вопросов**

1. Описать типы исследований, необходимых для характеристики углеродных материалов
2. Какие методы позволят описать кристаллическую структуру, пористую структуру, тип связи, текстуру углеродных материалов?
3. Описать пробоподготовку углеродного материала для исследования его тем или иным методом (микроскопия, РФА, спектроскопические методы, методы для определения пористой структуры).

4. Какую структурную информацию о углеродном материале можно получить, используя метод рентгенофазового анализа?
5. Какими методами наиболее полно можно охарактеризовать нано-, микро-, мезо- и макропористость углеродного материала?
6. Какими методами можно качественно и количественно определить функциональные группы на поверхности углеродного материала?
7. Описать зависимость интенсивности, положения и полуширины на полувысоте D и G пика на спектре комбинационно-го рассеяния от условий проведения исследования и специфики углеродного образца.

#### Примеры тем рефератов

1. Спектроскопия комбинационного рассеяния для исследования графита и графитоподобных материалов
2. Особенности и возможности микроскопических методов исследования углеродных материалов
3. Пористость углеродных материалов: исследования методами микроскопии и порометрии

#### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

В рамках изучения каждого из разделов магистрантами готовятся рефераты по заданным темам, реферат оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». По окончании курса проводится устный зачет, по итогам зачета уровень подготовки магистранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». По итогам семестра оценку "зачтено" получают магистранты, получившие оценки за реферат и зачет не ниже, чем «удовлетворительно». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии, принимавшими зачет.

#### **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>				
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 непринципального 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>Знать подходы к описанию природы связи, кристаллической и аморфной структуры, пористой структуры, нано- и микротекстуры углеродных материалов на основании проведенного физико-химического анализа.</p> <p>Знать теоретические основы наиболее распространенных методов физико-химического анализа углеродных материалов</p> <p>Знать специфику физико-химических методов анализа, позволяющую грамотно осуществить пробоподготовку углеродного материала и получить достоверные результаты в ходе исследования</p> <p>Знать спецификации, правила эксплуатации и ограничения приборов и оборудования для проведения физико-химического анализа</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p>Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности оборудование и приборы для физико-химического исследования углеродных материалов</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>

<p>Уметь осуществлять выбор физико-химического метода или комплекса методов анализа в соответствии с целью исследования, природой углеродного материала и его практическим применением</p> <p>Уметь планировать физико-химический анализ углеродных материалов, исходного сырья и промежуточных продуктов, лежащих в основе получения углеродного материала</p> <p>Уметь грамотно обрабатывать и интерпретировать полученные результаты физико-химического анализа углеродного материала</p>	
<p>Владеть методиками проведения различных видов физико-химического анализа углеродных материалов</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>