



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

(подпись)

Г. С. Крайнова

(Ф.И.О.)

« 15 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. директора Департамента общей и  
экспериментальной физики



(подпись)

В. В. Короченцев

(Ф.И.О.)

« 15 » декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии  
**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**  
(Электроника и нанoeлектроника)  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8

лекции 22 час.

практические занятия не предусмотрены

лабораторные работы 44 час.

в том числе с использованием МАО лек.     - / пр.     - / лаб. 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 0 не предусмотрен

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа обсуждена на заседании  
департамента общей и экспериментальной физики  
протокол № 3 от « 29 » ноября 2021 г.

И. о. директора  
департамента

к.х.н., доцент Короченцев В. В.

Составитель (ли): д.ф.-м.н. Горошко Д.Л.

Владивосток, 2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

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

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

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

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

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

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

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

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

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

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

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

## Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: подготовка специалистов-нанотехнологов, разбирающихся во всех видах наноматериалов и знающих методы их получения.

Задачи:

1. дать понятие наноматериалов, их классификации по структурным признакам;
2. знакомство с областью применения наноматериалов;
3. изучение технологий получения наноматериалов.

Для успешного изучения дисциплины «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1.3 использует знания физики и математики при решении практических задач
- ОПК-2.1 находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи

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

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
производственно-технологический	ПК-3 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электроники и нанoeлектроники	ПК-3.2 Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
сервисно-эксплуатационный	ПК-5 Способен к сервисному обслуживанию измерительного, диагностического, технологического оборудования	ПК-5.1 Соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.2 Осуществляет настройку высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	Знает правила настройки и эксплуатации высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники
	Умеет настраивать высокотехнологичное оборудование производства материалов и изделий нанoeлектроники
	Владеет приемами настройки высокотехнологичного оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации
ПК-5.1 Соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования	Знает нормативную базу правил эксплуатации технологического оборудования
	Умеет эксплуатировать технологическое оборудование
	Владеет приемами эксплуатации технологического оборудования в соответствии с утвержденными правилами

## 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
К	Контрольная работа
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	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Наночастицы и наноматериалы	8	11	22	-	-	42	36	УО-1; ПР-6
2	Раздел 2. Нанотехнологии	8	11	22	-	-	42	36	
	Итого:		22	44	-	-	42	36	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (22 час.)

#### Раздел 1. Наночастицы и наноматериалы (11 час.)

##### Тема 1. Получение наночастиц металлов и их соединений (3 час.)

Нанокластеры и нанокристаллы. Неупорядоченные нанокластеры. Магические нанокластеры. Технология испарения-конденсации. Плазмохимический синтез. Механохимический, детонационный и электровзрывной синтез. Синтез кристаллических наночастиц в матрицах. Формирование наноразмерных островков при осаждении чужеродных атомов на поверхность твердого тела.

##### Тема 2. Фуллерены (2 час.)

Полиморфизм углерода. Фуллерен C<sub>60</sub> и его аналоги. Виды производных фуллеренов: заполненные фуллерены, фуллереновые аддукты,

гетерофуллерены. Методы получения: Возгонка графита с последующей десублимацией и пиролиз углеводородов.

### **Тема 3. Углеродные нанотрубки (2 час.)**

Хиральные и ахиральные нанотрубки. Однослойные и многослойные нанотрубки. Структурные дефекты. Свойства. Эндоэдральные, экзоэдральные углеродные нанотрубки и гетеронанотрубки. Каталитический синтез. Возгонка-десублимация графита. Пиролиз углеводородов. Электролитический синтез. Неуглеродные нанотрубки.

### **Тема 4. Неорганические наноструктуры: режимы самоорганизации (2 час.)**

Тонкие пленки, нанопроволоки, квантовые точки. Размерные эффекты. Химическое осаждение из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Три основных механизма роста тонких пленок: Франка-вад дер Мерве, Вольмера-Вебера, Странского-Крастанова. Формирование квантовых проволок на вицинальных поверхностях. Формирование квантовых точек в режиме Странского-Крастанова. Литография. ПЖК-механизм для получения вискерров. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт.

### **Тема 5. Нанопористые материалы (2 час.)**

Золь-гель метод. Нанопористые мембраны. Осмос. Обратный осмос. Диализ. Ультрафильтрация. Цеолиты. Пористый кремний. Электрохимическое травление. Молекулярные сита. Темплатный синтез. Гидротермальный синтез.

### **Раздел 2. Нанотехнологии (11 час.)**

#### **Тема 6. Понятие об органических наноструктурах (3 час.)**

Органические молекулы. Супермолекулы. Мицеллы. Липосомы.

#### **Тема 7. Наноструктуры из растворов (2 час.)**

Коллоидные растворы: наносuspензии, наноэмульсии, наноаэрозоли. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Конденсационный метод. Диспергационный метод. Метод пептизации. Самопроизвольное диспергирование.

#### **Тема 8. Формирование упорядоченных наноструктур (2 час.)**

Нанолитография: электронная, ионная, рентгеновская. Нанопечать: чернильная печать, тиснение.

### **Тема 9. Биомолекулы (2 час.)**

Нуклеиновые кислоты, Белки, Ферменты. Биомолекулярные комплексы. Тубулярные, слоистые и гибридные бионаноструктуры.

### **Тема 10. Зондовые нанотехнологии (2 час.)**

Параллельные и перпендикулярные процессы переноса атомов. Локальное окисление. Локальное химическое осаждение из газовой фазы.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Лабораторные работы (44 час.)**

#### **Лабораторная работа №1. (11 час.)**

Молекулярно-лучевая эпитаксия. Подготовка к эпитаксиальному выращиванию на кремниевых подложках. Предварительная очистка образца, подготовка источников, загрузка в сверхвысоковакуумную камеру, получение сверхвысокого вакуума.

#### **Лабораторная работа №2. (11 час.)**

Формирование тонких пленок. Получение атомарно-чистой поверхности кремниевого образца. Контроль структуры и химического состава. Калибровка скорости источников.

#### **Лабораторная работа №3. (11 час.)**

Формирование эпитаксиальных изотипных p-n переходов. Осаждение легированной и нелегированной эпитаксиальной пленки кремния на монокристаллическую подложку.

#### **Лабораторная работа №4. (11 час.)**

Контроль процесса формирования эпитаксиальной пленки в ходе ее осаждения. Дифракция быстрых и медленных электронов, масс-спектрометрический анализ атмосферы ростовой камеры. Контроль морфологии эпитаксиальной пленки.

## **Задания для самостоятельной работы**

### **Самостоятельная работа №1. Виды наноматериалов.**

*Требования:*

1. Классификация наноматериалов. Наночастицы. Наноструктурные материалы.
2. Наночастицы: нанокластеры, нанокристаллы, фуллерены, нанотрубки, супермолекулы, биомолекулы, мицеллы, липосомы.

### **Самостоятельная работа №2. Углеродные наноматериалы.**

*Требования:*

1. Полиморфизм углерода. Алмаз. Графит. Фуллерен.
2. Термическое распыление графита. Условия формирования фуллеренов и нанотрубок.
3. Методы получения однослойных нанотрубок.
4. Действие катализаторов при термическом распылении графита.
5. Другие методы формирования нанотрубок и фуллеренов.
6. Размерные эффекты. Квантовые ограничения.

### **Самостоятельная работа №3. Тонкие пленки.**

*Требования:*

1. Формирование тонких пленок. Химическое осаждение из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Три основных механизма роста тонких пленок.
2. Формирование нанопроволок методом МЛЭ. Осаждение в режиме Франка–Ван-дер-Мерве. Вискеры.

### **Самостоятельная работа №4. Квантовые точки.**

*Требования:*

1. Формирование квантовых точек. Осаждение в режиме Странского–Крастанова.
2. Коллоидные системы. Дисперсная фаза. Дисперсная среда. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Методы получения: конденсация, диспергирование, пептизация.

### **Самостоятельная работа №5. Нанопористые материалы.**

*Требования:*

1. Нанопористые мембраны, цеолиты и пористый кремний. Осмос. Обратный осмос. Диализ и ультрафильтрация.
2. Зондовые нанотехнологии. Параллельные и перпендикулярные процессы.



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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 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**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	В течение семестра	Подготовка к лабораторным работам, изучение литературы	6 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
2	1-3 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	3 час.	УО-1 (собеседование/устный опрос) ПР-2 (Контрольная работа)
3	4-6 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	3 час.	УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	7-9 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	3 час.	УО-1 (собеседование/устный опрос)
5	10-12 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 4	3 час.	УО-1 (собеседование/устный опрос)
6	13-15 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 5	3 час.	УО-1 (собеседование/устный опрос) ПР-2 (Контрольная работа)
7	16-18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	21 часов	экзамен
Итого:			42 час.	

#### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий*

*самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к экзамену.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Наночастицы и наноматериалы	ПК-3.2 Осуществляет настройку высокотехнологического оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники и в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	Знает правила настройки и эксплуатации высокотехнологического оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к экзамену 1-12
			Умеет настраивать высокотехнологическое оборудование производства материалов и изделий нанoeлектроники	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет приемами настройки высокотехнологического оборудования производства материалов и изделий нанoeлектроники в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	ПР-2 контрольная работа	
2	Раздел 2. Нанотехнологии	ПК-5.1 Соблюдает правила эксплуатации технологического оборудования	Знает нормативную базу правил эксплуатации технологического оборудования	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к экзамену 13-23
			Умеет эксплуатировать технологическое оборудование	УО-1 собеседование / устный опрос	
			Владеет приемами эксплуатации технологического оборудования в соответствии с утвержденными правилами	ПР-2 контрольная работа	

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**

1. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие – Изд. "Бином. Лаборатория знаний", 2013. - 477 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=8683](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=8683)
2. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие – Изд. "Бином. Лаборатория знаний", 2010. - 365 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3134](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3134)
3. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий – Изд. "Машиностроение", 2012. - 656 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5793)
4. Валянский С.И. Наноматериалы [Электронный ресурс] : ленгмюровские пленки. Учебное пособие / С.И. Валянский, Е.К. Наими. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2014. — 188 с <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-56568&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

1. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий – Изд. "Физматлит", 2009. - 456 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие – Изд. "Бином. Лаборатория знаний", 2012. - 431 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=8688](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=8688)
3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2005. 416стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2173)

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

## 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. Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические 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, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

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, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	ПЕРЕЧЕНЬ ПО
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 C360G-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.)	ПЕРЕЧЕНЬ ПО

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Контрольная работа (ПР-2)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, 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 зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **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.

Контрольная работа (ПР-2) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

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

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

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (8-й, весенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Один из вопросов носит общий характер. Он направлен на раскрытие студентом знаний по «сквозным» вопросам и проблемам наночастиц и наноматериалов. Второй вопрос касается нанотехнологий.

### **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 кафедрой 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 экзамен, 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 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

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

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», "хорошо", "удовлетворительно" или «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносится только запись «отлично», "хорошо" или "удовлетворительно" запись «неудовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы экзамену**

1. Разновидности наноматериалов и нанотехнологий.
2. Наночастица. Технологии испарения-конденсации и плазмохимический синтез.
3. Наночастица. Механохимический, детонационный и электровзрывной синтез.
4. Фуллерены. Виды производных фуллеренов. Возгонка графита с последующей десубли-мацией.
5. Фуллерены. Виды производных фуллеренов. Пиролиз углеводородов.
6. Углеродные нанотрубки. Электролитический синтез.
7. Углеродные нанотрубки. Каталитический синтез. Возгонка графита.
8. Заполненные углеродные нанотрубки. Неуглеродные нанотрубки.

9. Методы формирования нанопленок. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт.
10. Нанопроволоки. Вискеры. Методы формирования.
11. Методы формирования квантовых точек.
12. Супермолекулы, мицеллы и липосомы.
13. Нанопористые материалы: мембраны, цеолиты, пористый кремний. Методы получения.
14. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез.
15. Коллоидные растворы. Конденсационный метод. Метод пептизации.
16. Коллоидные растворы. Диспергационный метод. Метод пептизации.
17. Нанолитография: электронная, ионная, рентгеновская. Нанопечать.
18. Консолидированные наноматериалы. Нанокристаллические материалы. Технология компактирования нанопорошков.
19. Нанокристаллические материалы. Технология пластического деформирования. Кристал-лизация из аморфного состояния.
20. Консолидированные наноматериалы. Фуллериты. Фотонные кристаллы.
21. Консолидированные наноматериалы. Нанокompозиты.
22. Биомолекулы: нуклеиновые кислоты, белки, ферменты.
23. Зондовые нанотехнологии.

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене**

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«Отлично»</b>	если ответ показывает, что студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, правильно обосновывает принятое решение. Знает и умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и оптоэлектроники различного функционального назначения.
<b>«Хорошо»</b>	ответ, обнаруживающий что студент 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. Знает и умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и оптоэлектроники различного функционального назначения. Однако допускается одна - две неточности в ответе.
<b>«Удовлетворительно»</b>	оценивается ответ, свидетельствующий что студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической

	последовательности в изложении программного материала. Знает не все простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и оптоэлектроники различного функционального назначения. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.
<b>«Неудовлетворительно»</b>	ответ, обнаруживающий что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Не знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и оптоэлектроники различного функционального назначения. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

### **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 (собеседования, контрольных работ, самостоятельных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, 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;
- результаты самостоятельной работы.

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

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Раздел 1.**

1. Термическое вакуумное напыление. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
2. Резистивное напыление. Суть данного метода формирования материала и его реализация.

3. Индукционное напыление. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
4. Электронно-лучевое напыление. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
5. Лазерное напыление. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
6. Катодное распыление, магнетронное осаждение и высокочастотное распыление. Суть каждого метода формирования материала и его реализация.
7. Механизмы роста пленок на ориентирующих подложках (механизмы Франка-Ван дер Мерве, Фольмера-Вебера и Странски-Крастанова) и их причины.
8. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
9. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
10. Атомно-слоевое осаждение. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
11. Дуговой метод создания углеродных наноматериалов. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
12. Лазерное испарение графита для создания углеродных наноматериалов. Суть данного метода формирования материала и его реализация.
13. Синтез углеродных наноматериалов из углеродсодержащих газов. Суть данного метода формирования материала и его реализация (NiPCO и CoMoCAT).
14. Пиролиз углеводородов. Суть данного метода формирования материала и его реализация (с катализатором на носителе и с летучим катализатором).

## **Раздел 2.**

1. Гетеропленки. Формирование искусственных нанотрубок GaAs/InAs из гетеропленки GaAs/InAs/AlAs/InP. Роль каждого вещества в этом процессе. Где можно применить?
2. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей. Изложить суть каждого метода. Где можно применить нановолокна и спирали?
3. Наногофрированные структуры. Получение наногофрированной структуры из гетеропленки GaAs/InAs/AlAs/InP. Использование гетеропленки

InAs/AlAs/InP для формирования наногофрированной структуры с одной полуволной в зазоре. Как сформировать пленку с многократной гофрировкой (разместить несколько полуволн в зазоре)? Зачем нужны наногофрированные структуры?

4. Технология создания квантовых точек и нитей (проволок). Особенности формирования квантовых точек из силицидообразующих металлов. Чем отличаются квантовые точки, нити и ямы от обычных островков и тонкой пленки?
5. Нанопечатная литография. Суть данного метода и его реализация. Отличие ее от пучковой литографии. Недостатки и достоинства нанопечатной литографии.
6. Ионный синтез квантовых наноструктур. Суть данного метода и его реализация.
7. Сверхрешетка. Нуль- и одномерные сверхрешетки. Вклад сверхрешетки в электронную структуру полупроводника. Получение сверхрешеток.
8. Методы исследования размеров выращенных наноструктур (атомно-силовая микроскопия, растровая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), высокоразрешающая ПЭМ). Суть данных методов и их реализация.
9. Аллотропные модификации углерода. Алмазные пленки.
10. Графен – двумерный монокристалл.
11. Нанотрубки и фуллерены. Их применение.
12. Классификация мультиферроиков.
13. Магнитные полупроводники.
14. Спин-электронные слоистые структуры.

### Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет

	самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

### Тематика контрольных работ

#### Тема 1. Наночастицы и наноматериалы

1. Наноструктурные материалы: консолидированные материалы, нанодисперсии.
2. Нанотрубки. Хиральность. Свойства: прочность, гибкость, эластичность, теплопроводность, электропроводность, магнитная восприимчивость.

#### Тема 2. Нанотехнологии

1. Технологии формирования консолидированных наноматериалов.
2. Особенности изготовления и свойства, которые проявляют нанокристаллические материалы, фуллериты, фотонные кристаллы, слоистые нанокомпозиты, матричные нанокомпозиты, нанопористые нанокомпозиты и наноаэрогели.

### Критерии оценки контрольных работ

Оценка	Требования
<b>«зачтено»</b>	Студент выполнил контрольную работу в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы.
<b>«не зачтено»</b>	Студент выполнил работу не полностью; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольная работа не выполнена.