

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 13.09.2023 19:08

Уникальный программный ключ:

efd3ecdabd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## Аннотация к рабочей программе дисциплине

### «Процессы получения наночастиц и наноматериалов»

**Цель проведения дисциплины:** формирование у студентов знаний о теоретических и экспериментальных аспектах получения материалов с новыми, отличными от макрокристаллических, физико-химическими свойствами.

**Задачи изучения дисциплины:** ознакомление с теоретическими и практическими основами нанотехнологий; изучение процессов формирования наноструктур и наноматериалов; изучение методов получения упорядоченных наноструктур; освоение лабораторного и производственного оборудования для получения и исследования наноструктур и наноматериалов; овладение навыками разработки технологических процессов формирования наноструктур и наноматериалов методами нанотехнологий.

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

- осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов (УК-1.3);
- анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач (УК-2.3);
- придерживается физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала (ОПК-2.3);
- использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности (ОПК-1.2(н));
- использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ (ОПК-1.3(н));
- проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач (ОПК-2.1(н));
- рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников (ОПК-2.2 (н));
- составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами (ОПК-3.1(н));
- формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций (ОПК-3.2(н));
- оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности и эффективности (ОПК-5.2 (н));

– использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов. ( ОПК-6.1(н)).

### **Разделы дисциплины**

Введение. Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах. Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур методами осаждения. Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов. Гетерогенные процессы формирования наноструктур. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях. CVD и PVD процессы. Криохимический метод синтеза наночастиц. Синтез наноструктурированных материалов. Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов. Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

естественно-научного*(наименование ф-та, полностью)*Ряполов П.А.*(подпись, фамилия, инициалы)*«    »      20      г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

     Процессы получения наночастиц и наноматериалов       
*(наименование дисциплины)*ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология     ,  
*(шифр и наименование направления подготовки)*направленность (профиль «Современные композиционные материалы»)  
*(наименование направленности (профиля))*форма обучения      очная     

ОПОП ВО с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования

Рабочая программа дисциплины составлена:

– в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. №922;

– федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденного утвержденным приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 924

– на основании учебного плана ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 12 от 29.05.2023).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы» с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики (наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № 8 от 02.06.2023).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии .

(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

к.х.н., доцент

(уч. степень, уч. звание)

Кувардин Н.В.

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

к.ф.-м.н., доцент

(уч. степень, уч. звание)

Кузько А.Е.

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент

(уч. степень, уч. звание)

Локтионова И.В.

Директор научной библиотеки

Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики (наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии \_\_\_\_\_ .  
(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

\_\_\_\_\_  
(уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики \_\_\_\_\_  
(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

\_\_\_\_\_  
(уч. степень, уч. звание)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики (наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки) (протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии \_\_\_\_\_ .  
(наименование выпускающей кафедры по базовому направлению подготовки)

\_\_\_\_\_  
(уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, уч. звание)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные композиционные материалы», одобренного Ученым советом университета протокол № \_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., на совместном заседании выпускающих кафедр фундаментальной химии и химической технологии

нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики  
 (наименования выпускающих кафедр по базовому и сопрягаемому направлениям подготовки)

(протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_).

Зав. кафедрой фундаментальной химии и химической технологии \_\_\_\_\_.

(наименование выпускающей кафедры  
 по базовому направлению подготовки)

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, уч. звание)

Зав. кафедрой нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики

(наименование выпускающей кафедры по сопрягаемому направлению подготовки)

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, уч. звание)

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

### 1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины - формирование у студентов знаний о теоретических и экспериментальных аспектах получения материалов с новыми, отличными от макрокристаллических, физико-химическими свойствами.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с теоретическими и практическими основами нанотехнологий;
- изучение процессов формирования наноструктур и наноматериалов;
- изучение методов получения упорядоченных наноструктур;
- освоение лабораторного и производственного оборудования для получения и исследования наноструктур и наноматериалов;
- овладение навыками разработки технологических процессов формирования наноструктур и наноматериалов методами нанотехнологий.

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

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

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		
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения, поставленной задачи по различным типам запросов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические и практические подходы для решения поставленных задач</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно поставить задачу для поиска информации</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска и анализа информации</li> </ul>
УК-2	Способен	УК-2.3. Анализирует план-	<b>Знать:</b>

	определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	- методы осуществления экспериментальных и теоретических исследований физико-химических процессов при получении и эксплуатации широкого круга материалов с оценкой достоверности полученных результатов <b>Уметь:</b> - планировать действия (последовательность действий) для решения прикладных задач профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> - навыками выбора оптимального способа решения поставленных задач
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.3 Придерживается физико-химических основ способов управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала	<b>Знать:</b> - инструментарий обработки и анализа данных, при решении поставленных задач, методы анализа процессов и явлений, тенденций их изменения, современные интеллектуальные информационно-аналитические системы, используемые при решении задач <b>Уметь:</b> - анализировать данные, необходимые для решения поставленных нанотехнологических задач <b>Владеть:</b> - физико-химическими основами способами управления структурой, состоянием поверхности и свойствами материала
ОПК-1 (н)	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.2 (н) Использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии <b>Уметь:</b> - решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы



			компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники <b>Владеть:</b> - математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники
		ОПК-1.3(н) Использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ	<b>Знать:</b> - экспериментальные методы определения физико-химических свойств <b>Уметь:</b> - использовать физико-химические инструменты и методы физико-химического анализа <b>Владеть:</b> - практическим опытом определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ
ОПК-2 (н)	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов	ОПК-2.1(н) Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач ОПК-2.2 (н) Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников	<b>Знать:</b> - основные методики экспериментальных исследований синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники <b>Уметь:</b> - планировать и проводить исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники <b>Владеть:</b> - технико-экономическим обоснованием проектных решений, методами расчётов длительности выполнения технологических операций
ОПК-3 (н)	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1 (н) Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами	<b>Знать:</b> - методы обработки полученных результатов <b>Уметь:</b> - использовать форму ведения отчетов <b>Владеть:</b> - навыками анализа экспериментальных результатов и

			сопоставления их со справочными данными
		ОПК-3.2 (н) Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы оформления и представления полученных результатов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять результаты курсовой работы во время итоговых аттестаций</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формирования наработанного материала в виде отчета и презентации для защиты курсовой работы</li> </ul>
ОПК-5 (н)	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.2 (н) Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности и эффективности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы проектирования основных параметров наноструктурных материалов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить оценочные расчеты характеристик компонентов нано- и химических технологий.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами оценки синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности и эффективности</li> </ul>
ОПК-6 (н)	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	ОПК-6.1 (н) Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- справочную литературу по дисциплине</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить справочные данные</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска необходимых данных с справочной и технической литературе</li> </ul>

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

Дисциплина «Процессы получения наночастиц и наноматериалов» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль) «Современные

композиционные материалы» с присвоением двух квалификаций одного уровня высшего образования.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 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)	110,65
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	36
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	78,35
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	2,65
в том числе:	
Виды учебной работы	Всего, часов
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	1,5
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	Введение. Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов	Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов. Физические, химические, биологические методы. Особенности получения

		нуль- одно-, дву- и трехмерных наноматериалов.
2	Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах.	<p>Основные химические реакции, приводящие к синтезу наночастиц в жидких средах.</p> <p>Формирование золь-коллоидные растворы.</p> <p>Получение наночастиц золота - метод Туркевича и метод Браста. Синтез наночастиц серебра, платины, палладия и других благородных металлов. Стабилизация синтезированных наночастиц в растворах - электростатическая, адсорбционная, хемосорбционная. Получение наночастиц несферической формы. Синтез нанопроволоки и наностержней металлов - роль зародышей кристаллизации и добавок ПАВ.</p> <p>Механизм роста наностержней металлов в жидких средах. Особенности синтеза наночастиц металлов в форме кубов, призм, двадцатигранников и др.</p> <p>Синтез магнитных наночастиц в полярных и неполярных средах. Стабилизация наночастиц и получение магнитных жидкостей. Основные способы синтеза полупроводниковых наночастиц - контролируемого осаждения, молекулярных прекурсоров. Основные факторы, влияющие на размер синтезируемых наночастиц. Кинетический контроль роста наночастиц. Синтез анизотропных наночастиц полупроводников - наностержней, разветвленных структур.</p>
3	Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур методами осаждения.	<p>Применение методов осаждения для синтеза наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур. Синтез наночастиц оксида кремния и нанокompозитов - многослойных структур, состоящих из металлов, магнитных материалов или полупроводников и оксида кремния.</p>
4	Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов.	<p>Основные стадии процесса. Особенности гидролиза и поликонденсации алкоксидов кремния в щелочной и кислой среде. Гелеобразование и синерезис. Удаление растворителя - образование ксерогелей и аэрогелей. Влияние состава реакционной среды и условий протекания процесса на морфологию синтезируемого наноматериала. Получение золь-гель методом наноматериалов на основе оксидов кремния и титана. Синтез золь-гель методом нанокompозитов типа "неорганика-неорганика" и "органика-неорганика".</p>
5	Гетерогенные процессы формирования наноструктур.	<p>Молекулярно-лучевая эпитаксия. газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений, формирование структур на основе коллоидных растворов. Золь-гель технология, методы молекулярного наслаивания и атомно-слоевой эпитаксии, сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков, пленки Ленгмюра - Блоджетт, термовакuumное испарение (резистивный, электронно-лучевой, лазерный методы испарения), ионно-плазменные технологии получения топких пленок, методы синтеза фуллеренов (лазерное</p>

		испарение графита, электродуговой синтез)
6	Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях.	<p>Классификация методов синтеза наночастиц и наноматериалов в сверхкритических жидкостях. Роль сверхкритической жидкости при синтезе - растворитель, соразтворитель, анти-растворитель, растворенное вещество, реакционная среда. Схемы основных методов. Использование сверхкритической воды и диоксида углерода для получения наночастиц.</p> <p>Варианты гидро- и сольвотермального синтеза - получение наночастиц при протекании физических и химических процессов. Основные параметры, влияющие на морфологию синтезируемых наноматериалов. Периодический и непрерывный способы организации гидро- и сольвотермального синтеза.</p> <p>Виды автоклавов, используемых для синтеза наночастиц. Гидро- и сольвотермальный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов, полупроводников. Гидротермальный синтез наночастиц цеолитов и цеолитов с нанопористой структурой.</p>
7	CVD и PVD процессы.	<p>Классификация CVD и PVD процессов по давлению и способам введения прекурсоров. Методы получения углеродных наноматериалов. Пиролитические способы.</p>
8	Криохимический метод синтеза наночастиц.	<p>Основные стадии процесса. Сверхбыстрое охлаждение. Способы замораживания и удаления растворителя. Используемые хладоагенты.</p>
9	Синтез наноструктурированных материалов.	<p>Наноккомпозиты, нанокерамика, наноструктурированные стекла, алмазоподобные наноструктуры, пористые наноструктуры, наноразмерные сегнетоэлектрические материалы, неуглеродные нанотрубки, наностержни, нанопроволоки, фуллерены, углеродные нанотрубки.</p>
10	Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов.	<p>Использование мицеллярных систем и микроэмульсий для синтеза наночастиц. Основные факторы, влияющие на размер и форму, синтезируемых наночастиц. Синтез наночастиц в микроэмульсиях в сверхкритическом оксиде углерода. Использование гексагональных и кубических жидких кристаллов в качестве матрицы для синтеза наноматериалов и нанопористых тел. Синтез наноккомпозитов наночастица-дендример. Особенности строения дендримеров и способов формирования наноккомпозитов в зависимости от уровня генерации дендримера. Использование липосом, мицеллярных и полимерных гелей для синтеза наноматериалов. Методы молекулярного наслаивания. Пленки Ленгмюра-Блоджетт</p>

11	Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов.	Биомембраны и другие объекты биологического происхождения. Внутриклеточный и внеклеточный синтез наночастиц и наноматериалов. Магнетобактерии, магнетосомы. Синтез наночастиц с использованием биомолекул (ДНК, аминокислот и др.)
----	---	--

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
1	Введение. Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов	2	1	1	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
2	Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах.	4	2,3	2,3	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР, Т	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
3	Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур методами осаждения.	4	4	4,5	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
4	Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов	4	5	6,7	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР	УК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-6.1 (н)
5	Гетерогенные процессы формирования наноструктур.	3	6,7	8	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР, Т	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н)

							ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н)
6	Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях.	3		9,10	У-1, У-2	ПР	ОПК-2.3 ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
7	CVD и PVD процессы.	4	8	11,1 2	У-1, У-2 МУ-1, МУ-5	ПР, ЛР	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
8	Криохимический метод синтеза наночастиц.	3		13	У-1, У-2	ПР, Т	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
9	Синтез наноструктурированных материалов.	3	9	14,1 5	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР	УК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-6.1 (н)
10	Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов.	3		16	У-1, У-2	ПР	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н)
11	Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов.	3	10	17,1 8	У-1, У-2 МУ-1, МУ-4	ПР, ЛР, Т	УК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)
	Итого	36	36	36			

ПР – проверка выполнения практических заданий, ЛР – проверка выполнения лабораторных заданий, Т – тест

## 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	Получение наночастиц серебра методом Кери-Ли	2
2	Получение гидрозолей берлинской лазури разных знаков заряда коллоидных частиц	4
3	Экстракция кристаллического йода из спиртового раствора йода	4
4	Синтез наночастиц оксида меди путем восстановления глюкозой	4
5	Получение геля кремниевой кислоты	4
6	Получение пленок методом Ленгмюра-Блоджетт	4
7	Магнетронное напыление пленок	4
8	CVD и PVD процессы	4
9	Синтез углеродных нанотрубок	2
10	Синтез наночастиц металлов биологическими методами	4
<b>Итого</b>		<b>36</b>

### 4.2. Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час
1	2	3
1	Общая характеристика процессов получения наночастиц	2
2	Методы получения наночастиц, основанные на физических процессах.	2
3	Методы получения наночастиц, основанные на химических процессах.	2
4	Методы получения наноматериалов.	2
5	Процессы получения фуллереноподобных наноструктур и неорганических нанотрубок.	2
6	Формирование одномерных наноструктур	2
7	Нанопористые материалы и молекулярные сита.	2
8	Порошковые технологии.	2
9	Интенсивная пластическая деформация.	2
10	Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.	2
11	Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов, нанотехнологии.	2
12	Технологии, основанные на физических процессах.	2
13	Технологии, основанные на химических процессах.	2
14	Получение упорядоченных пленок	2
15	Электрохимические методы формирования наноструктур	2
16	Пучковые методы нанолитографии.	2
17	Непучковые методы нанолитографии.	2
18	Методы получения упорядоченных наноструктур	2
<b>Итого</b>		<b>36</b>



### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Подготовка к экзамену	2-17 неделя	78,35

## 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;
  - тем рефератов;
  - вопросов к зачету;
  - 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. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного 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	Лабораторная работа «Получение пленок методом Ленгмюра-Блоджетт»	Разбор конкретных ситуаций Цифровой двойник	2
2	Лабораторная работа «CVD и PVD процессы»	Разбор конкретных ситуаций Цифровой двойник	2
3	Лабораторная работа «Синтез углеродных нанотрубок»	Разбор конкретных ситуаций Цифровой двойник	2
4	Лабораторная работа «Магнетронное напыление пленок»	Разбор конкретных ситуаций Цифровой двойник	2
Итого			8

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и профессиональной культуры обучающихся.

Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:  
- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для человека и общества; примеры подлинной нравственности людей,

причастных к развитию науки и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры. Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях

направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремлённости, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## **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**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Высшая математика Физика Общая и неорганическая химия Аналитическая химия Физическая химия Моделирование в материаловедении Философия История России	Учебная ознакомительная практика Учебная технологическая практика Физическая химия Поверхностные явления и дисперсные системы Лабораторный практикум по поверхностным явлениям и дисперсным системам Моделирование в материаловедении Методы анализа и	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Производственная преддипломная практика

		контроля наноструктурированных материалов и систем Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Инженерная и компьютерная графика Техническая механика Общая и неорганическая химия Аналитическая химия Электротехника и схемотехника Органическая химия Физическая химия Основы российской государственности	Органическая химия Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Учебная ознакомительная практика Учебная технологическая практика Физическая химия Процессы получения наночастиц и наноматериалов Производственная технологическая практика	Общая химическая технология Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Правоведение Экономическая культура и финансовая грамотность
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Современные информационные технологии в профессиональной деятельности Высшая математика Физическая химия	Физическая химия Процессы и аппараты производства композиционных материалов Учебная технологическая практика Поверхностные явления и дисперсные системы Лабораторный практикум по поверхностным явлениям и дисперсным системам Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
ОПК-1(н) Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественно-научных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Высшая математика Физика Общая и неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Электротехника и схемотехника Современные информационные технологии в профессиональной деятельности Инженерная и компьютерная графика Моделирование в материаловедении	Органическая химия Физическая химия Поверхностные явления и дисперсные системы Лабораторный практикум по поверхностным явлениям и дисперсным системам Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Процессы получения наночастиц и наноматериалов Учебная ознакомительная практика Моделирование в материаловедении	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

<p>ОПК-2 (н) Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач</p>	<p>Экономическая культура и финансовая грамотность Введение в направления подготовки и планирование профессиональной карьеры</p>	<p>Процессы получения наночастиц и наноматериалов</p>	<p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>
<p>ОПК-3 (н) Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>Аналитическая химия Физическая химия</p>	<p>Поверхностные явления и дисперсные системы Лабораторный практикум по поверхностным явлениям и дисперсным системам Процессы получения наночастиц и наноматериалов</p>	<p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>
<p>ОПК-5 (н) Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>	<p>Безопасность жизнедеятельности Моделирование в материаловедении Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем</p>	<p>Процессы получения наночастиц и наноматериалов Процессы и аппараты производства композиционных материалов</p>	<p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>
<p>ОПК-6(н) Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил</p>	<p>Аналитическая химия Физическая химия</p>	<p>Физическая химия Поверхностные явления и дисперсные системы Лабораторный практикум по поверхностным явлениям и дисперсным системам Процессы получения наночастиц и наноматериалов Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Учебная технологическая практика Учебная ознакомительная практика</p>	<p>Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем</p>

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап (указывае тся название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.» )	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвину тый уровень (хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
УК-1/ основной	УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельные но применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.

		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, доведены до автоматизма.
УК-2/ основной	УК-2.3 Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельные и применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-2.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-2.
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-2, не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-2, развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-2, хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-2, доведены до автоматизма.

ОПК-1 / основной, завершаю- щий	ОПК-1.2 Использует физические законы и принципы в своей профессиональ ной деятельности ОПК-1.3 Использует эксперименталь ные методы определения физико- химических свойств неорганических и органических веществ	<b>Знать:</b> демонстриру ет менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1. Обучающийс я нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятель но.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60- 74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1 Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстриру ет 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1 Обучающийс я имеет хорошие, но не исчерпываю щие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстриру ет 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-1. Знания обучающего ся являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийс я свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстриру ет менее 60% умений, установленн ых в таблице 1.3 для ОПК- 1	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1	<b>Уметь:</b> сформирован ные и самостоятель но применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемы е умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельнос ти):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельнос ти):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельнос ти):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-1, доведены до автоматизма.
ОПК-2/ начальный, основной, завершающ ий	ОПК-2.1 Применяет основные математически е методы для решения прикладных задач	<b>Знать:</b> демонстриру ет менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-2. Обучающийс	<b>Знать:</b> демонстрирует 60- 74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-2. Знания обучающегося	<b>Знать:</b> демонстриру ет 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-2. Обучающийс	<b>Знать:</b> демонстриру ет 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-2. Знания



	<p>профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-2.2 Применяет физико-химические инструменты и основы физико-химического анализа гомогенных и гетерогенных процессов при получении и эксплуатации материалов</p>	<p>я нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.</p>	<p>имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.</p>	<p>я имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.</p>	<p>обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.</p>
		<p><b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-2.</p>	<p><b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2.</p>	<p><b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельные и применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2.</p>	<p><b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2.</p>
		<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2., не развиты.</p>	<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2., развиты на элементарном уровне.</p>	<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2., хорошо развиты.</p>	<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-2., доведены до автоматизма.</p>
<p>ОПК-3 (н) / основной, завершающий</p>	<p>ОПК-3.1 (н) Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами ОПК-3.2. Формирует демонстрационный материал и представляет</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-3 (н) Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-3(н) Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-3 (н) Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-3(н). Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.</p>

	результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-3 (н).	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3 (н).	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельные и применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3(н).	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3 (н).
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3 (н), не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3 (н), развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3 (н), хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-3 (н), доведены до автоматизма.
ОПК-5 (н) / основной	ОПК-5.2. Оценивает по критериям эффективности и безопасности	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5 (н) Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5 (н) Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5 (н) Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-5 (н) Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-5 (н).	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н).	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельные и применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н).	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н).

		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н), не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н), развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н), хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-5 (н), доведены до автоматизма.
ОПК-6(н) начальный, основной	ОПК-6.1 (н) Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики материалов и компонентов nano- и микросистемной техники	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-6 (н). Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-6.н). Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-6(н). Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ОПК-6 (н). Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ОПК-6 (н).	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н).	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельные и применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н).	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н).
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н), не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н), развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н), хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ОПК-6 (н), доведены до автоматизма.

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих 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	Введение. Варианты классификации методов получения наночастиц и наноматериалов	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб.	1	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	1	
				БТЗ	1-9	
2	Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах.	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, лабораторная работа, практическое занятие, СРС Т	отчет по лаб.	2,3	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	2,3	
				Т	1	
				БТЗ	10-20	
3	Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, со структурой ядро-оболочка, многослойных структур методами осаждения.	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб.	4	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	4,5	
				БТЗ	21-30	

4	Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов.	УК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб.	5	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	6,7	
				БТЗ	31-40	
5	Гетерогенные процессы формирования наноструктур	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа	БТЗ	41-50	Согласно табл. 7.2
				отчет по лаб.	6,7	
				отчет по решению задач	8	
6	Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях	ОПК-2.3 ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, Т	БТЗ	51-60	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	9,10	
7	CVD и PVD процессы	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.3 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб.	8	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	11,12	
				БТЗ	61-70	
8	Криохимический метод синтеза наночастиц.	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие	отчет по решению задач	13	Согласно табл. 7.2
				БТЗ	71-80	
9	Синтез наноструктурированных материалов.	УК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа	отчет по лаб.	9	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	14,15	
				БТЗ	81-85	

10	Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов	УК-1.3 УК-2.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-1.3 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.1 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н)	лекция, практическое занятие, СРС	отчет по решению задач	16	Согласно табл. 7.2
				БТЗ	86-95	
11	Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов	УК-1.3 ОПК-2.3 ОПК-1.2 (н) ОПК-2.1 (н) ОПК-2.2 (н) ОПК-3.2 (н) ОПК-5.2 (н) ОПК-6.1 (н)	лекция, практическое занятие, лабораторная работа, СРС	отчет по лаб.	10	Согласно табл. 7.2
				отчет по решению задач	17,18	
				БТЗ	96-100	

БТЗ – банк вопросов и заданий в тестовой форме.

### 7.3.1 Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы в тестовой форме

1. К наноматериалам относятся материалы:

1. Размером от 1 до 100 нм
2. Размером от 1 до 500 нм
3. Размером от 1 до 50 нм
4. С элементами структуры размером от 1 до 100 нм.
5. Содержащие частицы, состоящие не более чем из 1000 атомов

2. К наноматериалам не относятся:

1. Нанопорошки
2. Нанотрубки
3. Нанопластинки
4. Аэрогели
5. Всё из вышеперечисленного относится к наноматериалам

3. На свойства наноматериалов не влияет:

1. Размер удельной поверхности
2. Форма частиц
3. Способность к агломерации
4. Модификация поверхности
5. Все вышеперечисленные факторы влияют на свойства наноматериалов

4. К основным областям применения нанотехнологий не относится:

1. Электроника
2. Фармацевтическая промышленность/медицина
3. Косметология

4. Агропромышленность
  5. Катализ
5. К лидерам потребления на рынке нанопорошков не относится:
1. Оксид железа
  2. Оксид титана
  3. Оксид кремния
  4. Оксид ванадия
  5. Оксид алюминия

#### Типовые задачи

1. Оцените толщину пленки наноалмаза, полученной методом химического осаждения из метана на поверхности субстрата размером 10x10 см в камере объемом 3 л при температуре 1000 К, если исходное давление метана составляло 18 мм рт. ст. Плотность алмаза равна 3.52 г/см<sup>3</sup>.
2. Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5.0 нм? Какой процент от общего объема алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0.077 нм (половина длины связи C–C). Плотность алмаза 3.52 г/см<sup>3</sup>
3. Рассчитайте число атомов золота в 6 нмоль золота, число атомов кислорода в 10 нмоль кремнезема SiO<sub>2</sub>.

#### Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Синтез наночастиц благородных металлов при осаждении в водных средах.
2. Получение микро- и наноструктур методом сканирующей зондовой литографии.
3. Получение монослоев методом Ленгмюра-Блоджетт.
4. Получение полупроводниковых наночастиц. Сравнение и критический анализ различных способов синтеза.
5. Синтез наночастиц, состоящих из сплава металлов, и со структурой ядро-оболочка.
6. Получение золь-гель методом наноматериалов и нанокомпозитов.
7. Синтез мезопористых материалов в сверхкритических жидкостях.
8. Способы получения углеродных нанотрубок.
9. Получение фуллеренов.
10. Всесторонняяковка (прессование) с многократной сменой оси деформации в методе интенсивной пластической деформации.
11. Синтез наночастиц металлов в микроэмульсиях.
12. Синтез наночастиц бактериями.
13. Общие принципы и возможности сканирующей зондовой микроскопии.
14. Наночастицы в биологии и медицине.

15. Биологические методы синтеза наночастиц и наноматериалов.
16. Способы получения магнитных наночастиц.
17. Нанопроизводство, создание квантовых точек с помощью зондового микроскопа
18. Дифракционные методы исследования наноматериалов
19. Сравнительный анализ методов синтеза углеродных нанотрубок.
20. Формирование наноструктурного состояния с применением процессов самоорганизации
21. Методы синтеза природных и синтетических неуглеродных нанотрубок.
22. Методы получения графена: механизм формирования, преимущества и недостатки.
23. Эпитаксиальные методы при формировании наноструктур: физико-химические процессы, достоинства и недостатки.
24. CVD-методы в процессах получения: наночастиц, нанопокровов, углеродных наноструктур.
25. Физико-химические процессы получения наночастиц несферической формы
26. Методы синтеза нанопористых материалов – цеолитов.
27. Методы получения мембран различных видов.
28. Методы получения наноструктурированных стекол
29. Методы получения фотонных кристаллов
30. Применение лазерных технологий для синтеза наноматериалов
31. Использование ДНК для получения наноструктур
32. Синтез наноматериалов с применением нанореакторов
33. Супрамолекулярные сенсорные устройства: получение и применение.
34. Получение тонких пленок методом молекулярного наслаивания.
35. Принципы биомиметики при получении наноматериалов.
36. Синтез наночастиц в сверхкритических жидкостях
37. Криохимическая технология получения наночастиц
38. Методы получения квантовых точек
39. Непучковые методы нанолитографии
40. Ионно-лучевая нанолитография
41. Методы получения гибридных нанокомпозитов
42. Сонохимический синтез наночастиц
43. Сравнительный анализ методов очистки углеродных нанотрубок

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



### 7.3.2 Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в виде бланкового 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, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень форсированности 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.

#### **а) Примеры типовых заданий для теоретической части экзамена (тестирования)**

Задание в закрытой форме:

Какой из методов получения тонких пленок лучше всего подходит для осаждения на объект сложной формы?

- CVD-метод
- молекулярно-лучевая эпитаксия
- импульсное лазерное осаждение

- распыление

Задание в открытой форме:

Эпитаксия – это

Гетероэпитаксия – это

Гомоэпитаксия – это

Задание на установление правильной последовательности

Установите последовательность стадий золь-гель метода

1- получение золя

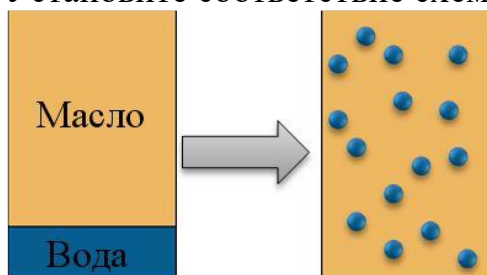
2- образование геля

3 - старение геля (синерезис)

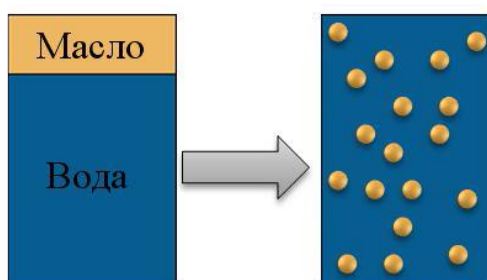
4 - сушка

Задание на установление соответствия:

Установите соответствие схем образования микроэмульсий



Обратная микроэмульсия



Прямая микроэмульсия

## б) Примеры типовых заданий для практической части экзамена

Компетентностно-ориентированная задача:

Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм. Оцените, какая доля (в %) атомов золота находится на поверхности наночастицы золота.

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
1	2	3	4	5
Лабораторная работа № 1 (Получение наночастиц серебра методом Кери-Ли)	1	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 2 (Получение гидрозолей берлинской лазури разных знаков заряда коллоидных частиц)		Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 3 (Экстракция кристаллического йода из спиртового раствора йода)	0.5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 4 (Синтез наночастиц оксида меди путем восстановления глюкозой)	0.5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 5 (Получение геля кремниевой кислоты)	0.5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №	0.5	Выполнил,	1	Выполнил

6 (Получение пленок методом Ленгмюра-Блоджетт)		но «не защитил»		и «защитил»
Лабораторная работа № 7 (Магнетронное напыление пленок)	0.5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 8 (CVD и PVD процессы)	0.5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 9 (Синтез углеродных нанотрубок)	0,5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа № 10 (Синтез наночастиц металлов биологическими методами)	0,5	Выполнил, но «не защитил»	1	Выполнил и «защитил»
T <sub>1</sub>	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	3.5	Ответил правильно на все вопросы
T <sub>2</sub>	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	3.5	Ответил правильно на все вопросы
T <sub>3</sub>	2	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	3.5	Ответил правильно на все вопросы
T <sub>4</sub>	1	Ответил правильно менее чем на половину вопросов	3.5	Ответил правильно на все вопросы
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Экзамен	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. Теплоухов, А. А. Основы синтеза наносистем : учебное пособие / А. А. Теплоухов, Н. А. Семенюк, Д. А. Полонянкин. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 120 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682355> (дата обращения 05.07.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

2. Коллоидная химия : учебное пособие / Н. Францева, Е. Романенко, Ю. Безгина, Е. Волосова. - Ставрополь : Параграф, 2012. - 52 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277427> (дата обращения 07.06.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Бондарева, Л. П. Физическая и коллоидная химия : теория и практика : учебное пособие / Л. П. Бондарева, Т. В. Мастюкова ; науч. ред. Т. А. Кучменко. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 289 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601382> (дата обращения 05.07.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

4. Кукушкина, И. И. Коллоидная химия : учебное пособие / И. И. Кукушкина, А. Ю. Митрофанов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2010. - 216 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232755> (дата обращения 07.06.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

5. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. Лукашин. - Москва : Физматлит, 2010. - 454 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (дата обращения 05.07.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

6. Пул, - мл. Ч. Нанотехнологии : учебное пособие / пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2009. - 336 с. - (Мир материалов и технологий). - Текст : непосредственный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Процессы получения наночастиц и наноматериалов : методические рекомендации по выполнению курсовых работ (проектов) студентами направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. А. Шабанова, А. М. Стороженко. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 10 с. - Текст : электронный.

2. Процессы получения наночастиц и наноматериалов : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. И. А. Шабанова. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 10 с. - Текст : электронный.

3. Процессы получения наночастиц и наноматериалов : методические рекомендации для практических работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. А. Шабанова, А. М. Стороженко. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 16 с. - Текст : электронный.

4. Процессы получения наночастиц и наноматериалов : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. В. Локтионова [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2023. - 21 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

### **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://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
2. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».

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

Изучение дисциплины проводится на основе учебников, учебных пособий и конспекта лекций. В рабочей программе дисциплины представлены список обязательной и дополнительной литературы и методических указаний. Конспект лекций студенты обязаны вести на занятиях.

Самостоятельная работа проводится непосредственно после лекции и предназначена в основном для закрепления курса и более глубокого самостоятельного изучения пройденного материала. Самостоятельная работа студентов включает в себя работу с конспектом лекций и чтение дополнительной литературы по изученному курсу. Работа с конспектом лекции предполагает анализ лекционного материала, внесение дополнений и разъяснений там, где это необходимо (не успел записать в аудитории, очень сложный материал, который требует уточнения по словарю или другой учебно-методической литературе и т.д.).

Эту работу целесообразно проводить после лекции, пока легко можно восстановить объяснения преподавателя. Главными принципами организации самостоятельной работы должны стать регулярность и систематичность, что позволит глубоко разобраться во всех изучаемых вопросах, активно участвовать в дискуссиях на занятиях и в конечном итоге успешно сдать экзамен.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Поверхностные явления и дисперсные системы» - 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)**

Лекционные занятия сопровождаются презентационными демонстрациями в формате .pdf и .ppt, проецируемыми на экран с целью более наглядного представления излагаемого теоретического материала.

LibreOffice (Бесплатная, GNU General Public License)

KSV NIMA / Attension Device Server Software v. 2.1.1

НИИТМ: МБУ ТМ-МАГНА 2Т

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

Учебная аудитория для проведения занятий оснащенная учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Экран настенный 150x150, мультимедийный проектор MW533. Мобильный ПК ACER"Aspire 5720-102G16Mi (32032). Реактивы и химическая посуда. Ротационный вискозиметр в комплекте с ПО. Плитка нагревательная C-Mag HP 7. Штатив лабораторный ПЭ2700, Экрос. ПВЭМ тип 3 (Asus-P7P55LX-/DD34096Mb/Coreei5760/SATA-11 1TB Samsung/PCI-E 512Mb Монитор TFT Wide 23)

### **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			