




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Крайнова Г. С..  
(подпись)  
« 27 » апреля 2022 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора департамента общей и  
экспериментальной физики

  
Короченцев В. В.  
(подпись)  
« 27 » апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Наноструктурированные металлические материалы: структура и свойства**  
**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
Электроника и наноэлектроника  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8  
лекции 22 час.  
практические занятия - час.  
лабораторные работы 44 час.  
в том числе с использованием МАО лек. /д.р. 20 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 66 час.  
в том числе с использованием МАО 20 час.  
самостоятельная работа 78 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы (количество) - 2  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет не предусмотрен  
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 7 от « 3 » марта 2022 г.

И.о. директора департамента: к.х.н., доцент Короченцев В. В.

Составитель: к.ф.-м.н., профессор Крайнова Г. С.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

### **Цели и задачи освоения дисциплины:**

**Цель.** Формирование знания особенностей синтеза и свойств (физических, механических, химических) наноструктурированных металлических материалов по сравнению с традиционными конструкционными.

#### **Задачи:**

- ознакомление с разветвлённой классификацией наноматериалов; выделение из широкого класса наноматериалов объёмных наноструктурных металлических материалов;

- формирование представления о многообразии составов, структур металлических, которое предопределяет достижение широкого спектра их свойств и областей применения;

- формирование комплексных теоретических знаний о закономерностях процессов синтеза наноструктурных (нанокристаллических) металлов как типов наноматериалов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

<b>Тип задач</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
Производственно-технологический	ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электроники и нанoeлектроники	ПК-3.1. Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров  ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>
ПК-3.1. Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и	Знает принципы получения наноматериалов и наноструктур, методы измерения их параметров

наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	Умеет осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур
	Владеет навыками оценки соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров
ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Знает принципы модификации свойств наноматериалов и наноструктур
	Умеет осуществлять подготовку к процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур
	Владеет навыками проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Наноструктурированные металлические материалы: структура и свойства» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- лекция пресс-конференция
- коллективная мыслительная деятельность
- проблемная ситуация.

А также индивидуальные методы активного обучения:

- выполнение практических задач.

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	СР	Контроль	
1	Раздел I. Объемные материалы с наноструктурой. Синергетические подходы к технологии	8	4	44	-	42	36	ПР-2, ПР-3, ПР-6, УО-2
2	Раздел II. Структурные разнообразия материалов		8					
3	Раздел III. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры		8					
Итого:			22	44	-	42	36	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (22 ЧАСА)

### Раздел I. Введение (4 часа)

#### Тема 1. Объемные материалы с наноструктурой (2 часа)

Определение наноматериалов. Роль материалов в современной технике. Классификация наноматериалов по агрегатному состоянию, по размерам, по мерности. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц.

#### Тема 2. Синергетические подходы к технологии (2 часа)

Необратимые процессы - основа любой технологии, невозможность получения нового качества материала без изменения его структуры. Синергетические принципы процессов самоорганизации. Понятие динамического хаоса как сверхсложной упорядоченности.

### Раздел II. Структурные разнообразия материалов (8 часов)

## **Тема 1. Кристаллические и аморфные твердые тела. Основные типы кристаллов (4 часа)**

Структурное разнообразие твердых тел. Симметрия кристаллических и аморфных твердых тел. Структурные уровни материалов, их особенности и дефекты. Полимеры.

Основные типы кристаллов в зависимости от типов связи, симметрии и кристаллического базиса.

Особенности строения аморфных слоев. Структурообразование при сверхбыстром охлаждении расплавов и свойства сплавов.

Методы достижения аморфного состояния металлических сплавов; факторы, влияющие на склонность сплавов к аморфизации. Анализ стеклования металлов с позиций неравновесной динамики. Самоорганизация микрокристаллических и нанокристаллических структур. Свойства аморфных, микрокристаллических и нанокристаллических сплавов.

## **Тема 2. Фрактальная структура материалов (2 часа)**

Симметрия и принцип самоподобия структуры различных материалов. Масштабная инвариантность фрактальных структур. Возможность усовершенствования композитных материалов с использованием самоподобных структур. Важность применения фрактальной геометрии для оптимального воздействия на систему для получения материалов с заданными служебными свойствами.

Фрактальные модели кластеров.

## **Тема 3. Физико-химия получения наноструктурированных материалов (2 часа)**

Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх».

Формирование материалов по механизму «сверху-вниз».

## **Раздел III. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры (8 часов)**

### **Тема 1. Формирование твердотельных нанокластеров (4 часа)**

Твердотельные механические реакции. Механохимические превращения. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. Компактирование нанокластеров.

## **Тема 2. Структурные особенности твердотельных наноструктур (2 часа)**

Дефекты и напряжения в наноструктурах. Структурные фазовые переходы в наноструктурах. Плавление нанокластеров.

## **Тема 3. Магнитные свойства наноструктур (2 часа)**

Суперпарамагнетизм. Намагниченность нанокластеров и наноструктур. Гигантское магнетосопротивление. Магнитные фазовые переходы.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (44 ЧАСА)**

### **Лабораторная работа № 1. Физико-химические аспекты получения наноструктурированных материалов**

1. Физико-химические особенности наноструктурированных материалов. Размерная зависимость физических свойств наноматериалов. Модели наноструктурированных материалов.
2. Способы получения наноматериалов.
3. Виды наноматериалов, их свойства и применение.
4. Анализ фазовых диаграмм бинарных сплавов. Условия получения наноструктурированных материалов.
5. Анализ возможности получения метастабильных фаз в наноматериалах.

### **Лабораторная работа № 2. Изучение состава материалов методом рентгеновской спектроскопии**

1. Взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов.
2. Физические основы и методы рентгеновских исследований состава материалов.
3. Качественно-количественный анализ объемных образцов. Принцип работы спектрометра Shimadzu EDX-7000.

4. Стандартный качественно-количественный анализ по методу фундаментальных параметров.
5. Качественно-количественный анализ с использованием балансного элемента.
6. Качественно-количественный анализ с использованием фиксированного элемента.

### **Лабораторная работа № 3. Анализ морфологии поверхности наноструктурированных металлических материалов**

#### **Самостоятельная работа**

1. Принцип работы растрового электронного микроскопа.
2. Пробоподготовка образцов для растрового электронного микроскопа.
3. Режимы работы растрового электронного микроскопа (РЭМ). Обоснование выбора режима работы РЭМ для исследования структуры поверхности.
4. Особенности исследования морфологии поверхности металлических наноструктурированных сплавов. Полученных быстрой закалкой из жидкого состояния в РЭМ.
5. Анализ структуры поверхности сплава.
6. Изучение структуры наноструктурированных металлических материалов по толщине.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Наноструктурированные металлические материалы: структура и свойства» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;



- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 -2 недели	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-3 (домашнее задание)
2	3 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-3 (домашнее задание)
3	4 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-2 (контрольная работа)
4	5 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-3 (домашнее задание)
5	6 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-3 (домашнее задание)
6	7 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-3 (домашнее задание)
7	8 неделя	Проработка конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам.	5 часов	ПР-6 (лабораторная работа) ПР-2 (контрольная работа)
8	9 -10 недели	Подготовка к коллоквиуму	7 часов	УО-2 (коллоквиум)
ИТОГО:				42 часа

## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа по дисциплине «Наноструктурированные металлические материалы: структура и свойства» заключается в проработке конспектов лекций, подготовке к практическим занятиям и выполнению лабораторных работ, оформлению отчетов, подготовке рефератов, докладов.

### **Требования к представлению и оформлению рефератов**

Реферат относится к категории «письменная работа» и оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Рефераты представляются в печатной и электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Структурно реферат, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента реферата, первая страница (титульный лист реферата должен размещаться в общем файле, где представлен текст реферата);
- Основная часть – материалы выполнения заданий - разбивается по рубрикам, соответствующим заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д. (рекомендуется в основной части реферата заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий);
- Выводы – обязательная компонента реферата, содержит обобщающие выводы по работе;
- Список литературы – обязательная компонента реферата, располагается на новой странице, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- интервал межстрочный – полуторный;

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 pt, в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 pt)
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы: левое – 25-30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней.

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Печать реферата производится на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм).

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
Раздел I. Объемные материалы с наноструктурой. Синергетические подходы к технологии	ПК-3.1. Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	Знает принципы получения наноматериалов и наноструктур, методы измерения их параметров	ПР-2 (контрольная работа), ПР-6 (лабораторная работа), ПР-3 (домашнее задание)	Вопросы к экзамену № 1-11
		Умеет осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур		
		Владеет навыками оценки соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению изме-		

			рений их параметров		
1	Раздел II. Структурные разнообразия материалов	ПК-3.3. Проводит подготовку к проведению процесса модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Знает принципы модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПП-2 (контрольная работа), ПП-6 (лабораторная работа), ПП-3 (домашнее задание)	Вопросы к экзамену № 12-17
			Умеет осуществлять подготовку к процессу модификации свойств наноматериалов и наноструктур		
			Владеет навыками проведения процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и эксплуатационной документацией		
2	Раздел III. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры	ПК-3.1. Осуществляет оценку соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров	Знает принципы получения наноматериалов и наноструктур, методы измерения их параметров	ПП-2 (контрольная работа), ПП-6 (лабораторная работа), ПП-3 (домашнее задание), УО-2 (коллоквиум)	Вопросы к экзамену № 18-22
			Умеет осуществлять оценочные расчеты характеристик наноматериалов и наноструктур		
			Владеет навыками оценки соответствия наноматериалов и наноструктур требованиям технологических инструкций, технической и нормативной документации по проведению измерений их параметров		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии – М.: Физматлит, 2009.- 416 с.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Lan:Lan-2173&theme=FEFU>

2. Глущенко, А. Г. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.—269 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-75388&theme=FEFU>
3. Г. М. Волков. Объемные наноматериалы: учебное пособие - М.: КноРус, 2016. – 168 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:822933&theme=FEFU>
4. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения. Под ред. А. Б. Ярославцева – М.: Научный мир, 2014. – 455 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:772774&theme=FEFU>
5. Д. И. Рыжонков, В. В.Левина, Э. Л. Дзидзигури – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:265067&theme=FEFU>
6. Р. А. Андриевский. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях: учебное пособие для вузов – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 102 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:867632&theme=FEFU>
7. Нанотехнологии и наноматериалы [Электронный ресурс] : электронное издание вып. 1 (5) / Федеральный информационный фонд отечественных и иностранных каталогов на промышленную продукцию – М.: 2012. - электрон. опт. диск (CD-ROM)  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:673461&theme=FEFU>
8. А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. Функциональные наноматериалы / учебное пособие для старших курсов. Под ред. Ю. Д. Третьякова – М.: Физматлит, 2010. – 452 с. <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:675392&theme=FEFU>
9. В. Д. Казаков. Нанотехнологии и наноматериалы в радиоэлектронике / учебное пособие – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2014. – 188 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:793510&theme=FEFU>
10. Г. М. Волкогон. Наноструктурные металлические материалы – материалы будущего. - ([VRT](https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:786279&theme=FEFU)) [000667948](https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:786279&theme=FEFU) Нанотехнологии: наука и производство. №2, 2015 – с. 2-17. <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:786279&theme=FEFU>

11. Амосов, А. П. Основы материаловедения и технологии новых материалов / учебное пособие — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 203 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks90679&theme=FEFU>

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. Наноструктурные материалы / учебное пособие для вузов – М.: Академия, 2005.–187 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:234134&theme=FEFU>
2. Р. З. Валиев, И. В. Александров. Объемные наноструктурные металлические материалы. Получение, структура и свойства – М.: Академкнига, 2007. – 397 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:299631&theme=FEFU>
3. Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс. Нанотехнологии / учебное пособие. Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 334 с. <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:251131&theme=FEFU>
4. Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина и др. Нанотехнологии и специальные материалы / учебное пособие для вузов. Под ред. Ю. П. Солнцева - Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. - 335 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:829713&theme=FEFU>
5. Кириллова, И.К. *Материаловедение [Электронный ресурс]* : учебное пособие для СПО / И.К. Кириллова, А.Я. Мельникова, В.В. Райский. – Саратов : Профобразование, 2018. – 127 с. ЭБС «IPRbooks»:  
<http://www.iprbookshop.ru/73753.html>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждом разделе курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний. При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники.

В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

*Лабораторные занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. Основной целью проведения лабораторных занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к лабораторным занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, контрольные работы), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий и защитившие курсовой проект.



## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательный процесс по дисциплине проводится в лекционных аудиториях корпуса L и лаборатории материаловедения и кристаллографии Департамента общей и экспериментальной физики (Кампус ДВФУ) с возможностью использования презентаций. Задания для самостоятельной работы и некоторые главы лекционного курса предоставляются студентам в распечатанном виде.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 441. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 320. Лаборатория пленочных технологий ДВФУ	Вибрационный магнитометр Lakeshore 7400, оптический магнитометр Nanomoke2, Керр-микроскоп Evico Magnetics	ПО, позволяющее выполнять лабораторные работы на лабораторных установках, Origin – программное обеспечение для построения графиков, Gwyddion – свободно распространяемое программное обеспечение для обработки графических изображений
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo С360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Специализированное ПО не требуется

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Физика магнитных явлений» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Лабораторная работа (ПР-6), защита отчета
2. Коллоквиум (УО-2)

Письменные работы

3. Лабораторная работа (ПР-6), написание отчета
4. Домашнее задание (ПР-3)
5. Контрольная работа (ПР-2)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, понимание материала, самостоятельность выполнения домашних задач, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к экзамену.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторные работы позволяют студентам непосредственно ознакомиться с научным экспериментальным оборудованием, научиться получать экспериментальные результаты, обрабатывать их, анализировать результаты и делать выводы.

Контрольные работы нужны для более полного и постепенного усвоения теоретического материала и проверки самостоятельной работы студентов в данном направлении.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Наноструктурированные металлические материалы: структура и свойства» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (8-й, осенний семестр). Форма экзамена – два письменных вопроса, на которые студенту дается 40 мин, затем 2 произвольных устных вопроса. Допуск к экзамену возможен только после сдачи всех отчетов по лабораторным работам, написанию контрольных работ.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий Департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 40 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего департаментом), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы к экзамену**

1. Определение наноматериалов. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц.
2. Синергетические принципы процессов самоорганизации. Понятие динамического хаоса.
3. Симметрия кристаллических и аморфных твердых тел. Структурные уровни материалов, их особенности и дефекты.
4. Основные типы кристаллов в зависимости от типов связи, симметрии и кристаллического базиса.
5. Фрактальная структура материалов. Симметрия и принцип самоподобия структуры различных материалов.
6. Применение методов электронной микроскопии для исследования различных масштабных уровней структуры наноматериалов.
7. Дифракционные методы исследования наноматериалов. Исследование размерных характеристик.
8. Фазовые диаграммы бинарных систем, оптимальные условия получения наноматериалов.
9. Нульмерные наноматериалы. Конструирование наноструктур. Поверхностные эффекты и эффекты квантовых ограничений.
10. Возможность усовершенствования композитных материалов с использованием самоподобных структур.
11. Фрактальные модели кластеров.

12. Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх».
13. Формирование материалов по механизму «сверху-вниз».
14. Твердотельные механические реакции. Механохимические превращения.
15. Стеклообразное состояние, структура стекол. Классификация и характеристики стекол.
16. Новые виды стекол. Эмали и глазури.
17. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. Компактирование нанокластеров.
18. Дефекты и напряжения в наноструктурах.
19. Структурные фазовые переходы в наноструктурах.
20. Магнитные свойства наноструктур.
21. Основные структурные составляющие и свойства силикатов. Структурные разновидности силикатов.
22. Аморфные и кристаллические глинистые материалы. Метастабильные формы силикатов.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Наноструктурированные металлические материалы: структура и свойства»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он полно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при решении задач.
0 -60	неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает су-

		<p>ществленные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет решение задач. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>
--	--	---

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (контрольных работ, защиты отчетов по лабораторным работам и защите курсового проекта) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- посещение занятий
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

#### **Устный опрос в сочетании с проверкой отчета по лабораторной работе**

Оценивание защиты лабораторной работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

#### **Критерии оценивания отчета по лабораторной работе**

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент присутствовал на лабораторной работе, самостоятельно получил необходимые экспериментальные результаты, оформил отчет в соответствии с требованиями, правильно построил графические зависимости физических величин, сделал правильные выводы, объяснил ход закономерностей, продемонстрировал глубокое знание теории изучаемых явлений, правильно ответил на контрольные вопросы
«не зачтено»	Студент не предоставил отчет, либо отчет не соответствует установленным требованиям по оформлению или содержанию, не содержит выводов. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но использовал чужие данные. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но не может ответить на контрольные вопросы.

### Контрольная работа

Контрольные работы проводятся в виде тестов для проверки теоретических знаний студентов и решения задачи для проверки усвоения практических умений и навыков. На решение теста отводится 15 минут. На решение задачи отводится 30 минут.

#### Типовые задания:

##### к домашним работам

#### ПРОВЕСТИ КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СПЛАВОВ ЭВТЕКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПО ДИАГРАММЕ СОСТОЯНИЯ

1. Начертить диаграмму состояния системы Bi-Sn.
2. Определить по диаграмме состояния структурные составляющие и их количество, используя правило отрезков, для сплавов, составы которых указаны в таблице.
3. Зарисовать схематически элементы структуры приведенных сплавов.
4. Данные анализа по диаграмме состояния записать в таблицу:

5. Состав сплава	<b>По диаграмме</b>	
	Доля эвтектики, %	Доля $\alpha$ (или $\beta$ ),%
10% Sn – 90% Bi		

25% Sn – 75% Bi		
35% Sn – 65% Bi		
42% Sn – 58% Bi		
70% Sn – 30% Bi		

5. Объяснить структуры данных сплавов, сделать выводы.

### контрольная работа

#### Вариант 1

1. Гомогенна кристаллизация. Размер критического зародыша. Вероятность гомогенного зародышеобразования.
2. Анизотропия роста кристаллов.

#### Критерии оценивания контрольных работ

Оценка	Требования
«отлично»	Студент решил 70% тестовых заданий и задачу
«хорошо»	Студент решил 55-69% тестовых заданий и задачу
«удовлетворительно»	Студент решил 40-54% тестовых заданий и сделал грамотную попытку решить задачу, но мог ошибиться с ответом или решил 30-44% тестовых заданий, но решил задачу идеально.
«неудовлетворительно»	Студент решил менее 40% тестовых заданий и не решил задачу. Правильно решенная задача дает плюс 10% к результату тестовых заданий.

#### Темы для коллоквиума № 1

1. Основные типы материалов (металлические, неметаллические, полимеры)
2. Композиционные материалы, основные виды.
3. Матрица композиционных материалов.
4. Этапы развития материалов.
5. Этапы развития технологии материалов.
6. Почему необратимые процессы являются основой любой технологии?
7. Понятие равновесного и неравновесного состояния.
8. Поведение систем в условиях сильного отклонения от равновесия.
9. Охарактеризуйте прямую задачу при производстве наноструктурированных материалов.



10. В чем состоит обратная задача при характеристике и использовании наноструктурированных материалов?
11. Опишите последовательность «состав – структура – дисперсность – свойство».
12. Термодинамический подход к структурированию в открытых системах.
13. Особенности равновесных состояний в динамических системах. Различные типы этих состояний.
14. Понятие странного аттрактора. Поведение динамической системы в данном состоянии.
15. Условия, необходимые для формирования структуры в открытых системах.
16. Понятие самоорганизации.
17. Что называется диссипативными структурами?
18. Траектории поведения системы при фазовых переходах.
19. Структурные уровни материалов. Структурные признаки наноматериалов во всех масштабных диапазонах – от атомного до макроскопического.
20. Что такое синергетика?
21. Особенности феномена нелинейности при описании систем.
22. Перечислите характерные особенности воздействия флуктуаций на систему.
23. Схематическое представление вклада различных типов связи в важнейших материалах.
24. Полимеры.
27. Фрактальная структура материалов.
28. Для каких материалов применим тезис: «Геометрия иррегулярного призвана дополнить геометрию правильного».
29. Почему фрактальная геометрия важна для технологов?
30. Фрактальные модели кластеров.
31. Фрактальная размерность кластера, образовавшегося при разных способах агрегации твердых частиц.
32. Что такое нанотехнология. Как возникла нанотехнология.