


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
материаловедения и индустрии наносистем  
Академик РАН

  
В.М. Иевлев  
подпись, расшифровка подписи  
21.04.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.06.01 Перспективные функциональные материалы**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

*04.03.02 – Химия, физика и механика материалов*

**2. Профиль подготовки/специализация:** *Материаловедение и индустрия наносистем*

**3. Квалификация выпускника:** *бакалавр*

**4. Форма обучения:** *очная*

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** *материаловедения и индустрии наносистем*

**6. Составители программы:** *Сладкопевцев Борис Владимирович, кандидат химических наук*

**7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета, протокол №3 от 19.04.2022

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

формирование у студентов представлений о современных материалах функционального назначения, новых технологиях их синтеза, физико-химических свойствах и областях применения.

Задачи учебной дисциплины:

Студент должен

- знать основные типы функциональных материалов и их свойства;
- иметь представления о современных подходах к синтезу функциональных материалов с заданными свойствами;
- уметь прогнозировать возможности применения материалов в различных областях с учётом их физико-химических характеристик.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: для освоения курса студент должен быть знаком с основными разделами общей и неорганической химии, иметь представления о методах анализа состава и структуры вещества.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, изученных студентами ранее: «Общая и неорганическая химия»; «Органическая химия»; «Микроскопические методы исследования структуры материалов»; «Спектроскопические методы исследования материалов»; «Перспективные методы активации процессов синтеза функциональных материалов», «Полупроводниковые материалы и сверхпроводники», «Аморфные жидкокристаллические материалы».

Данная дисциплина является предшествующей дисциплинам «Наноматериалы», «Тонкие пленки и гетероструктуры». Параллельно с данным курсом студенты осваивают дисциплины «Нанокластеры и наноструктуры: синтез и свойства» и «Нанотехнологии».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен использовать знания о методах синтеза и свойствах материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для решения профессиональных задач	ПК-2.1	Выбирает методы синтеза материалов различного назначения (в том числе наноматериалов) в соответствии с поставленной задачей	Знать: современные представления о подходах к синтезу функциональных материалов с заданными свойствами Уметь: использовать полученные знания для выбора метода синтеза функциональных материалов Владеть: навыками синтеза некоторых видов материалов с функциональными свойствами
		ПК-2.2	Использует знания о свойствах материалов для решения конкретных профессиональных задач	Знать: основные типы современных функциональных материалов и их свойства Уметь: прогнозировать возможности применения материалов в различных областях с учётом их физико-химических характеристик Владеть: навыками использования знаний о свойствах основных классов функциональных материалов для решения конкретных профессиональных задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр	8 семестр	...
Контактная работа	72	72		
в том числе:	лекции	36	36	
	практические	36	36	
	лабораторные	–	–	
	курсовая работа	–	–	
Самостоятельная работа	36	36		
Промежуточная аттестация (для экзамена)				
Итого:	108	108		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Основные понятия. Классификация материалов	Подходы к классификации материалов. Классификация по составу, формам существования, структуре, функциональным свойствам, областям применения. Конструкционные и функциональные материалы. Классификация материалов по функциональным свойствам	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.2	Основные принципы получения материалов	Принципы периодичности; структурного дизайна; химического, термодинамического и структурного подобия; непрерывности и соответствия компонентов равновесной системы, ограничения числа независимых параметров состояния в равновесной системе; структурного разупорядочения и непостоянства состава; химического, структурного, фазового усложнения; химической, гранулометрической и фазовой однородности; эквивалентности источников беспорядка в условиях минимизации свободной энергии системы (принцип А.Вейла); одинакового эффекта различных физико-химических воздействий; синергетического эффекта различных физико-химических воздействий; неравноценности объема и поверхности; метастабильного многообразия Использование диаграмм Время - Температура – Превращение при создании материалов с контролируемыми свойствами. Самосборка и самоорганизация	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.3	Полупроводниковые материалы	Проблемы и тенденции в современной химии и технологии полупроводников. Гетероструктуры и сверхрешетки. Полупроводниковые квантовые	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=112">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=112</a>

		<p>точки как замена традиционных неорганических и органических люминофоров.</p> <p>Термоэлектрические материалы. Перспективные вещества для создания термоэлектрических материалов нового поколения – полупроводниковые клатраты, скуттерудиты, наноккомпозиты и несоразмерные сложные оксиды.</p>	54
1.4	Керамические материалы	<p>Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями. Материалы на основе нитрида кремния. Твердофазные электролиты и электродные материалы.</p> <p>Новые высокотемпературные технологические процессы использующие материалы на основе HfC. Перспективные керамические композиты.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.5	Суперионики	<p>Классические суперионики. Электронно-ионные проводники. Протонные проводники на основе церрата бария. Применение твердых электролитов.</p> <p>Новые сульфид-ионные проводники на основе тиолантаноидатов щелочно-земельных металлов.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.6	Магнитные материалы	<p>Важнейшие типы магнитомягких и магнитожестких материалов. Магнитные металлы и сплавы типа альнико, SmCo<sub>5</sub> и Fe-Nd-B. Магнитодиэлектрики типа ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита. Материалы с колоссальным магнетосопротивлением (новые магнитоактивные композиты и материалы для магнитной записи, спинтроника).</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.7	Биоматериалы	<p>Требования к материалам, используемым для протезирования. Керамические материалы на основе Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и ZrO<sub>2</sub>, гидроксил- и фторапатита. Биоактивная стеклокерамика. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Ультрадисперсные манганиты в термическом лечении раковых опухолей и транспорте лекарств. Керамика для протезирования зубов.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.8	Материалы для водородной энергетики	<p>Хранение водорода. Адсорбционные методы хранения, использующие углеродные нановолокна, нанотрубки, кристаллические микропористые металлоорганические каркасы. Химические методы хранения водорода – используемые материалы. Металлогидриды как среда хранения водорода. Протонные электролиты. Высокотемпературные и низкотемпературные протонные электролиты.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.9	Наноматериалы	<p>Наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия. Конструкционные наноструктурные твердые сплавы.</p> <p>Наноструктурированные кристаллы для фотоники.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.10	«Мягкие» органические материалы	<p>Синтетические и биологические самособирающиеся мягкие молекулярные материалы. Молекулярные магниты</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
1.11	«Умные» материалы	<p>Термоэлектрики, мультиферроики, магнитокалорические материалы.</p> <p>Магнитореологические, электрореологические жидкости. Термо- и фоточувствительные полимеры.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Основные понятия. Классификация материалов	<p>Классификация по составу, формам существования, структуре, функциональным свойствам, областям применения.</p> <p>Конструкционные и функциональные материалы.</p> <p>Классификация материалов по функциональным</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>

		свойствам	
2.2	Основные принципы получения материалов	Основные принципы получения материалов	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.3	Полупроводниковые материалы	Материалы для преобразования солнечной энергии. Аморфный и нанокристаллический кремний, тонкие плёнки халькогенидов. Тройные полупроводники и многослойные гетероструктуры на их основе. Сенсibilизированные красителем солнечные батареи (ячейки Гретцеля), мезопористые оксидные полупроводники. Светодиоды (LED) – используемые материалы и технологии	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.4	Керамические материалы	Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). Длинномерные ВТСП-материалы: ленты и провода в серебряной оболочке, пленки на битекстурированной металлической ленте. Экзотические сверхпроводники (органические сверхпроводники, НТСП). Области применения ВТСП-материалов (устройство SQUID-магнитометра, томографа, поезда на магнитной подушке, антенн, логических элементов, промышленных длинномерных сверхпроводников, ограничителей предельно-допустимого тока, МГД-генераторов, трансформаторов)	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.5	Суперионики	Катодные и анодные материалы литиевых батарей (на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития. Материалы микробатарей кардиостимуляторов.)	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.6	Магнитные материалы	Устройства записи и хранения информации на основе сегнетоэлектриков и ферромагнетиков. Магнитные жидкости. Низкоразмерные магнитные структуры (фазы Пиерлса, «лестничные» соединения)	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.7	Биоматериалы	Углеродная керамика для сердечного клапана. Углерод как материал имплантатов. Биомиметика.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.8	Материалы для водородной энергетики	Материалы, используемые для очистки водорода. Создание композитных мембран для очистки водорода.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.9	Наноматериалы	Наноматериалы для создания мембран. Пористые оксид алюминия, диоксид титана.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.10	«Мягкие» органические материалы	Органические полупроводники, органические светоизлучающие диоды (OLED), органические полевые транзисторы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
2.11	«Умные» материалы	Пьезоэлектрические материалы для создания сенсоров и актуаторов. Сплавы с памятью формы (нитинол).	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254</a>
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1			
3.2			

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные понятия. Классификация материалов	2	3	–	3	8
2	Основные принципы получения материалов	2	3	–	3	8
3	Полупроводниковые материалы	4	3	–	3	10
4	Керамические материалы	4	3	–	3	10
5	Суперионики	3	3	–	3	9
6	Магнитные материалы	4	4	–	3	11
7	Биоматериалы	3	4	–	3	10
8	Материалы для водородной энергетики	4	6	–	4	14
9	Наноматериалы	4	3	–	4	11
10	«Мягкие» органические материалы	2	2	–	4	8
11	«Умные» материалы	4	2	–	3	9
	Итого:	36	36	–	36	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины предполагаются: работа с конспектами лекций и литературными источниками, специализированными интернет-ресурсами, базами данных и библиотеками; подготовка и защита рефератов.

Изучение раздела «Полупроводниковые материалы» базируется в том числе на знаниях, полученных в результате освоения дисциплины «Полупроводниковые материалы и сверхпроводники», поэтому требуется повторение ранее изученного материала.

Рекомендации по освоению дисциплины: необходимы систематическая работа с конспектом лекций и литературными источниками, а также с тематическими Интернет-ресурсами.

Текущий контроль проводится в форме устного опроса, контрольных работ.

Возможно получение зачёта автоматом при выполнении требований, перечисленных в п. 20.

Рекомендации по освоению дисциплины: необходимы систематическая работа с конспектом лекций и литературными источниками, а также с тематическими Интернет-ресурсами. Использование ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254>. ЭУМК «Перспективные функциональные материалы» на портале ВГУ «Электронный университет» содержит методические материалы, презентации лекций, учебные пособия и необходимые для изучения дисциплины материалы. При реализации дисциплины также используются сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и социальные сети.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д. О. Чаркина и В. В. Уточниковой ; под ред. Ю. Д. Третьякова и Е. А. Гудилина. – Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 463 с.
2.	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А. А. Елисеев, А. В.

Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010. – 454 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=68876">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=68876</a>
---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Кнотько А. В. Химия твердого тела : учебное пособие для студ., обуч. по специальности 020101 (011000) "Химия" / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. – Москва : Academia, 2006. – 301 с.
4.	Третьяков Ю. Д. Введение в химию функциональных материалов. Методическая разработка к курсу лекций «Функциональные материалы» / Ю. Д. Третьяков, Е. А. Гудилин. Москва : Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Факультет наук о материалах, 2006. – 125 с.
5.	Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография / под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 527 с.
6.	Вест А. Р. Химия твердого тела: Теория и приложения: В 2 ч. Ч. 1 / А. Вест ; Пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка, под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Мир, 1988. – 555 с.
7.	Вест А. Р. Химия твердого тела: Теория и приложения: В 2 ч. Ч. 2 / А. Вест ; Пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка, под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Мир, 1988. – 334 с.
8.	Горелик С. С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков : учебник для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки бакалавров и магистров "Материаловедение и технология новых материалов" и направлению дипломирования специалистов "Материаловедение, технологии материалов и покрытий" / С. С. Горелик, М. Я. Дашевский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Мисис, 2003. – 480 с.
9.	Гуревич Ю. Я. Твердые электролиты / Ю. Я. Гуревич ; АН СССР; Отв. ред. А. П. Леванюк. – Москва : Наука, 1986. – 171 с.
10.	Высокотемпературные сверхпроводники : Пер. с англ. / [А. У. Слейт, Р. П. Мессмер, Р. Б. Мэрфи и др.]; Под ред. Д. Нелсона и др. – Москва : Мир, 1988. – 400 с
11.	Пиментел Дж. Возможности химии сегодня и завтра / Джордж Пиментел, Дженесс Кунрод ; пер. с англ. В. А. Сипачева, Ю. А. Устынюка ; под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Мир, 1992. – 288 с.
12.	Третьяков Ю. Д. Керамика - материал будущего / Ю. Д. Третьяков, Ю. Г. Метлин. – Москва : Знание, 1987. – 47 с.
13.	Анимица И. Е. Материалы для водородной энергетики : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению 020100 "Химия" и специальности 020101 "Химия"] / И. Е. Анимица, Н. А. Кочетова, А. Я. Нейман ; Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2009. – 124 с.
14.	Неорганические материалы : журнал
15.	Materials Today : журнал
16.	Nano Letters : scientific journal, American Chemical Society

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a> - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
2.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека
3.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> - один из крупнейших в мире онлайн-сборников опубликованных научных исследований (Elsevier)
4.	<a href="http://www.rusnanonet.ru/">http://www.rusnanonet.ru/</a> - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети
5.	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online",
6.	<a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a> - Электронно-библиотечная система "Консультант студента"

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Практикум синтез и исследование нанодисперсных систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4 к. днев. отд-ния хим. фак., для направления 020300 - Химия, физика и механика материалов] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Е.В. Томина и др.]. –

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются различные типы лекций – вводные лекции, информационные лекции с визуализацией (мультимедийные презентации), по отдельным темам – обзорные. На практических занятиях: выступление с рефератами, семинарские занятия. Текущая аттестация осуществляется в форме устного опроса, промежуточная – по КИМ.

ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11254>

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и социальные сети

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Основные понятия. Классификация материалов	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
2.	Основные принципы получения материалов	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
3.	Полупроводниковые материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Круглый стол Реферат Краткие сообщения
4.	Керамические материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Реферат Краткие сообщения
5.	Суперионики	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Краткие сообщения
6.	Магнитные материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Краткие сообщения Реферат
7.	Биоматериалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Краткие сообщения
8.	Материалы для водородной энергетики	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Круглый стол Краткие сообщения
9.	Наноматериалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Краткие сообщения



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
10.	«Мягкие» органические материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Краткие сообщения
11.	«Умные» материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос Краткие сообщения
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт с оценкой				Перечень вопросов

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Рефераты*

*Краткие сообщения*

*Круглый стол*

*Устный опрос*

#### Темы рефератов

1. Сенсibilизированные красителем солнечные батареи (ячейки Гретцеля)
2. Тонкая керамическая технология
3. Жертвенные керамические материалы для атомной энергетики
4. Активные диэлектрики
5. SQUID-магнитометр: устройство, принцип работы, применяемые материалы
6. Использование сверхпроводников в томографах: применение и перспективы
7. Органические светоизлучающие диоды

#### Требования к оформлению реферата

Реферат представляется в электронном виде в формате документа MS Word. Структура реферата: введение, основной текст с подразделами, заключение, список литературы. Список цитируемых источников оформляется в соответствии с ГОСТ. Объем реферата – не менее 12 страниц.

Выступление для аудитории должно быть проведено с использованием презентации, которая должна включать в большей мере иллюстративный материал и минимум текста (пояснения, заголовки, ключевые моменты).

#### Описание технологии проведения

Представление реферата проводится в формате выступления для аудитории с использованием презентации (также загружается в соответствующий раздел курса «Перспективные функциональные материалы» на портале «Электронный университет ВГУ»), которая должна включать в большей мере иллюстративный материал и минимум текста (пояснения, заголовки, ключевые моменты). По итогам проводится обсуждение реферата, докладчику задаются вопросы преподавателем и студентами из аудитории.

#### Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания)

Оценивание проводится по следующим критериям:

- 1) Полнота представления материала в реферате, соответствие объёму, структуре, наличие основных разделов – максимально 3 балла;
- 2) Оформление текста реферата, презентации, соответствие требованиям и ГОСТ – максимально – 2 балла
- 3) Качество выступления и представления реферата – максимально 2 балла;
- 4) Ответы на вопросы – максимально 2 балла.

## Краткие сообщения

Реализуются в формате «Реферирование научных статей». Необходимо подготовить одно сообщение о прочитанной научной статье из любого научного журнала (на русском или на английском языке), тематика которого так или иначе связана с любым из классов изучаемых в курсе функциональных материалов, ознакомиться с ней и рассказать об основных представленных в ней результатах с использованием презентации. **Требования:** титульный слайд – ФИО докладчика, ссылка на статью, оформленная в соответствии с ГОСТ, скрин первой страницы статьи. Количество слайдов с иллюстративным материалом и необходимым текстом – 4-5. Язык публикации: русский или английский. Время выступления – до 5 минут.

### Описание технологии проведения

Представление кратких сообщений проводится в формате выступления для аудитории с использованием презентации (также загружается в соответствующий раздел курса «Перспективные функциональные материалы» на портале «Электронный университет ВГУ»), которая должна включать в большей мере иллюстративный материал и минимум текста (пояснения, заголовки, ключевые моменты). По итогам проводится обсуждение, докладчику задаются вопросы преподавателем и студентами из аудитории.

### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Оценивание проводится по следующим критериям:

- 1) Качество выступления докладчика, уровень владения материалом – максимально 2 балла;
- 2) Оформление презентации – максимально 1 балл;
- 3) Ответы на вопросы – максимально 2 балла.

## Перечень тем для обсуждения – круглый стол

### Круглый стол №1. «Солнечная энергетика (гелиоэнергетика)»

1. Проблемы и состояние современной энергетики
2. Гелиотермальная и фотовольтаическая электростанции
3. Принцип работы гелиотермальной электростанции. Современные проекты. Используемые материалы
4. Фотовольтаический эффект. История вопроса
5. Что такое солнечный элемент? Типы солнечных элементов.
6. Элементы с генерацией зарядов в объеме полупроводника разделением зарядов на рп-переходе (элементы диодного типа). Объёмные и плёночные элементы. Используемые материалы
7. Принцип работы элемента диодного типа
8. Сенсibilизированные красителем солнечные ячейки (Dye-Sensitized Solar Cell - DSSC) – ячейки Гретцеля – принцип работы и используемые материалы
9. Эффективность фотопреобразования. Потери эффективности фотопреобразования
10. Кремниевая фотовольтаика. Аморфный и нанокристаллический кремний
11. Технологии создания солнечных элементов
12. Использование – энергообеспечение зданий, электромобили, космическая область и т.д. Устройства на солнечных элементах
13. Современное состояние и перспективы

### Круглый стол №2. «Материалы для водородной энергетики»

#### I. Хранение водорода. Водородаккумулирующие материалы

- Адсорбционные методы хранения водорода (в том числе углеродные нановолокна, углеродные нанотрубки, кристаллические микропористые металлоорганические каркасы и др.)
- Химические методы хранения водорода (в том числе металлгидриды)

#### II. Топливные элементы

- Перспективы и проблемы развития топливных элементов
- Основные принципы работы топливных элементов
- Типы топливных элементов
- Мембранно-электродные блоки топливных элементов

### III. Очистка водорода. Методы и материалы

#### IV. Протонные электролиты

- Общие сведения о протонных проводниках
  - Классификации протонных проводников
  - Механизмы протонного транспорта
- Высокотемпературные протонные проводники
- Низкотемпературные протонные электролиты
  - Суперпротонные электролиты
  - Твердые полимерные электролиты

#### Описание технологии проведения

Круглые столы готовятся в формате выступлений по отдельным вопросам (с использованием презентаций и иллюстративного материала) и обсуждения при участии всех присутствующих. Вопросы распределяются между студентами заранее.

#### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Оценивание проводится по следующим критериям:

- 1) Качество выступления докладчика, уровень владения материалом – максимально 3 балла;
- 2) Оформление презентации – максимально – 1 балл;
- 3) Ответы на вопросы – максимально 2 балла.

#### **Устный опрос**

Устный опрос проводится в начале занятия после предыдущей лекции по ключевым вопросам рассмотренной темы.

Возможно получение дополнительных баллов за активную работу на семинарских занятиях и в других видах деятельности.

Предполагается использование балльно-рейтинговой системы (БРС). По результатам текущей аттестации по итогам изучения дисциплины оценки «отлично» и «хорошо» могут быть выставлены автоматом при соблюдении условий:

- «отлично» – 22 балла и выше
- «хорошо» - от 18 до 21 балла.

### **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Собеседование по билетам к зачету

- 
- Перечень вопросов к зачету и порядок формирования КИМ
1. Подходы к классификации материалов. Конструкционные и функциональные материалы
  2. Классификация материалов по составу и структуре
  3. Классификация материалов по функциональным свойствам
  4. Принцип непрерывности и соответствия компонентов равновесной системы и ограничения числа независимых параметров состояния в равновесной системе
  5. Принцип эквивалентности источников беспорядка в условиях минимизации свободной энергии системы (принцип А. Вейла)
  6. Принцип одинакового эффекта различных физико-химических воздействий; Принцип неравноценности объема и поверхности и принцип метастабильного многообразия
  7. Принцип структурного разупорядочения и непостоянства состава и принцип химического, структурного, фазового усложнения
  8. Принцип химического, термодинамического и структурного подобия
  9. Принцип периодичности и принцип структурного дизайна
  10. Принцип химической, гранулометрической и фазовой однородности
  11. Понятия «гетероструктура», «гетеропара», «гетеропереход», «сверхрешётка»
  12. Полупроводниковые квантовые точки – методы синтеза и области применения
  13. Светодиоды – используемые материалы и технологии
  14. Солнечные элементы диодного типа

15. Кремниевая фотовольтаика. Аморфный и нанокристаллический кремний
  16. Сенсибилизированные красителем солнечные ячейки – принцип работы и используемые материалы
  17. Перспективные вещества для создания термоэлектрических материалов нового поколения – полупроводниковые клатраты, скуттерудиты, наноккомпозиты и несоразмерные сложные оксиды
  18. Материалы на основе нитрида кремния
  19. Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП). Длинномерные ВТСП-материалы
  20. Важнейшие типы магнитомягких и магнито жестких материалов
  21. Мультиферроики
  22. Материалы для очистки водорода. Композитные мембраны
  23. Материалы и подходы, используемые для хранения водорода
  24. Электронно-ионные проводники. Катодные и анодные материалы литиевых батарей
  25. Биоматериалы – виды, предъявляемые требования
  26. Керамические материалы на основе гидроксил- и фторапатита
  27. Пористые материалы на основе оксида алюминия, диоксида титана и кремния
  28. Органические полупроводники, органические светоизлучающие диоды
  29. Магнитореологические и электрореологические жидкости
- Каждый КИМ содержит 2 вопроса из разных разделов программы.

#### Описание технологии проведения

На подготовку письменного ответа на вопросы КИМ (на листах ответов) даётся 60 минут, после этого проводится устная беседа.

#### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели: владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области синтеза и применения перспективных функциональных материалов</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным теоретическими основами дисциплины, способен охарактеризовать основные классы функциональных материалов, допускает ошибки и неточности при ответе</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен охарактеризовать основные классы функциональных материалов, не умеет применять полученные знания на практике</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответы на вопросы КИМа и дополнительные вопросы.</i>	<i>Неудовлетворительно</i>