

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан  
физико-математического  
факультета  
Н.Б. Федорова  
«30» августа 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Уровень основной образовательной программы: **бакалавриат**

Направление подготовки: **16.03.01 Техническая физика**

Профиль: **Физическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Сроки освоения ОПОП: **4 года (нормативный)**

Факультет: **физико-математический**

Кафедра: **общей и теоретической физики и МПФ**

**Рязань, 2018**

## **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Целью освоения учебной дисциплины **Специальные вопросы нанотехнологии** является формирование у бакалавров представлений о современных технологических методах формирования наноразмерных структур и методах их исследования, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА**

**2.1.** Учебная дисциплина **Специальные вопросы нанотехнологии** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.В.ДВ.10 Дисциплины по выбору** (вариативная часть).

**2.2.** Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Физика;

Химия;

Измерительная техника;

Физика наноразмерных структур;

Физика твердого тела и полупроводников.

**2.3.** Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Государственный экзамен.

**2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1.	ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров.	Основные понятия, закономерности физико-химических процессов, протекающих в технологических установках при формировании наноразмерных структур.	Использовать современные представления о механизмах физико-химических процессов для разработки технологии изготовления наноразмерных структур.	Навыками проектирования технологических процессов и их применения для создания наноразмерных структур.
2.	ПК-15	готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики.	Особенности применения современных информационных технологий для разработки наноструктур, процессов их формирования и исследования.	Корректно обосновать выбор аппаратных и программных средств для решения поставленных задач в области технологии наноструктур.	Навыками применения аппаратных и программных средств для разработки и изготовления и исследования наноструктур.

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ <b>Специальные вопросы нанотехнологии</b>					
Цель дисциплины	Целью освоения учебной дисциплины <b>Специальные вопросы нанотехнологии</b> является формирование у бакалавров представлений о современных технологических методах формирования наноразмерных структур и методах их исследования, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров.	<b>Знать:</b> основные понятия, закономерности физико-химических процессов, протекающих в технологических установках при формировании наноразмерных структур. <b>Уметь:</b> использовать современные представления о механизмах физико-химических процессов для разработки технологии изготовления наноразмерных структур. <b>Владеть:</b> Навыками проектирования технологических процессов и их	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<b>Пороговый:</b> Знает основные закономерности физико-химических процессов, протекающих в технологических установках при формировании наноразмерных структур. Способен анализировать основные особенности механизмов физико-химических процессов, протекающих в технологических установках. <b>Повышенный:</b>

		применения для создания наноразмерных структур.			Владеет навыками проектирования технологических процессов и их применения.
ПК-15	готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики.	<p><b>Знать:</b> особенности применения современных информационных технологий для разработки наноструктур, процессов их формирования и исследования.</p> <p><b>Уметь:</b> корректно обосновать выбор аппаратных и программных средств для решения поставленных задач в области технологии наноструктур.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения аппаратных и программных средств для разработки и изготовления и исследования наноструктур.</p>	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<p><b>Пороговый:</b> Знает основные особенности применения современных информационных технологий для разработки наноструктур, процессов их формирования и исследования. Способен обосновать выбор аппаратных и программных средств для решения поставленных задач в области технологии наноструктур.</p> <p><b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения аппаратных и программных средств для разработки и изготовления и исследования наноструктур.</p>

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		№ 8	
		часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36	36	
<b>В том числе:</b>			
<b>Лекции (Л)</b>	18	18	
<b>Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)</b>			
<b>Лабораторные работы (ЛР)</b>	18	18	
Самостоятельная работа студента (всего)	36	36	
<b>В том числе</b>			
<i>СРС в семестре:</i>			
Курсовая работа	КП	нет	нет
	КР	нет	нет
<i>Другие виды СРС:</i>			
<b>Изучение литературы</b>	8	8	
<b>Подготовка тематических обзоров</b>	6	6	
<b>Подготовка к зачету</b>	6	6	
<b>Подготовка и защита лабораторных работ</b>	16	16	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	<b>72</b>	<b>72</b>
	зач. ед.	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
8	1	Введение.	Условие проявления эффекта размерного квантования. Основные особенности наноразмерных объектов. Типы наноразмерных структур. Требования к технологии формирования наноразмерных структур. Классификация технологий формирования наноразмерных структур.
	2	Химические технологии формирования наноразмерных структур.	Классификация химических методов. Гидрохимическое осаждение. Коллоидный синтез квантовых точек. Самоорганизация квантовых точек. Синтез в газовой фазе. Термическое разложение и восстановление.
	3	Плазмохимический синтез наноразмерных структур.	Ионно-плазменное и плазмохимическое осаждение. Особенности плазмохимических процессов. Механизмы формирования наноразмерных структур в плазмохимических процессах. Особенности синтезируемых наноструктур.
	4	Электрохимический синтез наноразмерных структур.	Основные понятия электрохимии. Процессы на аноде и катоде. Особенности катодного осаждения. Применение анодного электрохимического окисления для получения наноструктур. Пористый кремний. Другие пористые полупроводники. Пористый алюминий. Особенности синтезируемых наноструктур.
	5	Эпитаксиальные технологии.	Виды эпитаксии. Механизмы эпитаксиального роста. Особенности гетероэпитаксиального роста наноразмерных структур. Механизмы самоорганизации. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Аппаратная реализация методов эпитаксии.
	6	Методы исследования наноразмерных объектов.	Краткий обзор современных аналитических методов. Рентгеновская дифракция. Электронная микроскопия. Электронная спектроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Туннельная микроскопия. Туннельная спектроскопия. Оптические методы. Комбинационное рассеяние света. Фотолюминесценция.

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)	
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	
8	1	Введение.	2			2	4	Тематический обзор (1 неделя)	
	2	Химические технологии формирования наноразмерных структур.	4	2		6	12	Защита лабораторных работ Тематический обзор (2 неделя)	
	3	Плазмохимический синтез наноразмерных структур.	2			6	8	Тематический обзор (3 неделя)	
	4	Электрохимический синтез наноразмерных структур.	4	4		6	14	Защита лабораторных работ (4,5 неделя)	
	5	Эпитаксиальные технологии.	2			4	6	Тематический обзор (6,7 неделя)	
	6	Методы исследования наноразмерных объектов.	4	12		6	22	Защита лабораторных работ (8,9 неделя)	
		Разделы дисциплины 1 - 6				6	6	<b>зачет</b>	
		ИТОГО за 8 семестр		<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	
		ИТОГО		<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>72</b>	



### 2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	
<b>8</b>	1	Введение.			
	2	Химические технологии формирования наноразмерных структур.	1. Синтез квантовых точек CdS в коллоидном растворе.	2	
	3	Плазмохимический синтез наноразмерных структур.			
	4	Электрохимический синтез наноразмерных структур.	2. Получение пленок пористого кремния методом анодного электрохимического травления.	4	
	5	Эпитаксиальные технологии.			
	6	Методы исследования наноразмерных объектов.	3. Изучение принципов работы и системы управления сканирующего зондового микроскопа NANOEDUCATOR. 4. Формирование зонда для сканирующего зондового микроскопа NANOEDUCATOR. 5. Исследование поверхности образца в режиме атомно- силовой микроскопии. 6. Обработка результатов исследований рельефа поверхности с помощью программы Image Analysis. 7. Исследование спектров фотолюминесценции наноразмерных структур. 8. Исследование спектров оптического поглощения наноразмерных структур.	2 2 2 2 2	
	<b>ИТОГО в 8 семестре</b>				<b>18</b>

### 2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
8	1.	Введение.	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы. 2. Написание тематического обзора.	1 1
	2.	Химические технологии формирования наноразмерных структур.	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы. 2. Написание тематического обзора. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №1.	1 1 2 2
	3.	Плазмохимический синтез наноразмерных структур.	1. Изучение и конспектирование основной литературы. 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы. 3. Написание тематического обзора.	2 2 2
	4	Электрохимический синтез наноразмерных структур.	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №2.	2 4
	5	Эпитаксиальные технологии.	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы. 2. Написание тематического обзора.	2 2
	6	Методы исследования наноразмерных объектов.	1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3. 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №5. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №6. 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №7. 6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №8.	1 1 1 1 1 1
		Зачет	Изучение конспектов лекций по разделам 1–6.	6
	<b>ИТОГО в 8 семестре</b>			
<b>ИТОГО</b>				36

3.2. График работы студента

Семестр № 8

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Написание тематического обзора</b>	<b>ТО</b>	+	+	+		+				
<b>Выполнение и защита лабораторных работ</b>	<b>Лр</b>		+		+		+	+	+	+

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств  
(см. *Фонд оценочных средств*)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине (модулю)

*Рейтинговая система не используется.*

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1.	С.Ю. Давыдов, А.А. Лебедев, О.В. Посредник. Элементарное введение в теорию наносистем. СПб. : Лань, 2014 <a href="http://e.lanbook.com/book/44757">http://e.lanbook.com/book/44757</a> com (дата обращения: 10.07.2018).	1-6	8	ЭБС	
2.	В.Б. Тимофеев, Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур. СПб. : Лань, 2015 <a href="http://e.lanbook.com/book/56612">http://e.lanbook.com/book/56612</a> com (дата обращения: 10.07.2018).	1,6	8	ЭБС	
3.	В. А. Рогов. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов. М. : Издательство Юрайт <a href="https://www.biblio-online.ru/book/54203FF2-0C7C-4DB2-96FD-65A8ABD6CA89">https://www.biblio-online.ru/book/54203FF2-0C7C-4DB2-96FD-65A8ABD6CA89</a> com (дата обращения: 10.07.2018).	1,2,6	8	ЭБС	

## 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Г.Г. Владимиров. Физика поверхности твердых тел СПб. : Лань, 2016 <a href="https://www.biblio-online.ru/book/24C84218-5922-48AA-A42C-D769826EA134">https://www.biblio-online.ru/book/24C84218-5922-48AA-A42C-D769826EA134</a> com (дата обращения: 10.07.2018).	1-5	8	ЭБС	
2.	Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии под ред. А. С. Сигова М. : Издательство Юрайт, 2016 <a href="https://www.biblio-online.ru/book/F97E4961-E46D-4BFC-99E4-AEDF9DD22E67">https://www.biblio-online.ru/book/F97E4961-E46D-4BFC-99E4-AEDF9DD22E67</a> com (дата обращения: 10.07.2018).	3	8	ЭБС	
3.	Н.Г. Нигматуллин. Физическая и коллоидная химия. СПб.: Лань, 2015 <a href="http://e.lanbook.com/book/67473">http://e.lanbook.com/book/67473</a> com (дата обращения: 10.07.2018).	2,4,5	8	ЭБС	

## 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- 1 Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.07.2018).
- 2 Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2018).

## 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://knigi.tr200.ru/v.php?id=220319> (дата обращения 10.07.2018)– Сборник книг по физике полупроводников.

<http://www.ioffe.ru/index.php?row=12&subrow=0> (дата обращения 10.07.2018) – электронные версии журналов «Физика и техника полупроводников», «Физика твердого тела», «Журнал технической физики».

[http://www.nanometer.ru/library\\_list.html](http://www.nanometer.ru/library_list.html) (дата обращения 10.07.2018) - Сборник книг по нанотехнологии и наноразмерным материалам.

[http://www.nanorf.ru/science.aspx?cat\\_id=394](http://www.nanorf.ru/science.aspx?cat_id=394) – Журнал «Российские нанотехнологии» архив публикаций.

<http://cyber-books.ru/nauka/4024-kremnij-material-nanoyelektroniki.html> (дата обращения 10.07.2018)– Кремний– материал наноэлектроники. Герасименко Н.Н., Пархоменко Ю.Н.

<http://www.ntmdt.ru/spm-principles> (дата обращения 10.07.2018)- официальный сайт ЗАО НТ-МДТ – описание методик применения сканирующей зондовой микроскопии.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ

## ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:** специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

**6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:** видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов.

**6.3. Требования к специализированному оборудованию:**

Специализированные установки согласно спискам оборудования предусмотренного для каждой лабораторной работы.

**6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса:** *отсутствуют.*

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ *(Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)*

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю.
Лабораторная работа	Для выполнения лабораторных работ используются специализированные лабораторные установки. Методические указания по выполнению лабораторных работ и описания установок находятся в лаборатории на рабочих местах
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *(при необходимости)*

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса

1. Операционная система WindowsPro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDFридерFoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLCmediaplayer (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVuBrowserPlug-in (свободно распространяемое ПО).

## 11. Иные сведения

## Приложение 1

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

#### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) для промежуточного контроля успеваемости*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	1. Введение. 2. Химические технологии формирования наноразмерных структур. 3. Плазмохимический синтез наноразмерных структур. 4. Электрохимический синтез наноразмерных структур. 5. Эпитаксиальные технологии. 6. Методы исследования наноразмерных объектов.	ПК-14 ПК-15	Зачет



## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные понятия, закономерности физико-химических процессов, протекающих в технологических установках при формировании наноразмерных структур.	<b>ПК14 З1</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>У1</b> использовать современные представления о механизмах физико-химических процессов для разработки технологии изготовления наноразмерных структур.	<b>ПК14 У1</b>
		<b>владеть</b>	
<b>В1</b> Навыками проектирования технологических процессов и их применения для создания наноразмерных структур.	<b>ПК14 В1</b>		
ПК-15	готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов технической физики	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> особенности применения современных информационных технологий для разработки наноструктур, процессов их формирования и исследования.	<b>ПК15 З1</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>У1</b> корректно обосновать выбор аппаратных и программных средств для решения поставленных задач в области технологии наноструктур.	<b>ПК15 У1</b>
		<b>владеть</b>	
<b>В1</b> навыками применения аппаратных и программных средств для разработки и изготовления и исследования наноструктур.	<b>ПК15 В1</b>		

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ 8 СЕМЕСТР)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Условия наблюдения размерных эффектов	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
2	Основные требования к технологии создания наноструктур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
3	Реализация метода молекулярно-лучевой эпитаксии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
4	Реализация метода газофазовой эпитаксии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
5	Самоорганизация квантовых точек.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
6	Методы получения квантовых точек.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
7	Метод коллоидного синтеза квантовых точек.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
8	Режимы гетероэпитаксиального роста.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
9	Анодное электрохимическое окисление полупроводников.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
10	Свойства пористых полупроводников.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
11	Пористый алюминий.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
12	Получение пористого кремния.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
13	Особенности фотolumинесценции наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
14	Особенности комбинационного рассеяния света в наноразмерных структурах.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
15	Применение электронной микроскопии для исследования наноразмерных объектов.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
16	Применение рентгеновской дифракции для исследования наноразмерных объектов.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1

17	Плазмохимическое осаждение для изготовления наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
18	Применение пиролиза для изготовления наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
19	Принцип действия сканирующей зондовой микроскопии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
20	Устройство сканеров для зондовой микроскопии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
21	Метод атомно-силовой микроскопии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
22	Метод туннельной микроскопии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
23	Туннельная спектроскопия.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
24	Искажения, возникающие в сканирующей зондовой микроскопии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
25	Обработка экспериментальной информации в сканирующей зондовой микроскопии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
26	Метод гидрохимического осаждения для синтеза наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
27	Газотранспортный метод для синтеза наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
28	Особенности оптических спектров поглощения наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
29	Основы метода нанолитографии.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1
30	Самоорганизация при синтезе наноразмерных структур.	ПК14 31, У1, В1 ПК15 31, У1, В1

**«зачтено»** – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно 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.

**«зачтено»** - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

**«зачтено»** - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

**«не зачтено»** - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.