

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

Утверждаю:
физико-математического
факультета

Декан

Н.Б. Федорова

« 31 » августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные вопросы нанотехнологии

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль)
подготовки Физическая электроника

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный – 4 года

Факультет (институт) Физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и методики преподавания физики

Рязань 2020

При разработке рабочей программы дисциплины (модуля)
в основу положены:

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика,
утвержденный приказом Минобрнауки России
от «12» марта 2015 г. №204

2. Учебный план направления подготовки 16.03.01 Техническая физика,
(указывается код и наименование направления подготовки)
направленность (профиль) Физическая электроника

одобрен Ученым советом РГУ имени С.А. Есенина
от «__» _____ 20__ Протокол №_____

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры
общей и теоретической физики и МПФ
от «31» августа 2020 года Протокол №1

Заведующий кафедрой _____ О.Е. Трунина _____

Рабочая программа дисциплины одобрена Учебно-методическим советом физико-
математического факультета
от «31» _____ августа 2020 Протокол №1

Председатель Учебно-методического совета физико-математического факультета
_____ О.В. Кузнецова _____

Разработчики _____ _____

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
1	2	3	4	5	6
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 Специальные вопросы нанотехнологии					
Цель дисциплины	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.				
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.	Знать: основные понятия, закономерности физико-химических процессов, протекающих в технологических установках при формировании наноразмерных структур. Уметь: использовать современные представления о механизмах физико-химических процессов для разработки технологии изготовления наноразмерных структур. Владеть: Навыками проектирования технологических процессов и их	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	Пороговый: 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. Повышенный:

		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>Знать: особенности применения современных информационных технологий для разработки наноструктур, процессов их формирования и исследования.</p> <p>Уметь: корректно обосновать выбор аппаратных и программных средств для решения поставленных задач в области технологии наноструктур.</p> <p>Владеть: 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>Пороговый: 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>Повышенный: 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	
В том числе:			
Лекции (Л)	18	18	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	
Самостоятельная работа студента (всего)	36	36	
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>			
Курсовая работа	КП	нет	нет
	КР	нет	нет
<i>Другие виды СРС:</i>			
Изучение литературы	8	8	
Подготовка тематических обзоров	6	6	
Подготовка к зачету	6	6	
Подготовка и защита лабораторных работ	16	16	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	72	72
	зач. ед.	2	2

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий: вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.); набор веб-сервисов MS Office365 (бесплатное ПО для учебных заведений <https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office>); система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
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	зачет	
		ИТОГО за 8 семестр		18	18		36	72	
		ИТОГО		18	18		36	72	

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>	
8	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	
	ИТОГО в 8 семестре				18

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
	ИТОГО в 8 семестре			
ИТОГО				36

3.2. График работы студента

Семестр № 8

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

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
1	2	3	4	5	6
1.	Давыдов, С.Ю. Элементарное введение в теорию наносистем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Ю. Давыдов, А.А. Лебедев, О.В. Посредник. – СПб/: Лань, 2014. – 192 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/44757 (дата обращения: 23.07.2020).	1-6	8	ЭБС	
2.	Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Б. Тимофеев. – СПб/: Лань, 2015. – 512 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/56612 (дата обращения: 23.07.2020).	1,6	8	ЭБС	
3.	Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. А. Рогов. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 190 с. – Режим доступа: URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/398957 (дата обращения: 23.07.2020).	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.	Владимиров, Г.Г. Физика поверхности твердых тел [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Владимиров. – СПб.: Лань, 2016. – 352 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/71707 (дата обращения: 23.07.2020).	1-5	8	ЭБС	
2.	Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под редакцией А. С. Сигова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 270 с. Режим доступа: URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/391066 (дата обращения: 23.07.2020).	3	8	ЭБС	
3.	Нигматуллин, Н.Г. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Г. Нигматуллин. – СПб.: Лань, 2015. – 288 с. – Режим доступа: URL: https://e.lanbook.com/book/67473 (дата обращения: 23.07.2020).	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: 10.07.2020).
- 2 Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.07.2020).

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

1. Нанометр: Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.nanometer.ru/library_list.html (дата обращения 23.07.2020).
2. Официальный сайт ЗАО НТ-МДТ – описание методик применения сканирующей зондовой микроскопии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ntmdt-si.ru/resources/spm-principles> (дата обращения 23.07.2020).

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

Название ПО	№ лицензии
Операционная система WindowsPro	Договор №65/2020 от 02.10.2020
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г.
Офисное приложение Libre Office	Свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	Свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	Свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	Свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	Свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	Свободно распространяемое ПО
вебинарная платформа Zoom;	договор б/н от 10.10.2020г.
Набор веб-сервисов MS Office365 (бесплатное ПО для учебных заведений https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office)	Свободно распространяемое ПО
Система электронного обучения Moodle	Свободно распространяемое ПО

11. Иные сведения

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

«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины
«Специальные вопросы нанотехнологии»

Направление подготовки
16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль)
Физическая электроника

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Рязань 2020

1. Цель освоения дисциплины

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 дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к Блоку 1, циклу Б.1.В.ДВ.10 Дисциплины по выбору (вариативная часть).

Дисциплина изучается на 3 курсе (5 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
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.

5. Форма промежуточной аттестации и семестр(ы) прохождения
Зачет (5 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.