

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. декана ФМАТ  
В.И. Ряжских  
«31» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Современные направления развития физического  
материаловедения»

Направление подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы \_\_\_\_\_ И.А. Пантыкина Пантыкина И.А.

Заведующий кафедрой  
Материаловедения и  
физики металлов \_\_\_\_\_ Д.Г. Жилияков Жилияков Д.Г.

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ В.А. Юрьев Юрьев В.А.

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** познакомить студентов с методами производства новых перспективных материалов, с их структурным состоянием и свойствами; познакомить с областями применения перспективных конструкционных и функциональных материалов в изделиях и технологиях различных отраслей науки и производства.

**1.2. Задачи освоения дисциплины** ознакомление студентов с современными проблемами материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии; развитие навыков комплексного оценивания и прогнозирования тенденций и последствий развития материаловедения и технологий материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современные направления развития физического материаловедения» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Современные направления развития физического материаловедения» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью и готовностью участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, во внедрении достижений отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия

ПК-18 - способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области метрологии, технического регулирования и управления качеством

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	<u>знать</u> методы организации работы по повышению научно-технических знаний, развитию творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использования передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия
	<u>уметь</u> осуществлять выбор инструментальных средств для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы
	<u>владеть</u> навыками применения современного математического инструментария для решения технико-экономических задач, современными методами сбора, обработки и анализа данных, методами представления результатов анализа
ПК-18	<u>знать</u> основные тенденции развития физического материаловедения; основные принципы нанотехнологий и технологий перспек-

	тивных материалов; основные типы объектов, получаемых с помощью нанотехнологий, особенности их физических, химических и механических свойств; методы и технологии создания перспективных материалов, в том числе наноструктурированных и наноразмерных объектов, применение их в науке и технике
	уметь объяснить основные наблюдаемые эффекты в наноструктурах и наноматериалах с позиции физики и химии процессов; понимать физическую суть и разбираться в технологических аспектах новых методов и технологий
	владеть навыками использования основных физических законов и принципов в важнейших практических приложениях; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов нанотехнологии и объектов её реализации

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современные направления развития физического материаловедения» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	4	4
В том числе:		
Лекции	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	64	64
<b>Контрольная работа</b>	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Характерные наноматериалы.	Введение. Основные проблемы новых материалов для инновационных разработок. Характерные наноматериалы. Новые подходы и вызовы. Наносистемы. Виды. Структура. Перспективы развития.	6	6	12
2	Тонкие пленки и покрытия.	Аморфные и нанокристаллические материалы. Свойства. Применение. Тонкие пленки и покрытия. Свойства. Применение.	6	6	12
3	Углеродные наноматериалы.	Углеродные наноматериалы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Графен. Свойства. Применение. Специальные сплавы. Сплавы авиационной и ракетно-космической техники.	6	6	12
4	Аэрогели. Метаматериалы.	Аэрогели. Свойства. Применение. Метаматериалы. Свойства. Применение.	6	6	12
5	Композитные материалы.	Высокотемпературные сверхпроводники. Свойства. Применение. Композитные материалы. Свойства. Применение.	6	6	12
6	Перспективы практического применения наноматериалов.	Перспективы практического применения наноматериалов. Образ будущего мира. Энергетика. Электроника. Медицина. Химия. Фантастические проекты.	6	6	12
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	СРС	Всего, час
1	Характерные наноматериалы.	Введение. Основные проблемы новых материалов для инновационных разработок. Характерные наноматериалы. Новые подходы и вызовы. Наносистемы. Виды. Структура. Перспективы развития.	1	10	12
2	Тонкие пленки и покрытия.	Аморфные и нанокристаллические материалы. Свойства. Применение. Тонкие пленки и покрытия. Свойства. Применение.	1	10	12
3	Углеродные наноматериалы.	Углеродные наноматериалы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Графен. Свойства. Применение. Специальные сплавы. Сплавы авиационной и ракетно-космической техники.	1	10	10
4	Аэрогели. Метаматериалы.	Аэрогели. Свойства. Применение. Метаматериалы. Свойства. Применение.	1	10	10
5	Композитные материалы.	Высокотемпературные сверхпроводники. Свойства. Применение. Композитные материалы. Свойства. Применение.	-	12	12
6	Перспективы практического применения наноматериалов.	Перспективы практического применения наноматериалов. Образ будущего мира. Энергетика. Электроника. Медицина. Химия. Фантастические проекты.	-	12	12
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>64</b>	<b>68</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы).

### Контрольные вопросы и задания (варианты)

Из приведенных наноматериалов (прилагается) с указанными физико-механическими свойствами выберите с обоснованием оптимальный для

практического использования в перспективном устройстве (перечень прилагается)

Для приведенного изделия с указанными параметрами выберите из перечня аморфных материалов (прилагается) тот, который подходит для его изготовления. Обосновать выбор.

Для приведенного изделия с указанными параметрами выберите из перечня тонкопленочных материалов (прилагается) тот, который подходит для работы в указанных условиях. Обосновать выбор.

Для приведенного изделия с указанными параметрами выберите из перечня композитных материалов (прилагается) тот, который подходит для работы в указанных условиях. Обосновать выбор.

Из приведенного перечня высокотемпературные сверхпроводников выберите тот, который подходит для работы в указанных условиях. Обосновать выбор.

Из приведенного перечня углеродных материалов (прилагается) выберите материал, обладающий наиболее высокими механическими свойствами. Обосновать выбор.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать методы организации работы по повышению научно-технических знаний, развитию творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использования передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия	Ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять выбор инструментальных средств для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	обосновывать полученные выводы			
	<u>владеть</u> навыками применения современного математического инструментария для решения технико-экономических задач, современными методами сбора, обработки и анализа данных, методами представления результатов анализа	Решение стандартных практических работ решение	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-18	<u>знать</u> основные тенденции развития физического материаловедения; основные принципы нанотехнологий и технологий перспективных материалов; основные типы объектов, получаемых с помощью нанотехнологий, особенности их физических, химических и механических свойств; методы и технологии создания перспективных материалов, в том числе наноструктурированных и наноразмерных объектов, применение их в науке и технике	Ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<u>уметь</u> объяснить основные наблюдаемые эффекты в наноструктурах и наноматериалах с позиции физики и химии процессов; понимать физическую суть и разбираться в технологических аспектах новых методов и технологий	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<u>владеть</u> навыками использования основных физических законов и принципов в важнейших практических приложениях; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов нанотехнологии и объектов её реализации	Решение стандартных практических работ решение	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	<u>знать</u> методы организации работы по повышению научно-технических знаний, развитию творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использования передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<u>уметь</u> осуществлять выбор инструментальных средств для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<u>владеть</u> навыками применения современного математического инструментария для решения технико-экономических задач, современными методами сбора, обработки и анализа данных, методами представления результатов анализа	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-18	<u>знать</u> основные тенденции развития физического материаловедения; основные принципы нанотехнологий и технологий перспективных материалов; основные типы объектов, получаемых с помощью нанотехнологий, особенности их физических, химических и механических свойств; методы и технологии создания перспективных материалов, в том числе наноструктурированных и наноразмерных объектов, применение их в науке и технике	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<u>уметь</u> объяснить основные наблюдаемые эффекты в наноструктурах и наноматериалах с позиции физики и химии процессов; понимать физическую суть и разбираться в технологических аспектах новых методов и технологий	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>владеть навыками использования основных физических законов и принципов в важнейших практических приложениях; навыками анализа и систематизации новой информации, касающейся различных аспектов нанотехнологии и объектов её реализации</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>
--	---	---	---	-------------------------

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию Устный опрос.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Физическое значение микроскопии
  - а) исследование структуры наноматериалов;
  - б) изучение объектов с использованием микроскопа;**
  - в) метод диагностики, при котором производится визуальная оценка исследуемого материала;
  - г) процесс установления размеров объекта.
2. Какие виды микроскопии существуют
  - а) сканирующая зонная микроскопия;
  - б) атомно-силовая микроскопия;
  - в) магнитно-электрическая микроскопия;
  - г) верно а и б.**
3. Основные технические сложности при создании сканирующего зондового микроскопа
  - а) конец зонда должен иметь размеры намного меньше исследуемого объекта;
  - б) детекторы должны надежно фиксировать малые по величине возмущения регистрируемого параметра;**
    - в) обеспечение дополнительных механических вибраций;
    - г) обеспечение резкого сближения зонда с поверхностью.
4. В сканирующей туннельной микроскопии зонд (металлическая игла) движется
  - а) вдоль поверхности образца;**
  - б) по торцу образца;
  - в) вглубь образца;
  - г) точно касается образец.
5. Силы действующие между зондом и образцом в атомно-силовой микроскопии
  - а) атомные силы;
  - б) магнитные силы;
  - в) силы Ван-дер-Ваальса;**
  - г) силы притяжения.
6. Режимы работы атомно-силового микроскопа
  - а) контактный;
  - б) «полуконтактный»;
  - в) бесконтактный;
  - г) верно а, б, в.**
7. Магнитно-силовой микроскоп используется для
  - а) определения рельефа поверхности проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением;
  - б) определения свойств материала;
  - в) исследования локальных магнитных свойств образцов;**
  - г) распознавания типа материала.
8. Электростатический силовой микроскоп используется для
  - а) картирования изменений электростатической силы и измерений распределений поверхностного потенциала и диэлектрической проницаемости;**
  - б) определение рельефа поверхности проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением;

- в) исследования локальных магнитных свойств образцов;
  - г) определение свойств материала.
9. Особенность ближкопольной сканирующей оптической микроскопии
- а) использование особых зондов (металлических игл);
  - б) наличие оптического прибора;
  - в) использование видимого света;**
  - г) бесконтактный метод исследования.
10. При Оже-спектроскопии методы анализа делятся на
- а) эмиссионные и зондирующие;**
  - б) контактные и бесконтактные;
  - в) дифференциальные и интегральные;
  - г) верно а и в.
11. Фотоэлектронная рентгеновская спектроскопия
- а) качественный спектроскопический метод исследования элементного состава, эмпирической формулы, химического и электронного состояния атомов, присутствующих в материале;
  - б) количественный спектроскопический метод исследования элементного состава, эмпирической формулы, химического и электронного состояния атомов, присутствующих в материале;
  - в) облучение материала пучком рентгеновских лучей с регистрацией зависимости количества испускаемых электронов от их кинетической энергии;
  - г) верно б и в.**
12. Электролюминесцентная спектроскопия занимается
- а) определением рельефа поверхности проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением;
  - б) исследованием локальных магнитных свойств образцов;
  - в) картированием изменений электростатической силы и измерений распределений поверхностного потенциала и диэлектрической проницаемости;
  - г) исследованием строения органических молекул.**

### **7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Полимерные композитные материалы.
2. Фуллерены
3. Углеродные нанотрубки
4. Графен
5. Силицен
6. Высокотемпературные сверхпроводники.
7. Ферромагнитные жидкости.
8. Аморфные и нанокристаллические материалы.
9. Материалы водородной энергетики.
10. Термоэлектрические материалы.
11. Материалы солнечной энергетики.
12. Ионные жидкости.
13. Аэрогели.
14. Метаматериалы.
15. Сплавы с эффектом памяти формы и псевдоупругостью.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену.**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 14 баллов. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 20 баллов.

### 7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характерные наноматериалы.	ОПК-2, ПК-18	Тест, контрольная работа
2	Тонкие пленки и покрытия.	ОПК-2, ПК-18	Тест, контрольная работа
3	Углеродные наноматериалы.	ОПК-2, ПК-18	Тест, контрольная работа,
4	Аэрогели. Метаматериалы.	ОПК-2, ПК-18	Тест, контрольная работа
5	Композитные материалы.	ОПК-2, ПК-18	Тест, контрольная работа
6	Перспективы практического применения наноматериалов.	ОПК-2, ПК-18	Тест, контрольная работа

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Головин, Ю.И [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2012. — 656 с. ЭБС «Лань» Основы нанотехнологий

2. Марголин В. И. [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 458 с. ЭБС «Лань» Введение в нанотехнологии уч. пос.

Дополнительная литература

3. Глезер, А.М. [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2013. — 450 с. ЭБС «Лань» Аморфно-нанокристаллические сплавы уч. пос.

4. Носов В.В. [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 240 с. ЭБС «Лань» Механика композиционных материалов уч. пос.

5. Кузьмин, А.В. [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — СПб.: Наука и Тех-

ника, 2006. — 151 с. ЭБС «Лань» Поиск в Интернете. Как искать, чтобы найти. Все, от поиска информации, файлов, видео и фотографий до поиска товаров и работы через Интернет уч. пос.

б. И.Б. Вендик, О.Г. Вендик Журнал технической физики. – 2013. – Т. 89. – вып1. <http://journals.ioffe.ru/jtf/2013/01/p3-28.pdf> Метаматериалы и их применение в технике (Обзор) Журнал технической физики

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ: <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com3>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Справочная правовая система Консультант Плюс. Доступна только в локальной сети ВГТУ

- Электронные ресурсы российских корпоративных библиотечных систем <http://www.arbikon.ru>

- Электронная библиотечная система ВГТУ <http://catalog.vgasu.vrn.ru/> MarcWeb2

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

9.1	<b>Специализированная лекционная аудитория</b> , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	<b>Учебные лаборатории:</b> - «Материаловедения» - «Металлографическая»
9.3	<b>Дисплейный класс</b> , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторных и практических занятий
9.4	<b>Кабинеты</b> , оборудованные проекторами и интерактивными досками
9.5	<b>Натурные лекционные демонстрации:</b> Карточки контрольных опросов Контролирующие тесты

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Современные направления развития физического материаловедения» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не

нашедшие отражения в учебной литературе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.