

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов

« 28 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

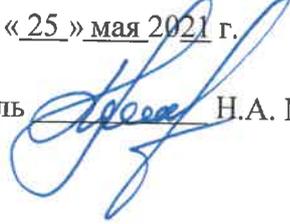
«Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов»

**Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Профиль «Материаловедение и технологии наноматериалов и
наносистем»**

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
На заседании Методической комиссии
Ученого совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 25 » мая 2021 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена профессором кафедры наноматериалов и нанотехнологии Филипповым М.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «28» апреля 2021 г., протокол № 11

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	1
4. Содержание дисциплины.....	2
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	2
4.2. Содержание разделов дисциплины.....	2
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	4
6. Практические и лабораторные занятия	5
6.1. Практические занятия	5
6.2. Лабораторные занятия	6
7. Самостоятельная работа	6
8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	6
8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины.....	6
8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Экзамен)	7
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	11
9.1. Рекомендуемая литература.....	11
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	11
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	11
10. Методические указания для обучающихся.....	12
10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий	12
10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий	13
11. Методические указания для преподавателей	13
11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий.....	13
11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий.....	13
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе .	14
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	23
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:	23
13.2. Учебно-наглядные пособия:.....	23
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:	23
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:	23
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:.....	23
14. Требования к оценке качества освоения программ.....	24
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технология наноматериалов и наносистем»**, рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина *«Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов»* относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин вариативной части.

Цель дисциплины - является приобретение знаний о существующих методах исследования нанообъектов и наносистем и принципах, на которых основано современное диагностическое и аналитическое оборудование.

Основной задачей дисциплины является формирование у обучающихся представлений о фундаментальных принципах, физических пределах различных методов и их точностным характеристикам.

Дисциплина *«Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов»* преподается в 7 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» при подготовке бакалавров по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технология наноматериалов и наносистем»** направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщённые трудовые функции
<p>– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;</p> <p>– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке</p>	<p>- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия;</p> <p>- методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, твердых, жидких, гелеобразных и аэрозольных наносистем, методы</p>	<p>ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания</p>	<p>ПК-2.1 Знает основные принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания</p> <p>ПК-2.2 Умеет применять навыки комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая</p>	<p>Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н.</p> <p>А: Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6)</p> <p>В: Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н.</p>

<p>эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.</p>	<p>диагностики и анализа нанодисперсных частиц, нанопленок и наносистем - нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и жизнедеятельности.</p>		<p>стандартные и сертификационные испытания</p> <p>ПК-2.3 Владеет основными методами комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания</p>	<p>Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н.</p> <p>С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6)</p>
--	---	--	---	--

<p>– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;</p> <p>– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и</p>	<p>- основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) органической (полимерных, углеродных) природы, твердые, жидкие, гелеобразные, аэрозольные, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия;</p> <p>- процессы получения, обработки и модификации наноматериалов, включая наноструктурные пленки и покрытия, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе, а также технологические процессы с участием наноструктурированных сред;</p>	<p>ПК-5 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований наноматериалов и процессов их получения, обработки и модификации</p>	<p>ПК-5.3 Владеет основными методами определения физико-химических свойств наноматериалов</p>	<p>Профессиональный стандарт 26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 604н.</p> <p>А: Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6)</p> <p>В: Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов (уровень квалификации – 6)</p> <p>Профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «7» сентября 2015 г. № 593н.</p> <p>С: Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (уровень квалификации – 6)</p>
---	---	---	---	--

<p>других свойств, устойчивости к внешним воздействиям; сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию.</p>				Анализ опыта
--	--	--	--	--------------

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

знать:

- физико-химические основы методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;
- физические основы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, туннельной и атомно-силовой микроскопии;
- физические основы спектроскопических и дифракционных методов изучения и анализа наносистем и наноматериалов
- виды и устройство основных приборов для исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;
- основные требования к объектам анализа для различных методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;

уметь:

- выбирать необходимый метод анализа и диагностики наночастиц, наноматериалов и наносистем в соответствии с поставленной исследовательской целью;
- оценивать достоверность полученных результатов анализа наночастиц и наноматериалов;
- проводить сравнение результатов, полученных разными методами;

владеть:

- навыками использования различных технических средств для измерения и контроля основных параметров наночастиц и наноматериалов;
- навыками анализа полученных результатов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8,0	288
Аудиторные занятия:	2,67	96
Лекции (Лек)	1,33	48
Практические занятия (ПЗ)	0,45	16
Лабораторные работы	0,89	32
Самостоятельная работа (СР):	4,33	156
Вид контроля: экзамен	1,0	36
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,4
Подготовка к экзамену		35,6

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астрон. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8,0	216
Аудиторные занятия:	2,67	72
Лекции (Лек)	1,33	36
Практические занятия (ПЗ)	0,45	12
Лабораторные работы	0,89	24
Самостоятельная работа (СР):	4,33	117
Вид контроля: экзамен	1,0	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1,0	0,3
Подготовка к экзамену		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек	Лаб	ПЗ	СР
1	Раздел 1. Особенности исследования нанобъектов и наносистем	48	12	-	4	32
1.1	Введение	12	4	-	-	8
1.2	Микроскопические методы	12	4	-	-	8
1.3	Теория молекулярного рассеяния света	12	4	-	-	8
1.4	Физические основы электронной микроскопии	12	-	-	4	8
2	Раздел 2. Методы микроскопии	104	12	24	8	60
2.1	Растровая электронная микроскопия	36	4	8	4	20
2.2	Просвечивающая электронная микроскопия	36	4	8	4	20
2.3	Сканирующая зондовая микроскопия	32	4	8	-	20
3	Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования	100	24	8	4	64
3.1	Рентгеноспектральный микроанализ	14	4	-	-	10
3.2	Электронная спектроскопия	14	4	-	-	10
3.3	Масс-спектрометрия вторичных ионов	14	4	-	-	10
3.4	Интерферометрические методы измерения наноперемещений	14	4	-	-	10
3.5	Дифракционные методы исследования нанобъектов	30	4	8	4	14
3.6	Методы выявления квантово-размерных эффектов	14	4	-	-	10
	Всего часов	252	48	32	16	156
	Подготовка к экзамену	36	-	-	-	-
	Всего часов	288				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Особенности исследования нанобъектов и наносистем

1.1. Введение. Особенности исследования нанобъектов и наносистем. Методы изучения физико-химических процессов в наносистемах, физических, химических и биологических свойств и эксплуатационных характеристик наноматериалов, устройств, приборов и изделий на их основе. Специфика линейных измерений, химического анализа и определения структурных параметров нанобъектов. Требования к точности измерений и метрологическим характеристикам методов анализа и диагностики наночастиц и наноматериалов.

1.2. Микроскопические методы. Основные понятия: увеличение микроскопа, полезное увеличение, дифракционный предел пространственного разрешения оптического микроскопа. Принципы построения увеличенного изображения. Приборы с параллельным

и последовательным формированием изображения. Принцип построения изображения в растровом (сканирующем) микроскопе. Пространственное разрешение и глубина резкости.

1.3. Теория молекулярного рассеяния света. Основы теории рассеяния света. Рэлеевское рассеяние. Комбинационное рассеяние света. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия рассеяния света.

1.4. Физические основы электронной микроскопии. Эмиссия электронов. Термоэлектронная и вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная (полевая) эмиссия. Эффект тепловых скоростей. Источники электронов (электронные пушки) для электронных микроскопов. Типы используемых катодов. Преимущества и недостатки катодов с автоэлектронной эмиссией. Понятие об электронной оптике, магнитные линзы. Вакуумные условия для различных типов электронных микроскопов. Основы взаимодействия электронного пучка средних энергий с твердым телом. Пробег электронов в твердом теле. Основные взаимодействия – упругое и неупругое рассеяние. Вторичная электронная эмиссия. Генерация тормозного и характеристического рентгеновского излучения. Оже-эффект и оже-электронная эмиссия. Радиационные повреждения исследуемого объекта. Детекторы информативных сигналов в электронной микроскопии.

Предельные возможности электронной микроскопии

Раздел 2. Методы микроскопии

2.1. Растровая электронная микроскопия. Общая схема и принцип действия растрового электронного микроскопа. Типы катодов, используемые в растровой электронной микроскопии. Их сравнительные преимущества и недостатки. Режим регистрации медленных вторичных электронов. Детектор медленных вторичных электронов. Механизм формирования контраста изображения. Кантен-эффект. Пространственное разрешение и информативные возможности. Ограничения на характеристики образца – тепло- и электропроводность. Режим регистрации обратно рассеянных электронов. Информативные возможности, пространственное разрешение, применение. Растровый электронный микроскоп – средство измерения линейных размеров в нанодиапазоне. Калибровка в нанодиапазоне. линейные меры в нанодиапазоне. Предельные возможности растровой электронной микроскопии при измерении линейных размеров нанобъектов. Пространственное разрешение.

2.2. Просвечивающая электронная микроскопия. Общая схема и принцип действия просвечивающего электронного микроскопа. Реализация режимов наблюдения изображения (темное и светлое поле), микродифракции. Электронография. Механизмы формирования контраста изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Просвечивающий электронный микроскоп как средство изучения нанобъектов. Предельные возможности просвечивающего электронного микроскопа. Требования к объектам исследования.

2.3. Сканирующая зондовая микроскопия. Основные физические принципы сканирующей зондовой микроскопии. Туннельная и атомно-силовая зондовая микроскопия. Информативные возможности и пространственное разрешение. Основные элементы сканирующего зондового микроскопа. Применение при исследовании нанобъектов и линейных измерениях в нанодиапазоне.

Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования

3.1. Рентгеноспектральный микроанализ. Генерация рентгеновского излучения при взаимодействии электронов с твердым телом. Основные принципы рентгеноспектрального анализа. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Закономерности в рентгеновских спектрах. Спектральные серии. Тормозное рентгеновское излучение. Принципы разложения рентгеновского излучения в спектр. Спектрометры с волновой и энергетической дисперсией. Рентгеновский микроанализ с

электронным зондом. Метрологические характеристики (локальность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, диапазон определяемых элементов). Устройство рентгеновского микроанализатора. Принципы количественного анализа. Рентгеновский микроанализ в просвечивающей электронной микроскопии. Предельные возможности.

3.2. Электронная спектроскопия. Оже спектроскопия и рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Информативные возможности. Локальность определений. Экспериментальные особенности реализации методов. Вакуумные условия. Принципы определения формы нахождения элементов – химический сдвиг. Локальная оже-спектроскопия с электронным зондом. Предельные возможности электронной спектроскопии.

3.3. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Основные физические явления при взаимодействии ионов с твердым телом. Катодное распыление. Процессы ионизации, коэффициенты относительной элементной чувствительности. Принципы действия масс-спектрометров, основные типы масс-сепараторов. Масс-спектрометр вторичных ионов. Основные элементы. Требования к вакуумным условиям. Понятие о распределительном (послойном) анализе. Локальность определения. Принципы количественного анализа. Калибровка прибора по глубине. Метрологические характеристики масс-спектрометрии вторичных ионов. Время пролетная масс-спектрометрия.

3.4. Интерферометрические методы измерения наноперемещений. Принцип действия лазерного интерферометра. Предельные возможности интерферометрии. Совмещенные установки – электронные и зондовые микроскопы с лазерными интерферометрами.

3.5. Дифракционные методы исследования нанобъектов. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Уравнения Лауэ, уравнение Вульфа-Брэггов. Связь угловой ширины дифракционного максимума и размера области рассеяния. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и электронов. Применение для измерения размеров наночастиц.

3.6. Методы выявления квантово-размерных эффектов. Люминесценция, рамановское рассеяние. Применение химических зондов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- физико-химические основы методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;	-	+	+
2	- физические основы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, туннельной и атомно-силовой микроскопии;	-	+	+
3	- физические основы спектроскопических и дифракционных методов изучения и анализа наносистем и наноматериалов;	-	-	+
4	- виды и устройство основных приборов для исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;	-	+	+

№ п/п	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
5	- основные требования к объектам анализа для различных методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем;	+	+	+
	Уметь:			
6	- выбирать необходимый метод анализа и диагностики наночастиц, наноматериалов и наносистем в соответствии с поставленной исследовательской целью;	+	+	+
7	- оценивать достоверность полученных результатов анализа наночастиц и наноматериалов;	-	+	+
8	- проводить сравнение результатов, полученных разными методами;	-	-	+
	Владеть:			
9	- навыками использования различных технических средств для измерения и контроля основных параметров наночастиц и наноматериалов;	-	-	+
10	- навыками анализа полученных результатов.	-	+	+
	Код и наименование ПК			
11	ПК-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	+	+	+
12	ПК-5 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований наноматериалов и процессов их получения, обработки и модификации	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» в объеме 16 часов (0,45 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

Примерный перечень практических занятий

№	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	– Физические основы электронной микроскопии;	4
2	Раздел 2	– Растровая электронная микроскопия;	4
3	Раздел 2	– Просвечивающая электронная микроскопия;	4
4	Раздел 3	– Дифракционные методы исследования нанобъектов	4

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» в объеме 32 часов (0,89 зач. ед.). Лабораторные работы охватывают 2 раздела дисциплины. В практикум входит 4 работы, примерно по 8 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Лабораторные занятия проводятся под руководством преподавателя и направлены на углубление теоретических знаний и приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 30 баллов (максимально по 7,5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№	№ раздела	Темы лабораторных занятий	Часы
1	Раздел 2	– Пробоподготовка и исследование образцов пленок, покрытий методом растровой электронной микроскопии;	8
2	Раздел 2	– Пробоподготовка и исследование образцов наночастиц оксидов металлов методом просвечивающей электронной микроскопии;	8
3	Раздел 2	– Пробоподготовка и исследование образцов покрытий методом сканирующей зондовой микроскопии;	8
4	Раздел 3	– Дифракционные методы исследования нанопорошков оксидов металлов.	8

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» предусмотрена самостоятельная работа в объеме 102 часа (2,83 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на практических занятиях учебного материала;
- подготовку к контрольным работам по материалу дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров и конференций;
- участие в семинарах РХТУ им. Д.И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Результаты выполнения контрольных работ

оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов (по 10 баллов за каждую работу).

Каждая контрольная работа по дисциплине «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» представляет собой набор из 2 открытых вопросов, затрагивающих темы, рассмотренные в рамках раздела, а также служащие закреплению ранее пройденного материала. Каждый вопрос оценивается исходя из 5 баллов. При оценивании учитывается полнота и логичность построения ответа.

Раздел 1. Пример варианта контрольной работы № 1. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1 Как можно разделить группы медленных вторичных электронов и обратно-рассеянных электронов в случае использования детектора Эверхарта-Торнли?

2 Почему при энергиях, используемых в растровой электронной микроскопии не наблюдается образования радиационных дефектов в кристаллических неорганических материалах?

Раздел 2. Пример варианта контрольной работы № 2. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Почему пространственное разрешение растровых электронных микроскопов с термоэмиссионным катодом хуже, чем пространственное разрешение тех же микроскопов с автоэмиссионным катодом?

2. Атомно-силовая микроскопия обладает лучшим пространственным разрешением, чем растровая, соответствующие приборы достаточно дешевы. Почему продолжается выпуск и использование растровых электронных микроскопов?

Раздел 3. Пример варианта контрольной работы № 3. Максимальная оценка – 10 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Природа тормозного рентгеновского излучения.

2. Какие составляющие фона аналитического сигнала известны в электронно-зондовом микроанализе?

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Экзамен)

Максимальная количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, каждый из которых оценивается в 20 баллов.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины:

1. Как зависит минимальный диаметр электронного зонда от тока зонда?
2. Чему равна, по порядку, величины энергии медленных вторичных электронов?
3. Что такое кантен-эффект?
4. Что такое эффект атомного номера в электроннозондовом микроанализе?
5. Начиная с какого элемента периодической таблицы можно наблюдать К - и L - серии рентгеновского излучения?

6. Сравните энергетическое разрешение спектрометров с волновой и энергетической дисперсией.

7. Какой диапазон переделаемых содержаний в электроннозондовом микроанализе?

8. Назовите причины, по которым в растровой электронной микроскопии используют диапазон энергий электронов от 1 до 30 кВ.

9. Каков механизм образования медленных вторичных электронов?

10. Чему равно пространственное разрешение РЭМ в режиме регистрации обратно-рассеянных электронов?

11. Может ли локальность определений разных элементов в одном и том же образце при одних и тех же экспериментальных условиях быть разной?
12. Опишите принцип работы рентгеновского спектрометра с волновой дисперсией.
13. Какова наиболее короткая длина волны рентгеновского излучения, испускаемая медным образцом под действием пучка электронов, с энергией 10 кВ?
14. Почему в рентгеновском спектре в К-серии имеются яркие линии, обусловленные переходами К-L2 и К-L3 и нет линии, обусловленной переходом К-L1?
15. Почему в электронных микроскопах используют высокий вакуум?
16. Какова глубина выхода медленных вторичных электронов? Зависит ли эта величина от ускоряющего напряжения микроскопа?
17. Зачем между поверхностью сцинтиллятора и сеткой в детекторе Эверхарта-Торнли прикладывают высокое напряжение?
18. Что такое матричный эффект в электроннозондовом микроанализе?
19. Исходя из локальности определений и предела обнаружения оцените (по порядку величины) минимальную массу элемента, которая может быть определена в электроннозондовом микроанализе.
20. Какие минимальные содержания элементов можно определять в электроннозондовом микроанализе?
21. Если положения линий характеристического рентгеновского излучения подчиняется закону Мозли (монотонная зависимость от атомного номера), то откуда берутся наложения рентгеновских линий?
22. Что такое работа выхода электрона?
23. Вычислить глубину фокуса в РЭМ при увеличении 1000 крат, рабочем расстоянии 10 мм и диаметре объективной диафрагмы 100 мкм. Изображение имеет размер 1000x1000 пикселей.
24. В каком диапазоне лежит энергия обратно-рассеянных электронов?
25. Чему равно пространственное разрешение РЭМ в режиме регистрации медленных вторичных электронов?
26. Сформулируйте закон Мозли.
27. Почему в электроннозондовом микроанализе не используют образцы сравнения, близкие по составу к составу анализируемого микрообъема?
28. Возможна ли генерация рентгеновского излучения обратно рассеянными электронами? Медленными вторичными электронами?
29. При каком значении напряженности поля вблизи катода наблюдается автоэлектронная эмиссия?
30. Что такое коэффициент вторичной электронной эмиссии?
31. Как устроен детектор обратно-рассеянных электронов?
32. Зачем на входе детектора Эверхарта-Торнли используют сетку с регулируемым потенциалом?
33. Что такое локальность определений?
34. Назовите основные матричные эффекты в электроннозондовом микроанализе.
35. Используя закон Мозли, найти длину волны CrKa-линии ($Z=24$), если известно, что $\lambda_{NiKa}=1.658$ ангстрем и $\lambda_{SiKa}=7.125$ ангстрем.
36. Чему приблизительно равен разброс энергии электронов в случае вольфрамового термокатада, катода с эмиссией Шоттки и катода с полевой эмиссией, работающем при комнатной температуре?
37. Почему при энергиях, используемых в растровой электронной микроскопии не наблюдается образования радиационных дефектов в кристаллических неорганических материалах?
38. Как образуется контраст изображения, обусловленный микрорельефом поверхности в режиме регистрации обратно рассеянных электронов?

39. В результате каких процессов возникает характеристическое рентгеновское излучение?
40. Зачем в спектрометрах с энергетической дисперсией применяют охлаждение отдельных элементов?
41. Почему локальность электроннозондового микроанализа в просвечивающей электронной микроскопии существенно лучше, чем в растровой?
42. Сколько электронов в секунду поступает в образец при токе зонда 10 нА?
43. Чем определяется пространственное разрешение растрового электронного микроскопа?
44. Как зависит коэффициент обратного рассеяния от энергии первичных электронов (в диапазоне энергий, используемых в РЭМ)?
45. Если медленные вторичные электроны возникают не только в результате прохождения через вещество электронов электронного зонда, но и при выходе через поверхность образца обратно-рассеянных электронов, почему пространственное разрешение в режиме регистрации медленных вторичных электронов на два порядка лучше, чем при регистрации обратно рассеянных электронов?
46. Что такое рентгеновское излучение?
47. Опишите принцип работы рентгеновского спектрометра с энергетической дисперсией.
48. Возможна ли генерация рентгеновского излучения обратно рассеянными электронами? Медленными вторичными электронами?
49. Какие образцы нельзя исследовать в РЭМ?
50. Почему минимальный диаметр сфокусированного электронного пучка зависит от типа используемого катода микроскопа?
51. В чем различие в зависимостях коэффициентов вторичной эмиссии (медленные вторичные электроны) и обратного рассеяния от атомного номера для чистых элементов?
52. Как можно разделить группы медленных вторичных электронов и обратно-рассеянных электронов в случае использования детектора Эверхарта-Торнли?
53. Природа тормозного рентгеновского излучения.
54. Опишите условия возникновения эффекта вторичной флуоресценции в электроннозондовом микроанализе.
55. Будет ли наблюдаться характеристическое излучение меди, если энергия электронного зонда 5 кВ?
56. Почему локальность по направлению электронного зонда отличается от локальности в перпендикулярном направлении?
57. Как зависит коэффициент обратного рассеяния электронов от угла, между электронным зондом и поверхностью образца?
58. Какова величина термического воздействия электронного зонда на образец?
59. Вычислить, какому расстоянию в нм соответствует один пиксель изображения, если размер изображения 1024x1024 пикселя а увеличение 90 000 крат, размер экрана микроскопа 20x20 см.
60. В каком из эмиссионных режимов растрового электронного микроскопа наблюдается контраст изображения, обусловленных различием химического (элементного) состава областей образца?
61. Какие составляющие фона аналитического сигнала известны в электроннозондовом микроанализе?
62. Возможна ли генерация медленных вторичных электронов обратно рассеянными?
63. Что такое высокоэнергетическая (коротковолновая) граница спектра тормозного рентгеновского излучения?
64. Какие физические явления используются для формирования изображений в различных режимах РЭМ?

65. Что такое кроссовер?
66. Каким образом в растровой электронной микроскопии осуществляют сканирование электронного зонда по образцу?
67. Почему локальность по направлению электронного зонда отличается от локальности в перпендикулярном направлении?
68. Размер какой из областей в образце больше – области выхода обратно-рассеянных электронов или области выхода характеристического излучения меди? Образец – чистая медь. Ускоряющее напряжение 30 кВ.
69. Каким образом измеряют потенциал поверхности в режиме регистрации медленных вторичных электронов?
70. Какие минимальные содержания элементов можно определять в электроннозондовом микроанализе?
71. Что такое рентгенофлуоресцентный анализ с полным внешним отражением?
72. Какой диаметр рентгеновского пучка достигну в настоящее время?
73. Принцип действия конфокального рентгеновского микроскопа.
74. Что такое спектроскопия характеристических потерь энергии электронов?
75. С какой целью применяют корректоры аберраций?
76. В чем отличие электронограммы поликристалла от электронограммы монокристалла?
77. Чему (по порядку величины) равна длина свободного пробега оже-электрона в твердом теле по отношению к неупругому рассеянию?
78. Почему в оже-электронной спектроскопии используют сверхвысокий вакуум?
79. Чему равна локальность определений по глубине в рентгенофотоэлектронной спектроскопии.
80. Характеристики метода масс-спектрометрии вторичных ионов.

Полный перечень оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы

Структура и пример билета для экзамена:

Экзамен по дисциплине **«Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов»** включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы экзамена оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за каждый вопрос – 20 баллов.

<p>«Утверждаю»</p> <p>И.о. зав. кафедрой НМНТ</p> <p>_____ М.Ю. Королева «__» _____ 20__ г.</p>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	<i>Кафедра наноматериалов и нанотехнологии</i>
	<i>22.03.01 Материаловедение и технологии материалов</i>
	Профиль – «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем»
	<i>Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов</i>
Билет № 1	
1. Исходя из локальности определений и предела обнаружения, оцените (по порядку величины) минимальную массу элемента, которая может быть определена в электроннозондовом микроанализе.	
2. Принцип действия конфокального рентгеновского микроскопа.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Юртов Е.В. Наноматериалы и наноструктуры. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева – 2010, т.1 - 124 с., т.2 – 148 с.
2. Гораченко Н.Г., Петрова О.Б., Степанова И.В. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 93 с.

Б. Дополнительная литература

1. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / В. В. Старостин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Журнал «Российские нанотехнологии», ISSN 1992-7223
2. Журнал «Наноиндустрия», ISSN 1993-8578
3. ACS Nano Print Edition ISSN: 1936-0851, Web Edition ISSN: 1936-086X
4. Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com, www.scopus.com.
5. Ресурсы ACS: <http://pubs.acs.org>
6. Ресурсы Springer: <http://www.springer.com/gp/products/journals>
7. Ресурсы RCS: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=all>
8. Ресурсы Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации данной дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения:

- банк заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25);
- банк заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – более 25).

Для реализации учебной программы с использованием электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) применяются следующие образовательные технологии и средства обеспечения дисциплины:

- ЭИОС РХТУ им. Д.И. Менделеева;
- платформы для проведения вебинаров (eTutorium и др.);
- платформы для проведения онлайн конференций (Zoom, Skype и др.);
- учебный портал Moodle РХТУ им. Д.И. Менделеева (или другие LMS);
- сервисы по доставки e-mail сообщений.

Для проведения промежуточных и итоговой аттестации могут использоваться такие сервисы как: Яндекс.Формы, Zoom, Skype, отдельные специализированные модули LMS.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7/> (дата

обращения: 22.05.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5/> (дата обращения: 22.05.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7/> (дата обращения: 22.05.2019).

– Профессиональный стандарт «26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «8» сентября 2015 г. № 604н;

– Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «4» марта 2014 г. № 121н.

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

– Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ict.edu.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fepo.i-exam.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

10.1. Для студентов, обучающихся по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебная дисциплина «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» включает 3 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ составляет по 10 баллов каждая (всего 3

контрольные работы). Максимальная оценка за лабораторные работы составляет 30 баллов, по 7,5 баллов за каждую лабораторную работу

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных и лабораторных работ. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и на экзамене. Максимальная общая оценка по дисциплине составляет 100 баллов.

10.2. Для студентов, обучающихся по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

11.1. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, без использования электронного образования и дистанционных образовательных технологий

Основной задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов», является выработка у обучающихся понимания необходимости знания предмета для их дальнейшей работы в области анализа наноматериалов.

В ходе рассмотрения всех разделов дисциплины основной задачей преподавателя является дать студентам представление о возможностях практического использования методов микроскопии и спектроскопии для анализа наноматериалов.

С целью более эффективного усвоения обучающимися материала данной дисциплины при проведении практических занятий рекомендуется использовать мультимедийные презентации, графики и таблицы, иллюстрирующие изучаемый материал, демонстрационные фильмы.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах и посещение выставок, связанных с тематикой дисциплины.

11.2. Для преподавателей, при реализации программы по очной форме, с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.10.1 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение

кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Реализация ЭО и ДОТ предполагает использование следующих видов учебной деятельности: онлайн консультации, практические занятия, видео-лекции; рассылка учебно-методических материалов по электронной почте; текущий контроль в режиме тестирования и проверки домашних заданий; самостоятельная работа и т.д.

При реализации РПД в зависимости от конкретной ситуации ЭО и ДОТ могут быть применены в следующем виде:

- объем часов контактной работы обучающихся с преподавателем не сокращается и электронные образовательные ресурсы (ЭОР) методически обеспечивают самостоятельную работу обучающихся в объеме, предусмотренном рабочей программой данной дисциплины. При этом в случае необходимости занятия проводятся в режиме онлайн;

- смешанные формы обучения, сочетающие в себе аудиторные занятия (при возможности перевода части контактных часов работы обучающихся с преподавателем в электронную информационно-образовательную среду без потери содержания учебной дисциплины) и ЭОР (часть учебного материала (например, лекции) может быть заменена ЭОР).

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708372 изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
---	--------------------	---	---

2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и непериодических изданий по различным отраслям науки

6	БД ВИНИТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНИТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно- правовая система «Консультант+ »,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно- правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне

		<p>№ Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<p>заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.</p>
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<p>База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.</p>
12	American Chemical Society	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<p>Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society</p>
13	American Institute of Physics (AIP)	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<p>Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)</p>
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г.</p>	<p>Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и</p>

	Elsevier	С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R11j2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	<p>Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.</p>	<p>SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.</p>
20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	<p>Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.</p>	<p>«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.</p>

21	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно- научным и техническим отраслям наукам.
22	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01- 3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

[Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996](#)

[Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005](#)

[Архив издательства Института физики \(Великобритания\). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999](#)

[Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010](#)

[Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995](#)

[Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998](#)

[Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997](#)

[Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive \(CJDA\)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011](#)

[Архив журналов Королевского химического общества\(RSC\). 1841-2007](#)

[Архив коллекции журналов Американского геофизического союза \(AGU\), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996](#)

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) <http://doaj.org/>
Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из 134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) <https://www.doabooks.org/>
В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central <https://www.biomedcentral.com/>
База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/>
Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG <http://www.mdpi.com/>
Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech <http://www.intechopen.com/>
Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider <http://www.chemspider.com/>
ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE <http://journals.plos.org/plosone/>
PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.
9. US Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>
Ведомство по патентам и товарным знакам США — USPTO — предоставляет свободный доступ к американским патентам, опубликованным с 1976 г. по настоящее время.
10. Espacenet - European Patent Office (EPO) <http://worldwide.espacenet.com/>
Патенты (либо патентные заявки) более 50 национальных и нескольких международных патентных бюро, в том числе полные тексты патентов США, России, Франции, Японии и др.
11. Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
Информационные ресурсы ФИПС свободного доступа:
 - Электронные бюллетени. Изобретения. Полезные модели.
 - Открытые реестры российских изобретений и заявок на изобретения.
 - Рефераты российских патентных документов за 1994–2016 гг.
 - Полные тексты российских патентных документов из последнего официального бюллетеня.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы и приборы для изучения наночастиц и наноматериалов» проводятся в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Библиотека, имеющая рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

Научные лаборатории кафедры, снабженные лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами, необходимым общелабораторным оборудованием (весы аналитические, сушильные шкафы, вакуум-сушильные шкафы, колбонагреватели, ротационные испарители, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, рН-метры, кондуктометры) и специализированным оборудованием для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и наноструктурированных систем, в том числе планетарная микромельница, спектрофотометр в УФ и видимой области, синхронный термический анализатор, анализатор размера и дзета-потенциала частиц, анализатор стабильности дисперсных систем, ротационный вискозиметр (реометр)

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJ IDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Особенности исследования нанообъектов и	знает: - основные требования к объектам анализа для различных методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и	Оценка за контрольную работу № 1.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
наносистем	наносистем; <i>умеет:</i> - выбирать необходимый метод анализа и диагностики наночастиц, наноматериалов и наносистем в соответствии с поставленной исследовательской целью;	
Раздел 2. Методы микроскопии	<i>знает:</i> - физико-химические основы методов исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем; - физические основы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, туннельной и атомно-силовой микроскопии; <i>умеет:</i> - оценивать достоверность полученных результатов анализа наночастиц и наноматериалов; <i>владеет:</i> - навыками анализа полученных результатов.	Оценка за контрольную работу № 2. Оценка за лабораторный практикум (3 лабораторные работы)
Раздел 3. Спектральные методы анализа. Дифракционные методы исследования	<i>знает:</i> - физические основы спектроскопических и дифракционных методов изучения и анализа наносистем и наноматериалов; - виды и устройство основных приборов для исследования, анализа и диагностики наноматериалов и наносистем; <i>умеет:</i> - проводить сравнение результатов, полученных разными методами; <i>владеет:</i> - навыками использования различных технических средств для измерения и контроля основных параметров наночастиц и наноматериалов;	Оценка за контрольную работу № 3. Оценка за лабораторный практикум (1 лабораторная работа)

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).