

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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического  
факультета

чл.-корр. РАН

\_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Минералы как основа создания материалов**

Автор-составитель: Щипалкина Н.В.

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура ИМ*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геохимия**

**Магистерская программа**

**Минералогия**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва

---

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 «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение – 2022.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## Цель и задачи дисциплины

**Цель** – получение знаний о минералах и их синтетических аналогах, которые используются в промышленности и технологиях. Этот курс позволит слушателям расширить свои знания об объектах предмета минералогии.

### Задачи:

- Изучение основных промышленных материалов, в которых используются минералы или их синтетические аналоги.
- Ознакомление с современными работами, посвящёнными основным успехам в создании функциональных материалов.
- Получение навыков работы с научными базами данных.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс направлен на получение слушателями базовых знаний в сфере материаловедения, представления о связи минералогии и материаловедения. В рамках курса рассматриваются основные типы промышленных и функциональных материалов современности, особенности их строения и создания, обсуждаются основные проблемы создания материалов с лучшими характеристиками, а также рациональность использования природного сырья, в частности, отходов горнопромышленных предприятий.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные обязательные дисциплины.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** освоение дисциплин «Общая химия», «Физика», «Физическая химия», «Минералогия», «Геохимия».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

**3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-4.М Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (формируется частично),	М.ОПК-4. И-1. Владеет навыками самостоятельного получения результатов при решении задач профессиональной деятельности. М.ОПК-4. И-2. Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует выводы. М.ОПК-4. И-3. Использует полученные результаты для выработки рекомендаций по их практическому	<b>Знает:</b> физико-химические параметры, управляющие поведением элементов, и влияющие на формирование микроструктуры вещества в природных и техногенных системах

		использованию.	
ОПК-7М	Способен профессионально выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки.	<p><b>М.ОПК-7. И-1.</b> Знает технические характеристики и возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по профилю подготовки.</p> <p><b>М.ОПК-7. И-2.</b> Анализирует варианты решения поставленной задачи, и выбирает оптимальный вариант с позиций доступности оборудования и экономических затрат.</p> <p><b>М.ОПК-7. И-3.</b> Имеет базовые практические навыки работы с современным оборудованием, применяемым в работах по профилю подготовки.</p>	<b>Знает:</b> основы методов исследования вещества, применяемых в научно-исследовательских лабораториях и на промышленных предприятиях
ПК-6.М	Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач (формируется частично)	<p><b>М.ПК-6. И-1.</b> Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по профилю подготовки).</p> <p><b>М.ПК-6. И-2.</b> Применяет методы обработки и комплексной интерпретации информации с использованием стандартных и специализированных программных пакетов</p>	<b>Умеет:</b> использовать теоретические и экспериментальные результаты исследования природных и синтетических веществ или соответствующих литературных данных для решения конкретных узких задач

**4. Формат обучения** – лекционные и самостоятельные занятия, не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

**5. Объем дисциплины (модуля)** 1 зачетную единицу - 36 часов, включающих в себя 13 часов занятий лекционного типа и 13 часов семинарских занятий, 10 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Раздел дисциплины	Всего (часы)	Контактная работа (в часах)		Самостоятельная работа студента (в часах)
		ЛЕКЦИИ	СЕМИНАРЫ	
Базовые понятия предмета материаловедения. Основы классификации веществ и материалов. Уровни структурной организации материалов		1	1	
Промышленные материалы		1	1	
Ионообменные материалы. Сорбенты. Перлит, вермикулит, клиноптилолит, цеолиты		1	1	
Огнеупоры и изоляционные материалы. Кордиеритовая, цельзиановая, корундовая, флогопитовая керамика. Магнетитовые и волластонитовые огнеупоры		2	2	
Материалы на основе графита		2	2	
Термоэлектрические материалы. Тетрадимит, алтаит, каниззарит, «наполненные» скуттерудиты и другие халькогениды		1	1	
Материалы –пьезоэлектрики. Кварц, КДФ, ZnS, CdS, ZnO		1	1	
Материалы-сверхпроводники. Купраты со структурой, производной от перовскита.		1	1	
Материалы для химических источников тока. Структурный тип оливина: трифилин, литиофилит. Литийсодержащие шпинели.		1	1	
Биосовместимые материалы – импланты. Гидроксилапатит. Керамики на основе Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и ZrO <sub>2</sub> .		1	1	
Материалы для хранения радиоактивных отходов. Циркон, цирконолит, перовскит, монацит, пироклор, кальсилит, нефелин		1	1	
<b>Промежуточная аттестация по итогам семестра: зачет с оценкой</b>				
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>10</b>

**Содержание разделов дисциплины:**

**Раздел дисциплины: Базовые понятия предмета материаловедения. Основы классификации веществ и материалов. Уровни структурной организации материалов**

**Лекция (1 час):**

Определение науки материаловедение, история её развития, связь с другими науками. Цели и задачи материаловедения. Определение термина «материал», классификация материалов. Уровни структурной организации материалов. Свойства материалов, их классификация и описание. Взаимосвязь свойств со структурной организацией материалов. Дефекты в материалах. Дислокации и дисклинации. Способы обработки материалов. Дисперсное упрочнение и методы исследования дисперсноупрочнённых сплавов. Эпитаксиальные плёнки, способы получения. Понятие «качество» материала.

### **Раздел дисциплины: Промышленные материалы**

#### **Лекция (1 час):**

Классификация промышленный материалов. Металлические материалы, их структура и свойства. Полимерные материалы, их структура и свойства. Керамические материалы, их структура и свойства. Композиционные материалы, определение, типы структур, специфические свойства. Гибридные материалы (полупроводники, интерметаллиды, пластичную и электропроводящую керамику и наноматериалы), определение, особенности структуры, специфические свойства. Области применения материалов. Конструкционные и функциональные материалы. Промышленные минералы, определение, типы. Геополимеры, определение, характеристики. Химические особенности геополимеров, способы получения. Получение пористых геополимеров. Применение геополимеров. Стекло, его типы и свойства. Сырьё для получения стекла. Процессы стекольного производства. Характеристики стёкол.

### **Раздел дисциплины: Ионообменные материалы. Сорбенты. Перлит, вермикулит, цеолиты**

#### **Лекция (1 час):**

Ионообменные материалы, определение, характеристики. Группы ионообменных материалов, их отличительные особенности. Процессы получения ионитов. Природные иониты, способы их обработки. Сорбционные свойства природных и синтетических ионитов. Цеолиты: синтетические и природные. Способы получения синтетических цеолитов, производственная цепочка. Использование природных и синтетических цеолитов. Сорбционные свойства синтетических и природных модификаций кремнезёмов. Направления использования. Способы увеличения сорбционной активности цеолитов и кремнезёмов.

### **Раздел дисциплины: Огнеупоры и изоляционные материалы. Кордиеритовая, цельзиановая, корундовая, флогопитовая керамика. Магнетитовые и волластонитовые огнеупоры**

#### **Лекция (2 часа):**

Керамика, определение. Классификация керамик. Свойства керамики. Термическое расширение, коэффициенты термического расширения. Фазы в керамике. Способы управления свойствами керамики. Покрытия керамических изделий, типы и способы получения покрытий. Использование керамики с покрытиями в технике. Керамические и стеклокерамические покрытия на металлах, способы получения, применение в технике. Области применения керамики. Строительная керамика. Хозяйственно-бытовая керамика. Огнеупорная. Техническая. Огнеупоры, характеристики, состав. Высокоогнеупорная керамика на основе оксидов  $Al_2O_3$  (корундовая),  $ZrO_2$ ,  $BeO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $ThO_2$ ,  $UO_2$ . Муллитовая, муллитокорундовая, клиноэнстатитовая, форстеритовая, кордиеритовая, цельзиановая, цирконовая, литийсодержащая, волластонитовая керамики. Сырьё для получения керамики. Производство керамики.

### **Раздел дисциплины: Материалы на основе графита**

### **Лекция (2 часа):**

Углерод, модификации углерода, особенности химической связи. Графит, типы графита, свойства. Современные прикладные направления использования графита. Интеркалированные соединения графита, особенности, способы получения. Терморасширенный графит, получение и использование. Нефтяной кокс, типы, получение. Сажа, способы получения, применение. Каменноугольные пеки, определение, свойства, использование в композитах. Пиролитический углерод. Углеродные волокна. Алмаз, свойства, применение. Выращивание поликристаллических и монокристаллических алмазных плёнок, методы их обработки. Фотолитография на алмазе.

**Раздел дисциплины: Термоэлектрические материалы. Тетрадимит, алтаит, каниззарит, «наполненные» скуттерудиты и другие халькогениды.**

### **Лекция (1 час):**

Явление термоэлектричества. История открытия. Первые термоэлектрические материалы: «классические» термоэлектрики на основе теллуридов висмута (тетрадимит) и свинца (алтаит). Характеристики термоэлектрических материалов. Простейшие термоэлектрические устройства для охлаждения и генерирования тока. Использование эффективных термоэлектрических охладителей. Термоэлектрические материалы на основе узкозонных полупроводников: сложные сложные халькогениды (теллуриды и селениды) со структурами производными от тетрадимита. «Наполненные скуттерудиты», исследованные в рамках концепции «фононное стекло-электронный кристалл». Соединения-клатраты со структурой клатрата-I  $A_3E_{46}$ , соединения семейства LAST – сложные теллуриды серебра, свинца и сурьмы,  $AgPb_mSbTe_{m+2}$  со структурным типом галенита; разнообразные интерметаллиды (половинные сплавы Гойслера и фазы Цинтля); наноблочные оксиды.

**Раздел дисциплины: Материалы –пьезоэлектрики. Кварц, КДФ, ZnS, CdS, ZnO**

### **Лекция (1 час):**

Явление пьезоэлектричества. История открытия. Прямой и обратный пьезоэффект. Пьезомодули. Развитие работ, посвящённых пьезоэффекту. Опыты с сегнетовой солью. Требования к кристаллам. Способы определения необходимой ориентировки заготовок кристаллов. Использование кварца в качестве пьезоэлектрика. Кристаллы дигидрофосфата калия  $KH_2PO_4$  (минерал арчерит, KDP) и дигидрофосфата аммония (ADP). Явление сегнетоэлектричества. Кристаллы ZnS, CdS, ZnO. Пьезоэффект в анизотропных средах – пьезоэлектрические текстуры. Работы Шубникова. Керамика из титаната бария  $BaTiO_3$  (минера бариоперовскит) и родственных этому соединению  $ZrTiO_3$ ,  $Pb(Zr, Ti)O_3$ ,  $Pb(Nb, Zr)O_3$ . Способы получения пьезоэлектрической керамики.

**Раздел дисциплины: Материалы-сверхпроводники. Купраты со структурой производной от перовскита.**

### **Лекция (1 час):**

Явление сверхпроводимости. История открытия. Первые вещества – сверхпроводники. Эффект Мейснера. Классификация сверхпроводников. Хладагенты. Низкотемпературные сверхпроводники. Сложные оксиды меди, соединение  $HgBa_2Ca_2Cu_3O_x$ . ВТСП-ленты.  $(Bi, Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$ ,  $Bi_2Sr_2CaCu_2O_x$ ,  $YBa_2Cu_3O_7$ . Методы получения. Особенности производства. Кристаллические структуры сверхпроводящих

купратов. Обеспечение проводимости в структурах купратов с перовскитоподобной структурой.

**Раздел дисциплины: Материалы для химических источников тока.  
Структурный тип оливина: трифилин, литиофилит. Литийсодержащие шпинели.  
KTiPO<sub>4</sub>F**

**Лекция (1 час):**

Химические источники тока, определение и характеристики. Ретроспектива химических источников тока. Классификация химических источников тока. Особенности функционирования химических источников тока, химические реакции. Литий-ионные аккумуляторы. Типы катодов, анодов и электролитов, их сравнительная характеристика. Требования к электродным материалам. Натриево-серные аккумуляторы. Принцип действия. Материалы. Области применения. Иные металл-ионные аккумуляторы.

**Раздел дисциплины: Биосовместимые материалы – импланты.  
Гидроксилапатит. Керамики на основе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZrO<sub>2</sub>.**

**Лекция (1 час):**

Определение биокерамики. Основные группы биокерамических материалов. Ретроспектива биокерамики. Биохимическая совместимость материалов с организмом. Требования к биокерамике. Требования к микроструктуре разных типов биокерамики. Циркониевая керамика (ZrO<sub>2</sub>), стабилизированная иттрием, алюминиевая керамика (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), силикаты и фосфаты, относящиеся к стеклам и стеклокерамике. Кальцийфосфатная (гидроксилапатит, ГАП) и β-трикальцийфосфат (β-ТКФ). Коммерческие пористые ГАП. Достоинства и недостатки протезов из биокерамики. Токсичные биоматериалы, бионертные и биоактивные материалы. Методы получения биоматериалов. Способы модификации существующих типов биокерамик.

**Раздел дисциплины: Материалы для хранения радиоактивных отходов.  
Циркон, кальсилит, пирохлор, нефелин, монацит**

**Лекция (1 час):**

Радиоактивные отходы, определение, классификация. Продукты деления и актиноиды. Классификация матриц для связывания продуктов деления и актиноидов. Способы захоронения радиоактивных отходов, классификация, сравнительная характеристика. Природные барьеры, обеспечивающие радиационную безопасность при захоронении РАО. Минералы-матрицы для связывания РАО. Требования к минералам-матрицам для захоронения их в горных породах. Способы получения минералоподобных кристаллических матриц. Витрометы. СИНРОК, определение, история, состав, способы получения.

**7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

**7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

*Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля*



Основные проблемы и современные тенденции в развитии материаловедения и производства материалов нового поколения.

Свойство материала. Перечислите основные типы свойств материалов.

Классификация материалов

Отличие структуры металлических и неметаллических соединений и материалов

Разновидности фазовых переходов вещества.

Понятие пьезоэлектричества. Пьезоэлектрические свойства кварца и КДФ.

Понятие керамики и технологии их получения.

Основные технологические свойства керамических материалов.

Основные типы сырья, применяемые в производстве керамики.

Применение графита и графитоподобных материалов.

Понятие «ионообменный материал». Особенности кристаллических структур ионообменников.

Основные технологические свойства сорбентов.

Понятие термоэлектричества. Особенности материалов, обладающих термоэлектрическими свойствами. Проблемы создания материалов-термоэлектриков.

Понятие сверхпроводимости. Два типа материалов-сверхпроводников. Особенности кристаллической структуры высокотемпературных сверхпроводников. Проблемы создания материалов-сверхпроводников.

Строение литий-ионного аккумулятора. Материалы для катода и анода.

Строение натрий-серного аккумулятора. Материалы для твёрдых электролитов.

Области применения неорганических соединений в качестве имплантов. Свойства биосовместимых керамик.

Основные проблемы захоронения радиоактивных отходов. Типы радиоактивных отходов.

Возможные матрицы для иммобилизации радиоактивных отходов. Методы их получения.

### **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
(устный опрос): Знания современного состояния материаловедения. Общие положения науки, направления. Типы материалов и их свойства. Уровни структурной организации природных и синтетических материалов. Влияние параметров синтеза	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания есть, но отсутствует их систематичность	Знания систематические, но имеются пробелы	Систематические знания в достаточном объеме

микроструктуру и свойства разных типов материалов на.				
(устный опрос): Умения самостоятельно разобраться с оригинальными аналитическими данными, касающимися природных и синтетических веществ, которые могут быть получены им в процессе научной или научно-производственной работы	Умения отсутствуют	Демонстрирует умения только по отдельным пунктам	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиально го характера	Успешное умение самостоятельно разобраться с оригинальным и аналитическими данными
(устный опрос): Владения современными подходами к изучению природных и синтетических материалов	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования, но имеются пробелы	Уверенное использование имеющихся знания для решения конкретных задач

## 8. Ресурсное обеспечение:

### Перечень основной и дополнительной литературы:

(A) Adler S.B. (2004) Factors Governing Oxygen Reduction in Solid Oxide Fuel Cell Cathodes. Chem. Reviews. 104. 4791-4844.

Goodenough J.B., Kim Y. (2010) Challenges for Rechargeable Li Batteries. Chemistry of materials. 22 587-603.

Halasyamani P. Shiv and Poeppelmeier Kenneth R. (1998) Noncentrosymmetric Oxides. Chem. Mater., 10, 2753-2769

Lupeiko T.G., Lopatin S.S. (2004) Old and New Problems in Piezoelectric Materials Research and Materials with High Hydrostatic Sensitivity. Inorganic Materials. 40. Suppl. 1. 19-32.

Manning D.A.C. Introduction to Industrial Minerals.

Park C., Snyder R.L (1995) Structures of high-temperature cuprate superconductors. Journal of American Ceramic Society. 78(12). 3171-3194.

Park J.B., Lakes R.S. (1992) Biomaterials. An introduction (second edition), Plenum Press, NY, 394 p.

Semiconductor and metal nanocrystals. Edited by V.Klimov. New York, Marcel Dekker Inc. 2004.

Talopin D.V., Lee J-S, Kovalenko M. V., Shevchenko E. V. (2010) Prospects of Colloidal Nanocrystals for Electronic and Optoelectronic Applications. Chem. Rev., 110, 389.

Tsukada A., Krockenberg Y., Noda M., Yamamoto H., Manske D., Alff L., Naito M. (2005) New class of T'-structure cuprate superconductors. Solid State Communications. 133. 427-431.

Winter M., Brodd R.J. (2004) What are batteries, fuel cells, and supercapacitors? Chem. Reviews. 104. 4245-4269.

Yin Y., Alivisatos P.A. (2005) Colloidal nanocrystal synthesis and the organic-inorganic interface. Nature, 437, 664-670.

Андрюшин И.А., Юдин Ю.А. (2007) Обзор проблем обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. 119 стр.

Ван Везер Дж. (1962) Фосфор и его соединения, М.: Издательство «Издательский центр», 687 с.

Власов Ю.Г. (1990) Твердотельные сенсоры в химическом анализе. Журнал аналитической химии. 45(7). 1279-1289

Высоцкий В.С., Сытников В.Е., Илюшин К.В., Ковалёв Л.К., Ковалёв К.Л., Егошкина Л.А. (2005) Сверхпроводимость в электромеханике и электроэнергетике. Электричество. 7. 31-41.

Гиллеспи Р. (1975) Геометрия молекул. М.: Издательство «МИР», 272 стр.

Гусева Е.С., Попова С.С., Францев Р.К. (2018) Перспективные композиционные материалы для катодов литий-ионных аккумуляторов на основе модифицированных фуллеренами и фторид-ионами оксидов переходных металлов и РЗЭ. Электрохимическая энергетика. 18(4). 161-191.

Демянюк Д.Г., Долматов О.Ю., Исаченко Д.С., Кузнецов М.С., Семёнов А.О., Чурсин С.С. (2013) Современные методы получения матричных материалов для иммобилизации радиоактивных отходов. Известия высших учебных заведений. 56(4/2). 124-128.

Дятлова Е.М., Климош Ю.А. (2014) Химическая технология керамики и огнеупоров. Часть 1. Минск: БГТУ. 224 с.

Егоров-Тисменко Ю.К. (2005) Кристаллография и кристаллохимия. М.: Издательство «КДУ», 592 стр.

Елисеева С.Н., Левин О.В., Толстопятова Е.Г., Алексеева Е.В., Апраксин Р.В., Румянцев А.М., Жданов В.В., Кондратьев В.В. (2015) Свойства катодного материала на основе феррофосфата лития с добавками проводящего полимера для перезаряжаемых литий-ионных батарей. Электрохимическая энергетика. 15(1). 39-44.

Золотов Ю.А. (1995) Аналитическая химия в ИОНХ. Журнал аналитической химии, 50, 1223-1228.

Зосин А.П., Приймак Т.И., Авсарагов Х.Б., Кошкина Л.Б., Маслобоев В.А. (2008) Геоцементный камень на основе магнезиально-железистых шлаков цветной металлургии – устойчивый материал для иммобилизации радиоактивных отходов. Вестник МГТУ. 11 (3). 506-511.

Зубакова Л.Б., Тевлина А.С., Даванков А.Б. (1978) Синтетические ионообменные материалы. М. Химия. 184 с.

Истомин С.Я., Антипов Е.В. (2013) Катодные материалы для среднетемпературных ТОТЭ на основе перовскитоподобных оксидов переходных металлов, Успехи химии.

- Карпов Е.Ф., Басовский Б.И. (1994) Контроль проветривания и дегазации в угольных шахтах М.: Недра, 333 стр.
- Кириллова И.А., Садовой М.А., Подорожная В.Т., Буякова С.П., Кулькова С.Н. (2013) Керамические и костно-керамические импланты: перспективные направления. Хирургия позвоночника. 4. 52-62
- Косова Н.В. (2011) Литий в лидерах: химические источники тока. Наука из первых рук. 77-81
- Кэди У. (1949) Пьезоэлектричество и его практическое применение. Пер. с англ. М.: Издательство ин. лит.
- Лайнс М., Гласс А. (1981) Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М.: Издательство «Мир»
- Мнеян М.Г. (1991) Сверхпроводники в современном мире: Кн. Для учащихся. М.: Издательство «Просвещение»
- Москальчук Л.Н., Баклай А.А., Леонтьева Т.Г., Стреленко Д.К. (2015) Сорбционные материалы на основе бентонитовой глины месторождения «Острожанское» для обеспечения безопасного обращения с радиоактивными отходами. Химия и технология неорганических веществ. 3. 70-77
- Мясников И.А., Сухарев В.Я., Куприянов Л.Ю., Завьялов С.А. (1991) Полупроводниковые сенсоры в физико-химических исследованиях, М.: Наука, Перевод этой книги вышел в серии Handbook of sensors and actuators, Volume 4, " Semiconductor Sensors in Physico-Chemical Studies", Elsevier, 1996.
- Мясоедов Б.Ф., Давыдов А.В. (1990) Химические сенсоры, возможности и перспективы. Журнал аналитической химии. 45(7). 1259-1278.
- Николаев А.И., Герасимова Л.Г., Маслова М.В. Новые сорбенты на основе техногенных продуктов ОАО «Апатит» для обезвреживания радиоактивных и токсичных отходов. Вестник Кольского научного центра РАН. 91-100
- Пожидаев Ю.Н. (2014) Кремнийсодержащие сорбционные материалы: синтез, свойства, применение. Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. 4(9). 7-37.
- Поплавко Ю.М., Переверзева Ю.П., Раевский И.П. (2009) Физика активных диэлектриков. Ростов-на-Дону: Издательство Южного Федерального университета.
- Пул Ч., Оуэнс Ф. (2004) Нанотехнологии. М.: «Техносфера»
- Садовский М.В. (2008) Высокотемпературная сверхпроводимость в слоистых соединениях на основе железа. Успехи физических наук. 178(12). 1243-1271.
- Самойленко С.В., Иванов С.С., Кауль А.Р. (2008) Высокотемпературные сверхпроводники и материалы на их основе: что нового? Энергия, Экономика, техника, экология. 7. 10-21
- Самойлович А.Г. (2007) Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. Издательство ЛКИ.
- Сапунов С.В. (2015) Материаловедение. СПб.: Издательство «Лань», 208 стр.
- Севастьянова В.И., Кирпичникова М.П. (2011) Биосовместимые материалы. Медицинское информационное агентство. Москва. 544.
- Сироткин О.С. (2015) Основы современного материаловедения. М.: Издательство «ИНФРА-М», 364 стр.

Соков В.Н., Бегляров А.Э. (2011) Футеровочные материалы для высокотемпературной изоляции. Научно-практический Интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование». 1.

Суздаев И.П. (2006) Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: Издательство «КомКнига»

Токонесущие ленты второго поколения на основе высокотемпературных сверхпроводников/ Под ред. А. Гояла; Пер. с англ.; ред. пер. А.Р.Кауль (2009) М.: Издательство ЛКИ

Толедано Ж.К., Толедано П. (1994) Теория Ландау фазовых переходов. Издательство «МИР», 461 стр.

Фиалков А.С. (1997) Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. М. Аспект Пресс. 718 с.

Финаенов А.И., Кольченко А.С., Яковлев А.В., Финаенова Э.В., Колесникова М.А. (2011) Адсорбенты на основе терморасширенного графита. Вестник Саратовского государственного технического университета. 45-52

Ханов А.М., Макарова Л.Е., Дегтярёв А.И., Караваев Д.М., Москвалёв В.А., Нестеров А.А. (2012) Особенности строения и использования терморасширенного графита. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение. Материаловедение. 92-106.

Цыганов А.А., Хвостов В.И., Комаров Е.А., Котляревский С.Г., Павлюк А.О., Шаманин И.В., Нестеров В.Н. (2007) Проблемы утилизации реакторного графита остановленных промышленных уран-графитовых реакторов. Известия Томского политехнического университета. 310(2). 94-98.

Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н., Микова Н.М. (2013) Углеродные и композиционные материалы из природных графитов. Журнал Сибирского федерального университета. 1. 11-22.

Шевельков А.В. (2008) Химические аспекты создания термоэлектрических материалов. Успехи химии, 77(1), 3–21.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения – не требуется

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем - не требуется

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Д) Материально-технического обеспечение: - Учебная аудитория с мультимедийным проектором, компьютер, экран, выход в Интернет.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Н.В. Щипалкина

11. Автор (авторы) программы – старший научный сотрудник АО «НИИ НПО «ЛУЧ» (АО «Наука и Инновации», Госкорпорация «РОСАТОМ») Н.В. Щипалкина