

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
материаловедения и индустрии наносистем

В.М. Иевлев



20.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.01 Перспективные функциональные материалы

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.03.02 – Химия, физика и механика материалов

2. Профиль подготовки/специализация:

3. Квалификация (степень) 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 № 5 от 24.05.2018*

8. Учебный год: *2021/2022*

Семестр(ы): *7*

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

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

Задачи:

- формирование знаний об основных типах функциональных материалов и их свойствах;
- формирование представлений о современных подходах к синтезу функциональных материалов с заданными свойствами;
- формирование умения прогнозировать возможности применения материалов в различных областях с учётом их физико-химических характеристик.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 «Перспективные функциональные материалы» относится к дисциплинам по выбору основной образовательной программы направления подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов, блок Б1, вариативная часть.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих курсах, 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.

Параллельно студентам читаются дисциплины, с которыми дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 «Перспективные функциональные материалы» очень тесно связана: Нанотехнологии; Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов;

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 «Перспективные функциональные материалы» является предшествующей для следующих дисциплин: «Тонкие пленки и гетероструктуры; Наноматериалы; Материаловедение.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-5	Способность формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук	знать: основные типы современных функциональных материалов и их свойства; современные представления о подходах к синтезу функциональных материалов с заданными свойствами; уметь: прогнозировать возможности применения материалов в различных областях с учётом их физико-химических характеристик; иметь навыки: синтеза некоторых видов материалов с функциональными свойствами
ПК-4	способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	знать: основные методы синтеза современных функциональных материалов с варьируемыми характеристиками; уметь: выбирать и обосновывать оптимальные методы синтеза материалов; иметь навыки: синтеза некоторых видов функциональных материалов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачёт с оценкой.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	108	108		
в том числе: лекции	36	36		
практические	36	36		
лабораторные	36	36		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	Зачёт с оценкой	Зачёт с оценкой		
Итого:	144	144		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
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
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 контролируруемыми свойствами. Самосборка и самоорганизация
1.3	Полупроводниковые материалы	Проблемы и тенденции в современной химии и технологии полупроводников. Гетероструктуры и сверхрешетки. Полупроводниковые квантовые точки как замена традиционных неорганических и органических люминофоров. Термоэлектрические материалы. Перспективные вещества для создания термоэлектрических материалов нового поколения – полупроводниковые клатраты, скуттерудиты, наноккомпозиты и несоразмерные сложные оксиды.
1.4	Керамические материалы	Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями.

		Материалы на основе нитрида кремния. Твердофазные электролиты и электродные материалы. Новые высокотемпературные технологические процессы использующие материалы на основе HfC. Перспективные керамические композиты.
1.5	Суперионики	Классические суперионики. Электронно-ионные проводники. Протонные проводники на основе церрата бария. Применение твердых электролитов. Новые сульфид-ионные проводники на основе тиолантоидатов щелочно-земельных металлов.
1.6	Магнитные материалы	Важнейшие типы магнитомягких и магнитожестких материалов. Магнитные металлы и сплавы типа альнико, SmCo ₅ и Fe-Nd-B. Магнитодиэлектрики типа ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита. Материалы с колоссальным магнетосопротивлением (новые магнитоактивные композиты и материалы для магнитной записи, спинтроники).
1.7	Биоматериалы	Требования к материалам, используемым для протезирования. Керамические материалы на основе Al ₂ O ₃ и ZrO ₂ , 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.
1.8	Материалы для водородной энергетики	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.
1.9	Наноматериалы	Наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия. Конструкционные наноструктурные твердые сплавы. Наноструктурированные кристаллы для фотоники.
1.10	«Мягкие» органические материалы	Синтетические и биологические самособирающиеся мягкие молекулярные материалы. Молекулярные магниты
1.11	«Умные» материалы	Термоэлектрики, мультиферроики, магнитокалорические материалы. Магнитореологические, электрореологические жидкости. Термо- и фоточувствительные полимеры.
2. Практические занятия		
2.1	Основные понятия. Классификация материалов	Классификация по составу, формам существования, структуре, функциональным свойствам, областям применения. Конструкционные и функциональные материалы. Классификация материалов по функциональным свойствам
2.2	Основные принципы получения материалов	Основные принципы получения материалов
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
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)
2.5	Суперионики	Катодные и анодные материалы литиевых батарей (на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития. Материалы микробатарей кардиостимуляторов.)
2.6	Магнитные материалы	Устройства записи и хранения информации на основе сегнетоэлектриков и ферромагнетиков. Магнитные жидкости. Низкоразмерные магнитные структуры (фазы Пиерлса, «лестничные» соединения)
2.7	Биоматериалы	Углеродная керамика для сердечного клапана. Углерод как материал имплантатов. Биомиметика.
2.8	Материалы для водородной энергетики	Материалы, используемые для очистки водорода. Создание композитных мембран для очистки водорода.
2.9	Наноматериалы	Наноматериалы для создания мембран. Пористые оксид алюминия, диоксид титана.
2.10	«Мягкие» органические материалы	Органические полупроводники, органические светоизлучающие диоды (OLED), органические полевые транзисторы.
2.11	«Умные» материалы	Пьезоэлектрические материалы для создания сенсоров и актюаторов. Сплавы с памятью формы (нитинол).
3. Лабораторные работы		
3.1	Полупроводниковые материалы	Лабораторная работа «Сборка солнечного элемента нового типа с использованием нанотехнологий» Лабораторная работа «Исследование морфологии поверхности гетероструктур $\text{MeO}/\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ посредством нанотехнологического комплекса «Умка»»
3.2	Магнитные материалы	Лабораторная работа «Получение ферромагнитных жидкостей на основе высокодисперсного магнетита Fe_3O_4 и исследование их свойств»
3.3	Наноматериалы	Лабораторная работа «Синтез нанопористого Al_2O_3 методом анодного оксидирования алюминиевых фольг» Лабораторная работа «Синтез пористого фосфида индия методом анодного оксидирования»

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные понятия. Классификация материалов	2	2	0	2	6
2	Основные принципы получения материалов	2	2	0	2	6
3	Полупроводниковые материалы	4	6	14	6	30
4	Керамические материалы	4	4	0	2	10
5	Суперионики	3	3	0	4	10
6	Магнитные материалы	4	3	7	2	16
7	Биоматериалы	4	4	0	4	12
8	Материалы для водородной энергетики	5	6	0	6	17
9	Наноматериалы	4	2	15	4	25
10	«Мягкие» органические материалы	2	2	0	2	6
11	«Умные» материалы	2	2	0	2	6
	Итого:	36	36	36	36	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

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

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 : http://biblioclub.ru

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.	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.
9.	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 дипломиров. специалистов "Материаловедение, технологии материалов и покрытий" / С. С. Горелик, М. Я. Дашевский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Мисис, 2003. – 480 с.
10.	Гуревич Ю. Я. Твердые электролиты / Ю. Я. Гуревич ; АН СССР; Отв. ред. А. П. Леванюк. – Москва : Наука, 1986. – 171 с.
11.	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
12.	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.
13.	Третьяков Ю. Д. Керамика - материал будущего / Ю. Д. Третьяков, Ю. Г. Метлин. – Москва : Знание, 1987. – 47 с.
14.	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.
15.	Неорганические материалы : журнал
16.	Materials Today : журнал
17.	Nano Letters : scientific journal, American Chemical Society

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

№ п/п	Ресурс
1.	https://www.lib.vsu.ru/ - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
2.	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека
3.	http://www.sciencedirect.com - один из крупнейших в мире онлайн-сборников опубликованных научных исследований (Elsevier)
4.	http://www.rusnanonet.ru/ - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

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

№ п/п	Источник
1.	Практикум синтез и исследование нанодисперсных систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4 к. дней. отд-ния хим. фак., для направления 020300 - Химия, физика и механика материалов] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Е.В. Томина и др.]. – Электрон. текстовые дан. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. – Загл. с титул. экрана. – Свободный доступ из интрасети ВГУ. – Текстовый файл. – Windows 2000; Adobe Acrobat Reader. – <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-102.pdf >.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Для чтения лекций необходимо использование мультимедийного оборудования: проектор, ноутбук и экран. Для проведения лабораторных работ необходимо оборудование учебно-научных лабораторий кафедры материаловедения и индустрии наносистем:

- Комплекс нанотехнологического оборудования «УМКА»
- Источник постоянного тока Agilent N8740A
- Цифровой мультиметр Agilent 34401a
- Магнитная мешалка

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-5	Знать: основные типы современных функциональных материалов и их свойства; современные представления о подходах к синтезу функциональных материалов с заданными свойствами;	Все разделы	Устный опрос; защита рефератов
	Уметь: прогнозировать возможности применения материалов в различных областях с учётом их физико-химических характеристик.	Все разделы	Устный опрос; защита рефератов
	Владеть: навыками синтеза некоторых видов материалов с функциональными свойствами	Полупроводниковые материалы Магнитные материалы Наноматериалы	Лабораторные работы

ПК-4	Знать: основные методы синтеза современных функциональных материалов с варьируемыми характеристиками	Все разделы	Устный опрос
	Уметь: выбирать и обосновывать оптимальные методы синтеза материалов	Все разделы	Устный опрос
	Владеть: навыками синтеза некоторых видов функциональных материалов	Полупроводниковые материалы Магнитные материалы Наноматериалы	Лабораторные работы
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

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	Уровень сформированности 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>Повышенный уровень</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>Базовый уровень</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>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе на вопросы КИМа и дополнительные вопросы.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

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. Сенсibilизированные красителем солнечные ячейки – принцип работы и используемые материалы
17. Перспективные вещества для создания термоэлектрических материалов нового поколения – полупроводниковые клатраты, скуттерудиты, наноккомпозиты и несоизмеримые сложенные 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 фторapatита
27. Пористые материалы на основе оксида алюминия, диоксида титана и кремния
28. Органические полупроводники, органические светоизлучающие диоды
29. Магнитореологические и электрореологические жидкости

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 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

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного

университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, рефераты); письменных работ (лабораторные работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.