

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 08.09.2024 00:35:46

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9d183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

### «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»

**Цель преподавания дисциплины:** формирование знаний современных проблем нанотехнологий, умение ориентироваться и понимать текущую журнальную научную литературу по новейшим проблемам нанотехнологий, формирование представления о наноматериалах и методах их исследования, обозначение области применения наноматериалов.

**Задачи изучения дисциплины:** формирование цельного представления о комплексе свойств металлических сплавов и неметаллических материалов с микро- и нанокристаллической структурой; расширение представлений школьников о физической картине мира на примере знакомства со свойствами нанообъектов; реализация межпредметных связей, т.к. для развития нанотехнологий требуются знания физики, биологии, химии и других наук; приобретение знаний об истории возникновения нанотехнологий, о методиках, используемых при создании нанообъектов, об уникальных свойствах наноматериалов, об их применении и перспективах развития этой отрасли науки.

#### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними (УК-1.1);
- разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов (УК-1.4);
- формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления (УК-2.1);
- планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости (УК-2.3);
- выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда (УК-6.3);
- планирует бюджет малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции (ОПК-2.1);
- проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач (ОПК-3.4).

#### **Разделы дисциплины:**

Подготовка специалистов по нанотехнологиям. Туннельный эффект и сканирующие микроскопы. Материаловедение. Физические свойства и

прикладные значения фуллеренов. Нанотрубки, разновидности. Самосборка. Ультрадисперсные и объёмные материалы. Нанотехнологии в энергетике и машиностроении.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

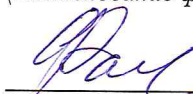
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

естественно-научного

*(наименование ф-та полностью)*



П.А. РЯПОЛОВ

*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 31 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Актуальные проблемы современной нанотехнологии

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии»

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии» на заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № « 1 » 31.08 20 19 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ Кузько А.В.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано: на заседании кафедры заседания кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № « » 20 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

(название кафедры, дата, номер протокола, подпись заведующего кафедрой; согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2021 г., на заседании кафедры НМО и ПР 31.08.2020 № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 6 « 26 » 02 2021 г., на заседании кафедры НМО и ПР 31.08.2021 № 1.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 « 28 » 02 2021 г., на заседании кафедры НМО и ПР № 1 от 31.08.2021 г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «27» 02 2023 г. на заседании кафедры НМОиПФ №1 от 31.08.2023г.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_



Чудько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол №   «  » 20   г. на заседании кафедры \_\_\_\_\_

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

### **1.1 Цель дисциплины**

Формирование знаний современных проблем нанотехнологий, умение ориентироваться и понимать текущую журнальную научную литературу по новейшим проблемам нанотехнологий, формирование представление о наноматериалах и методах их исследования, обозначение области применения наноматериалов.

### **1.2 Задачи дисциплины**

– формирование цельного представления о комплексе свойств металлических сплавов и неметаллических материалов с микро- и нанокристаллической структурой;

– расширение представлений школьников о физической картине мира на примере знакомства со свойствами нанообъектов;

– реализация межпредметных связей, т.к. для развития нанотехнологий требуются знания физики, биологии, химии и других наук;

– приобретение знаний об истории возникновения нанотехнологий, о методиках, используемых при создании нанообъектов, об уникальных свойствах наноматериалов, об их применении и перспективах развития этой отрасли науки.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>Знать:</b> - какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники; - физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем;

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>- условия реализации и границы применения этих методов; тенденции развития методов характеристики материалов и структур нано- и микросистем для разработки методик проведения исследований и измерений параметров, и характеристик изделий</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий</li> <li>- использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий;</li> <li>- выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств параметров и характеристик изделий из нано- и микросистем;</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыком выбора современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов;</li> <li>- навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов;</li> <li>-навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных..</li> </ul>
		<p>УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения про-</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники, физиче-</li> </ul>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		блемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	скую природу и методы, и сред- ства решения; - фундаментальные физические законы, физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования наноструктур -области практического приме- нения продуктов наноиндустрии  <b>Уметь:</b> - подбирать необходимые лите- ратурные источники для анализа проблем в своей предметной об- ласти; - составлять иерархию проблем по степени важности; - использовать анализ проблем в собственной исследовательской деятельности  <b>Владеть (или Иметь опыт де- ятельности):</b> понятийным аппаратом нано- технологий в своей предметной области; навыками критического анализа проблем в собственных научных исследованиях
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<b>Знать:</b> - типовые технологические про- цессы получения нанообъектов, - типовое оборудование для ис- следования нанообъектов и ком- понентов нано- и микросистем- ной техники; -основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, приборов и устройств на их ос- нове, элементную базу нано- и микросистемной техники;  <b>Уметь:</b> - исходя из современного уровня знаний, ориентироваться на



<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>рынке продуктов нанотехнологий и определять области их практического применения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценить перспективы прикладного использования нанообъектов для возможного патентования изобретений из них;</li> <li>- адекватно оценивать информацию на основе современного уровня знаний в области нанотехнологий об инновационных продуктах для поиска вакансий в коммерчески надежных компаниях-производителях</li> </ul> <p><b><i>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современной научной терминологией в области нанотехнологий и микросистемной техники;</li> <li>- методами экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;</li> <li>- навыками отслеживания новинок элементов нано- и микросистемной техники и критического восприятия информации о продуктах нанотехнологий</li> </ul>
		<p>УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости</p>	<p><b><i>Знать:</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники</li> <li>- физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем</li> <li>- условия реализации и границы применения этих методов; тен-</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<p>денции развития методов характеристики материалов и структур нано и микросистем для разработки методик проведения исследований и измерений параметров, и характеристик изделий</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий;</li> <li>- использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий;</li> <li>- выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств параметров и характеристик изделий из нано- и микросистем;</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыком выбора современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов</li> <li>- навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов</li> <li>- навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.</li> </ul>
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.3 Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и сферу применения Трудового Кодекса РФ;</li> <li>- о справочниках, классификаторах в системе занятости и трудоустройства и о реестре про-</li> </ul>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
код компетенции	наименование компетенции		
		профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда	профессиональных стандартов; - о международных программах стажировок для молодежи; <b>Уметь:</b> - анализировать и оценивать информацию о современном рынке труда; - планировать профессиональную карьеру с учетом анализа рынка труда; - применять знания о нормативно-правовом обеспечении прав и интересов молодежи на рынке труда <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> -навыками составления резюме и самопрезентации, - поиска работы в сети Интернет -навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения
ОПК-2	Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента	ОПК-2.1 Планирует бюджет малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции	<b>Знать:</b> основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники, физическую природу и методы, и средства решения <b>Уметь:</b> подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области; составлять иерархию проблем по степени важности; использовать анализ проблем в собственной исследовательской деятельности <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> понятийным аппаратом нано-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			технологий в своей предметной области; навыками критического анализа проблем в собственных научных исследованиях
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	ОПК-3.4 Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производства и здоровья;</li> <li>- основные техносферные опасности;</li> <li>- методы и средства обеспечения безопасности, экологичности и устойчивости жизнедеятельности в техносфере;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</li> <li>- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</li> <li>- контролировать соблюдение экологической безопасности производимой продукции.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды;</li> <li>- требованиями безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятель-</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			ности; - навыками обеспечения безопасных условий труда и безопасности осуществления технологических процессов

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры (бакалавриата, специалитета) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии». Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (з.е.), 216 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	27,15
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	8
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	152,85
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,15
в том числе:	
зачет	не предусмотрен

Виды учебной работы	Всего, часов
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

#### 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Подготовка специалистов по нанотехнологиям	Проблема наноматериалов, нанотехнологий с позиций научных публикаций. Состояние с подготовкой специалистов по нанотехнологиям за рубежом, примеры учебных курсов в институтах США. Подготовка специалистов в России. Анализ учебных планов и программ. Содержание подготовки по нано направлению: «Функциональные наноматериалы в авиационно-космических системах». Наночастица, нано наука, Нанотехнологии. Особые свойства нанореализуемых объектов.
2	Туннельный эффект и сканирующие микроскопы	Двойственная природа элементарных частиц. Туннельный эффект, вероятность туннелирования. Сканирующий зондовый микроскоп его возможности. Атомно-силовой микроскоп (АСМ). Принцип действия, отличие и сходство с туннельным микроскопом, возможности атомно – силового микроскопа. Средства сканирования поверхности. Разновидности АСМ. Зондовый датчик. Характер взаимодействия его с образцом, расчет энергии взаимодействия зонда и образца.
3	Материаловедение.	Наноразмерные частицы инертных газов, металлов, алмазоид, фрактальные кластеры, фуллерены.
4	Физические свойства и прикладные значения фуллеренов.	Фуллериты, нелинейные оптические свойства фуллеренов для полупроводниковой техники, в качестве фоторезистора, для расчета алмазных плёнок, сверхпроводимые фуллерены, источники тока.
5	Нанотрубки, разновидности.	Прочностные свойства, применение.
6	Самосборка. Ультрадисперсные и объёмные материалы.	Ассемблер – как средство построения наносистем любого назначения. Дизассемблеры. Ультрадисперсные и объёмные материалы, их свойства.
7	Нанотехнологии в	Нанотехнологии в качестве преобразователей солнечной энергии

	энергетике и машиностроении.	в электричество, в экологически чистых двигателях, органические катализаторы. Конструктивные, инструментальные и трибологические наноструктурированные материалы, их характеристика и область применения. Нанотехнологии в электронике, медицине, экологии. Основные направления нанотехнологий в электронике, медицине, экологии: искусственный интеллект, роботы, целевая доставка лекарств, диагностика, уничтожение отходов с помощью нанороботов.
--	------------------------------	--

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Подготовка специалистов по нанотехнологиям	2			У-1 У-3 У-6 МУ-2	1-2 КО	УК-1 УК-6 ОПК-2 ОПК-3
2	Туннельный эффект и сканирующие микроскопы	4	№1		У-2 У-3 МУ-1 МУ-2	ЛР-4	УК-2
3	Материаловедение	2	№2		У-3 У-4 МУ-1 МУ-2	ЛР-6	УК-1 УК-2
4	Физические свойства и прикладные значения фуллеренов	2	№3		У-3 У-4 МУ-1 МУ-2	ЛР-8	УК-1 УК-2
5	Нанотрубки, разновидности	2	№4		У-4 У-5 МУ-1 МУ-2	ЛР-12	УК-2
6	Самосборка. Ультрадисперсные и объёмные материалы	2			У-4 У-5 МУ-2	14-16 КО	УК-1 УК-2
7	Нанотехнологии в энергетике и машиностроении	4			У-1 У-3 У-4 У-5 МУ-2	17-18 КО	УК-1 УК-2 ОПК-2

ЛР-лабораторная работа, КО-контрольный опрос

**4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия****4.2.1 Лабораторные работы**

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Контактный метод работы в сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM-1000	2
2	Полуконтактный метод работы в сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM-1000	2
3	Практические приемы работы на голографическом микроскопе	2
4	Практические приемы работы на ИК-Фурье спектрометре Nicolet is50 с помощью приставки НПВО	2
ИТОГО:		8

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Подготовка специалистов по нанотехнологиям	1-2 неделя	20
2	Туннельный эффект и сканирующие микроскопы	3-5 неделя	30
3	Материаловедение	6-8 неделя	20
4	Физические свойства и прикладные значения фуллеренов	9-10 неделя	20
5	Нанотрубки, разновидности	11-13 неделя	20
6	Самосборка. Ультрадисперсные и объёмные материалы	14-16 неделя	20
7	Нанотехнологии в энергетике и машиностроении	17-18 неделя	22,85
ИТОГО:			152,85

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.



Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- вопросов к экзамену;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекция «Подготовка специалистов по нанотехнологиям»	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Туннельный эффект и сканирующие микроскопы	Разбор конкретных ситуаций	4
3	Материаловедение	Разбор конкретных ситуаций	2

4	Физические свойства и прикладные значения фуллеренов	Разбор конкретных ситуаций	2
5	Нанотрубки, разновидности	Разбор конкретных ситуаций	2
6	Самосборка. Ультрадисперсные и объёмные материалы	Разбор конкретных ситуаций	2
7	Лекция «Нанотехнологии в энергетике и машиностроении»	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого:			16

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Актуальные проблемы современной нанотехнологии		
	Актуальные проблемы современной нанотехнологии		Производственная преддипломная практика
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Актуальные проблемы современной нанотехнологии		
	Актуальные проблемы современной нанотехнологии		Производственная преддипломная практика
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Организация и планирование научно-исследовательской работы	Актуальные проблемы современной нанотехнологии	Производственная педагогическая практика
ОПК-2 Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и фи-	Организация и планирование производства	Актуальные проблемы современной нанотехнологии	

нансового менеджмента	
ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Актуальные проблемы современной нанотехнологии

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

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
УК-1/ начальный, основной, завершающий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники	Знать: - какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники; - физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем;	Знать: - какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники; - физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем; - условия реализации и границы применения этих

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов	<p>Уметь: выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыком выбора</p>	<p>Уметь: -выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий - использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий;</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыком выбора</p>	<p>методов; тенденции развития методов характеристики материалов и структур нано- и микросистем для разработки методик проведения исследований и измерений параметров, и характеристик изделий</p> <p>Уметь: -выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий - использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий; - выбирать оптимальные методы исследования и диагностики необходимых свойств параметров и характеристик изделий из нано- и микросистем;</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыком выбора</p>

Код компетенции/ этап (указывает название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов</p> <p>Знать: -основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники, физическую природу и методы, и средства решения;</p>	<p>современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов;</p> <p>- навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов;</p> <p>Знать: -основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники, физическую природу и методы, и средства решения;</p> <p>- фундаментальные физические законы, физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и</p>	<p>современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов;</p> <p>- навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов;</p> <p>-навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.</p> <p>Знать: -основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники, физическую природу и методы, и средства решения;</p> <p>- фундаментальные физические законы, физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь: подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): понятийным аппаратом нанотехнологий в своей предметной области</p>	<p>функционирования наноструктур</p> <p>Уметь: подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области; - составлять иерархию проблем по степени важности</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): понятийным аппаратом нанотехнологий в своей предметной области; навыками критического анализа проблем</p>	<p>ния наноструктур-области практического применения продуктов nanoиндустрии</p> <p>Уметь: - подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области; - составлять иерархию проблем по степени важности; - использовать анализ проблем в собственной исследовательской деятельности</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): понятийным аппаратом нанотехнологий в своей предметной области; навыками критического анализа проблем в собственных научных исследованиях</p>
УК-2/начальный, основной, завершающий	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реали-	Знать: - типовые технологические процессы получения нанобъектов,	Знать: - типовые технологические процессы получения нанобъектов, - типовое оборудо-	Знать: - типовые технологические процессы получения нанобъектов, - типовое оборудо-

Код компетенции/ этап (указывает название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	защиту проектного управления	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исходя из современного уровня знаний, ориентироваться на рынке продуктов нанотехнологий и определять области их практического применения;</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исходя из современного уровня знаний, ориентироваться на рынке продуктов нанотехнологий и определять области их практического применения;</li> <li>- оценить перспективы прикладного использования нанобъектов для возможного патентования изобретений из них;</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исходя из современного уровня знаний, ориентироваться на рынке продуктов нанотехнологий и определять области их практического применения;</li> <li>- оценить перспективы прикладного использования нанобъектов для возможного патентования изобретений из них;</li> <li>- адекватно оценивать информацию на основе современного уровня знаний в области нанотехнологий об инновационных продуктах для поиска вакан-</li> </ul>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	УК-2.3 Планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменимости	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современной научной терминологией в области нанотехнологий и микросистемной техники;</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной техники</li> </ul>	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современной научной терминологией в области нанотехнологий и микросистемной техники;</li> <li>- методами экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной</li> </ul>	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современной научной терминологией в области нанотехнологий и микросистемной техники;</li> <li>- методами экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники;</li> <li>- навыками отслеживания новинок элементов нано- и микросистемной техники и критического восприятия информации о продуктах нанотехнологий</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- какими современными измерительными приборами можно изучать заданные физические свойства материала нанотехнологии и микросистемной</li> </ul>



Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Уметь: выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий</p>	<p>техники - физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем</p> <p>Уметь: -выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий; - использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и ха-</p>	<p>техники - физические принципы основных экспериментальных высоколокальных методов исследования материалов и структур, используемых в физике и технологии нано- и микросистем - условия реализации и границы применения этих методов; тенденции развития методов характеристики материалов и структур нано и микросистем для разработки методик проведения исследований и измерений параметров, и характеристик изделий</p> <p>Уметь: -выбирать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и характеристик изделий; - использовать современные измерительные приборы для определения заданных параметров и харак-</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <p>навыком выбора современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов</p>	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <p>- навыком выбора современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов</p> <p>- навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов</p>	<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <p>- навыком выбора современных измерительных методик в определении заданных физических свойств материалов</p> <p>- навыком использования современных измерительных приборов в определении заданных физических свойств материалов</p> <p>- навыками применения современных методов исследования структур, материалов и компонентов нано и микросистем, интерпретации экспериментальных данных.</p>
УК-6/	УК-6.3 Выстраивает	Знать:	Знать:	Знать:

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
основной	гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда	<p>- основные понятия и сферу применения Трудового Кодекса РФ;</p> <p>Уметь:</p> <p>- анализировать и оценивать информацию о современном рынке труда;</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <p>-навыками составления резюме и самопрезентации,</p>	<p>- основные понятия и сферу применения Трудового Кодекса РФ;</p> <p>- о справочниках, классификаторах в системе занятости и трудоустройства и о реестре профессиональных стандартов;</p> <p>Уметь:</p> <p>- анализировать и оценивать информацию о современном рынке труда;</p> <p>- планировать профессиональную карьеру с учетом анализа рынка труда;</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <p>-навыками составления резюме и самопрезентации,</p>	<p>- основные понятия и сферу применения Трудового Кодекса РФ;</p> <p>- о справочниках, классификаторах в системе занятости и трудоустройства и о реестре профессиональных стандартов;</p> <p>- о международных программах стажировок для молодежи;</p> <p>Уметь:</p> <p>- анализировать и оценивать информацию о современном рынке труда;</p> <p>- планировать профессиональную карьеру с учетом анализа рынка труда;</p> <p>- применять знания о нормативно-правовом обеспечении прав и интересов молодежи на рынке труда</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <p>-навыками составления резюме и самопрезентации,</p> <p>- поиска работы в</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			- поиска работы в сети Интернет	сети Интернет -навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения
ОПК-2/ основной, завершающий	ОПК-2.1 Планирует бюджет малого предприятия, специализирующегося на производстве высокотехнологичной продукции	Знать: основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий  Уметь: подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области  Владеть (или Иметь опыт деятельности): понятийным аппаратом нанотехнологий в своей предметной области	Знать: основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники и физическую природу  Уметь: подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области; - составлять иерархию проблем по степени важности  Владеть (или Иметь опыт деятельности): понятийным аппаратом нанотехнологий в своей предметной области; навыками крити-	Знать: основные научно-технические проблемы в области нанотехнологий, их источники, физическую природу и методы, и средства решения  Уметь: подбирать необходимые литературные источники для анализа проблем в своей предметной области; составлять иерархию проблем по степени важности; использовать анализ проблем в собственной исследовательской деятельности  Владеть (или Иметь опыт деятельности): понятийным аппаратом нанотехнологий в своей предметной области; навыками крити-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			ческого анализа проблем	ческого анализа проблем в собственных научных исследованиях
ОПК-3/ начальный, основной, завершающий	ОПК-3.4 Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производства и здоровья;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</li> </ul>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производства и здоровья;</li> <li>- основные техно-сферные опасности;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</li> <li>- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать ме-</li> </ul>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производства и здоровья;</li> <li>- основные техно-сферные опасности;</li> <li>- методы и средства обеспечения безопасности, экологичности и устойчивости жизнедеятельности в техносфере;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</li> <li>- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы</li> </ul>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды;</li> </ul>	<p>тоды защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды;</li> <li>-требованиями безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности</li> </ul>	<p>защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать соблюдение экологической безопасности производимой продукции.</li> </ul> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды;</li> <li>-требованиями безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности;</li> <li>- навыками обеспечения безопасных условий труда и безопасности осуществления технологических процессов</li> </ul>

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характери-**

## зующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Подготовка специалистов по нанотехнологиям	УК-1 УК-6 ОПК-2 ОПК-3	лекция, СРС	тест	№1	см. табл. 7.2
2	Туннельный эффект и сканирующие микроскопы	УК-2	лекция, СРС, лаб. работа	защита лаб. работы	№1	см. табл. 7.2
				тест	№2	
3	Материаловедение	УК-1 УК-2	лекция, СРС, лаб. работа	защита лаб. работы	№2	см. табл. 7.2
				тест	№3	
4	Физические свойства и прикладные значения фуллеренов	УК-1 УК-2	лекция, СРС, лаб. работа	защита лаб. работы	№3	см. табл. 7.2
				тест	№4	
5	Нанотрубки, разновидности	УК-2	лекция, СРС, лаб. работа	защита лаб. работы	№4	см. табл. 7.2
				тест	№5	
6	Самосборка. Ультрадисперсные и объёмные материалы	УК-1 УК-2	лекция, СРС	тест	№6	см. табл. 7.2
7	Нанотехнологии в энергетике и машиностроении	УК-1 УК-2 ОПК-2	лекция, СРС	тест	№7	см. табл. 7.2

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы для контрольного опроса по теме «Туннельный эффект и сканирующие микроскопы»:

1. Какие существуют типы пьезокерамических сканеров?
2. Что такое трипод?
3. Как устроен биморфный пьезоэлемент, применяемый в качестве пьезокерамического сканера?
4. Как устроен трубчатый 4-х секционный пьезоэлемент, применяемый в качестве пьезокерамического сканера?
5. Каков принцип действия датчиков положения зонда (оптический, ёмкостный, туннельный)?
6. Какие режимы работы СТМ (измерительные методики) Вам известны?
7. В чем отличие измерительной методики СТМ постоянного тока от измерительной методики постоянной высоты?

#### Примеры вопросов к защите лабораторных работ

Вопросы в открытой форме по теме «Туннельный эффект и сканирующие микроскопы»:

1. В чем заключается метод контактного СЗМ?
2. Опишите методику установки образца.
3. Назовите преимущества и недостатки контактного метода перед другими?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производствен-



ных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

### Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Что такое движущая сила самосборки?

- 1) Стремление системы к минимуму энергии
- 2) Стремление системы к максимуму энергии
- 3) Стремление системы к энергии Ферми

Задание в открытой форме:

Что такое фуллерен?

Задание на установление правильной последовательности,

Установите правильный порядок последовательности видов литографии в зависимости от уменьшения размера получаемых элементов интегральных схем: оптическая, УФ-литография, рентгеновская, электронно-лучевая.

Компетентностно-ориентированная задача:

Для создания дешевых солнечных элементов используется технология осаждения из газовой фазы тонких (порядка сотен нм) плёнок аморфного кремния. Для получения пленок, легированных бором (В), используют осаждение из смеси газов моносилана  $\text{SiH}_4$  и диборана  $\text{B}_2\text{H}_6$  после термического разложения газов. Для получения контролируемой концентрации примеси, получают смесь газов в нужной пропорции. Для этого газы напускают в камеру, где происходит осаждение, из двух сосудов одинакового объема. В первом содержится силан при давлении  $P_1 = 10^5$  Па и температуре  $T_1 = 200^\circ\text{C}$ , а во втором диборан при некотором давлении  $P_2$  и температуре  $T_2 = 20^\circ\text{C}$ .

1. Каким должно быть давление  $P_2$ , чтобы концентрация примеси в пленке аморфного кремния составляла  $n = 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ?

2. Какой объем газа силана потребуется пропустить через сосуд с  $P_1 = 10^5$  Па и  $T_1 = 200^\circ\text{C}$  для того, чтобы выросла плёнка аморфного кремния, толщиной  $d = 10$  нм и площадью  $S = 10 \text{ мм}^2$ ?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Лабораторная работа № 1 (Контактный метод работы в сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM-1000)	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 2 (Полуконтактный метод работы в сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM-1000)	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 3 (Практические приемы работы на голографическом микроскопе)	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 4 (Практические приемы работы на ИК-Фурье спектрометре Nicolet is50 с помощью приставки НПВО)	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. – Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462147>

2. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : в 2-х т. : учебное пособие для вузов / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний. - Т. 2 : Технологические аспекты / М. В. Акуленок [и др.]. - 2014. - 252 с.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Шука, А. А. Наноэлектроника [Текст] : учебное пособие / А. А. Шука ; ред. А. Г. Сигов. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 342 с.

4. Шука, А. А. Наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Шука ; под ред. А. А. Сигова. - 3-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 345 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=95473>.

5. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев. - Изд. 2-е, испр. - М. : Физматлит, 2009. - 416 с.

6. Суздаев, И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст] / И. П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006. - 592 с.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Актуальные проблемы современной нанотехнологии [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А.П. Кузьменко, Е.А. Новиков, И.В. Чухаева, П.А. Абакумов. - Электрон. текстовые дан. - Курск: ЮЗГУ, 2021. - 68 с.

2. Актуальные проблемы современной нанотехнологии [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления

подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А.П. Кузьменко, Е.А. Новиков, П.А. Абакумов. - Электрон. текстовые дан. - Курск: ЮЗГУ, 2021. - 12 с.

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:  
Нанотехнологии: наука и производство

### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.strf.ru/> - Интернет- издание «Наука и технологии России – strf.ru»
2. <http://www.nanometer.ru/> -сайт "Нанометр".
3. <http://www.rusnano.com/> - Группа РОСНАНО.
4. <http://thesaurus.rusnano.com> - Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.
5. <https://www.multitran.ru/> - многоязычный словарь научных терминов.
6. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
7. <https://phys.org/> - новости науки, исследований и технологий (press release online).
8. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».
9. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
10. <http://www.rqc.ru/> - Новости квантовой физики

### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Актуальные проблемы современной нанотехнологии»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

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

1. DreamSpark Premium Elektronik Software Delively (3 years)
2. Libreoffice
3. Антивирус Касперского Kaspersky Endpoint Security

Прикладные программы для управления электронно-оптическим оборудованием и обработки результатов исследований (поставляется вместе с оборудованием и обновляется поставщиками оборудования):

1. AIST-NT v.3.3.91
2. AIST-NT v.3.5.27
3. Koala Software v. 5.6-rc4
4. Omnic Software v. 2.0 HF1. Serial No: 120829210
5. Microsoft Windows 7 Профессиональная Версия 6.1.7601 Service Pack 1

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры nano-технологии и инженерной физики, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Экран мобильный Draper Consul 60x60 152x152 (3146,40), проектор BenQ MX522P, мобильный ПК ACER Aspire 5720-102G16Mi (32032). Экран настенный 150x150, мультимедийный проектор MW533.

Комплект лабораторного оборудования, включающего; атомно-силовой микроскоп и сканирующий зондовый микроскоп, интегрированный с микроспектрометром 40500000.

Установка для 3Dреально-временной оптической микроскопии с опциями для внешних упругих, температурных, электрических и магнитных воздействий Lyncsee TesSA.

Программно-аппаратный комплекс для исследования морфологии, элементного, фазового состава и молекулярной структуры вещества и материалов (в т.ч. ИК-Фурье спектрометр Nicolet iS50 с НПВО (ATR) приставкой).

## **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

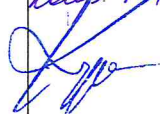
*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие

требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	—	32, 33	—	—	2	19.01.21	протокол № 8 засед. Каф. НПОИТФ  Кузько А.А.