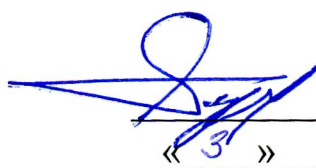


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров

« 3 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине

«Физико-химические основы нанотехнологий»

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Органические и неорганические наноматериалы

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет нефти, химии и нанотехнологий
наноматериалов и нанотехнологий

Кафедра - разработчик рабочей программы АХСМК

Курс, семестр 3 курс (5 семестр)

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	
Практические занятия	18	
Лабораторные занятия	27	
Самостоятельная работа	81	
Форма аттестации	экзамен	
Всего	180	5

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 923 от 19.09.2017 по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» для профиля «Органические и неорганические наноматериалы», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 г. набора.

Разработчик программы:

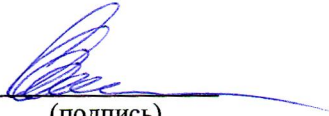
Профессор кафедры АХСМК
(должность)


(подпись)

Петрова Е.В
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АХСМК, протокол от «6» июня 2019 г. № 11

Зав. кафедрой

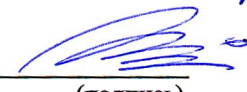

(подпись)

Сопин В.Ф.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ПНТВМ, реализующей подготовку основной образовательной программы от «3» сентября 2019 г. № 1

Зав. кафедрой


(подпись)

Вознесенский Э.Ф.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» являются

- а) подготовить специалистов, владеющих знаниями в области физико-химических основ получения наноматериалов и способных участвовать в научно-исследовательской работе по получению и изучению свойств наночастиц и наноматериалов с использованием современного научно-исследовательского оборудования;
- б) формирование знаний о физико-химических основах различных способах получения наноматериалов,
- в) раскрытие сущности физико-химических основ процессов формирования наноматериалов по различным механизмам.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические основы нанотехнологий» относится к базовой части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 28.03.02 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и инновационной; проектно-конструкторской и проектно-технологической; производственно-технологической и эксплуатационной видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» бакалавр по направлению подготовки 28.03.02 должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Общая и неорганическая химия,
- б) Физика,
- в) Дополнительные главы физической химии.

Дисциплина «Физико-химические основы нанотехнологий» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Нанохимия;
- б) Квантово-химическое моделирование наноструктур;
- в) Композиционные наноматериалы.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» могут быть использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1) ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

Индикаторы:

ОПК-1.1 - знает основы теоретических и экспериментальных методов исследований и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов

ОПК-1.2 - умеет использовать математический аппарат, физико-химические законы и принципы для решения профессиональных задач;

ОПК-1.3 - владеет навыками использования математического аппарата для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов; экспериментальными методами определения физико-химических свойств материалов и изделий из них.

2) ОПК-3 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Индикаторы:

ОПК-3.1 - знает основные методы измерения физико-химических величин и наблюдения за физико-химическими процессами, подходы к анализу, обработке и представлению полученных экспериментальных данных;

ОПК-3.2 - умеет использовать методы и подходы для измерения физико-химических величин, изучения физико-химических процессов, выявления экспериментальных зависимостей и эффектов, в том числе инструменты анализа, обработки и представления полученных экспериментальных данных;

ОПК-3.3 - владеет навыками проведения физико-химических исследований и прогнозирования физико-химического поведения веществ и течения химических процессов с использованием современных подходов и методов; владеет навыками применения в работе высокоточных современных инструментов анализа, обработки и представления физико-химических экспериментальных данных.

3) ОПК-7 - Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий.

Индикаторы:

ОПК-7.1 - знает правила разработки проектной документации, включая чертежи, электронные модели деталей, и другие документы на специализированные объекты; способы моделирования с использованием программных средств компьютерной графики; методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;

ОПК-7.2 - умеет проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий; применять методики поиска, сбора и обработки информации;

ОПК-7.3 - владеет прикладными программами и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач;

навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные принципы классификации дисперсных систем;
- классификацию методов получения и исследования свойств наноструктур и наноматериалов;
- теоретические основы процессов формирования наносистем;
- теоретические основы методов получения физико-химических свойств наночастиц и наноматериалов.

Уметь:

- систематизировать и анализировать информацию;
- применять на практике основные теоретические положения и закономерности образования и существования наночастиц и наноматериалов в разных средах для решения конкретных задач;
- получать наноматериалы различными методами и прогнозировать их физико-химические свойства.

Владеть:

- терминологией дисциплины;
- основополагающими подходами получения и исследования наноматериалов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточно й аттестации по разделам
			Лек - ции	Семинар (Практи- ческие занятия, лабора- торный практикум)	Лабораторн ые работы	СРС		
1	<i>Нанотехнологии: термины и определения, классификации дисперсных систем, объекты нанотехнологий</i>	5	6	-	-	27	- технологии проблемного обучения (проблемные лекции, проводимые в форме диалога, решение учебно-профессиональных задач на	<i>Контрольная работа</i>
2	<i>Технологии получения наноматериалов</i>	5	6	9	18	27		<i>Контрольная работа</i>

3	Физико-химические основы формирования наноматериалов	5	6	9	9	27	семинарских и практических занятиях; - интерактивные технологии (проведение лекций диалогов, коллективное обсуждение различных подходов к решению той или иной учебно-профессиональной задачи); - информационно-коммуникативные образовательные технологии (моделирование изучаемых процессов, презентация учебных материалов).	тест
Форма аттестации								экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Нанотехнологии: термины и определения, классификации дисперсных систем, объекты нанотехнологий (ОПК-1)	6	Объекты нанотехнологии	Основные понятия и определения. Классификация наночастиц и наноматериалов по агрегатному состоянию и размерам. Объекты исследования нанотехнологий. Применение нанотехнологий.	ОПК – 1.1 ОПК – 1.2 ОПК – 1.3
2	Технологии получения наноматериалов (ОПК-1)	6	Технологии получения наноматериалов	Классификация методов получения наночастиц и наноматериалов.	
3	Физико-химические основы формирования наноматериалов (ОПК-1)	6	Физико-химические основы формирования наноматериалов	Физико-химические основы формирования наноматериалов по механизмам снизу-вверх и сверху-вниз. Гомогенное и	

				гетерогенное зародышеобразование.	
--	--	--	--	--------------------------------------	--

6. Содержание семинарских, практических занятий

Цель проведения практических (семинарских) занятий – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, связанных с технологиями проведения измерений и методами обработки результатов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Технологии получения наноматериалов (ОПК-7)	3	Дисперсность	Решение задач по теме дисперсность	ОПК – 7.1 ОПК – 7.2 ОПК – 7.2
2	Технологии получения наноматериалов (ОПК-7)	3	Строение коллоидных мицелл	Решение задач по теме строение коллоидных мицелл	
3	Технологии получения наноматериалов (ОПК-7)	3	Коагуляция	Решение задач по темам: расчет порогов коагуляции и кинетика коагуляции	
4	Физико- химические основы формирования наноматериалов (ОПК-7)	3	Молекулярно- кинетические свойства дисперсных систем	Решение задач по темам: диффузия и броуновское движение	
5	Физико- химические основы формирования наноматериалов (ОПК-7)	3	Молекулярно- кинетические свойства дисперсных систем	Решение задач по темам: осмос и седиментационное равновесие	
6	Физико- химические основы формирования наноматериалов (ОПК-7)	3	Оптические свойства дисперсных систем	Решение задач по теме оптические свойства дисперсных систем	

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала и материала практических занятий, физико-химических основ получения наноматериалов с помощью различных механизмов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	<i>Технологии получения наноматериалов (ОПК-3)</i>	4	Получение золей берлинской лазури с различными зарядами. Получение золя оксида марганца.	1. Получить золи берлинской лазури и оксида марганца написать формулы мицелл. 2. Исследовать некоторые свойства золя: отметить цвет, знак заряда частиц.	<i>ОПК – 3.1 ОПК – 3.2 ОПК – 3.3</i>
2	<i>Технологии получения наноматериалов (ОПК-3)</i>	4	Получение золя гидроксида железа(III) методом гидролиза. Получение золя гидроксида железа(III) методом пептизации и его коагуляция.	1. Получить гидролизом золь гидроксида железа(III), написать формулы мицеллы. 2. Исследовать некоторые свойства золя: отметить цвет, знак заряда частиц.	
3	<i>Физико-химические основы формирования наноматериалов (ОПК-3)</i>	4	Определение размеров частиц золей и их распределения методом динамического светорассеяния	1. Исследовать золи методом динамического светорассеяния. 2. Определить средний гидродинамический радиус полученных золей.	
4	<i>Физико-химические основы формирования наноматериалов (ОПК-3)</i>	4	Механическое диспергирование в вибрационной мельнице	Определить оптимальное время механического диспергирования образца в вибрационной мельнице.	
5	<i>Физико-химические основы формирования наноматериалов (ОПК-3)</i>	4	Механическое диспергирование в планетарной шаровой мельнице	Определить оптимальное время механического диспергирования образца в планетарной шаровой мельнице.	
6	<i>Физико-химические основы формирования наноматериалов ((ОПК-3)</i>	4	Ультразвуковое диспергирование	Определить оптимальное время ультразвукового диспергирования образца.	
7	<i>Технологии получения наноматериалов. Физико-химические основы формирования наноматериалов (ОПК-3)</i>	3	Сдача лабораторных работ	Сдача лабораторных работ	

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
----------	---	------	-----------	---

1	Основные понятия и определения. Классификация наночастиц и наноматериалов по агрегатному состоянию и размерам. Мерность наноструктур. (ОПК-1, ОПК-3)	15	подготовка к выполнению контрольных и лабораторных работ	ОПК – 1.1 ОПК – 1.2 ОПК – 1.3 ОПК – 3.1 ОПК – 3.2 ОПК – 3.3
2	Образование нанодисперсных систем с помощью химических методов. Теоретические концепции нанохимии. (ОПК-1, ОПК-3)	22	подготовка к выполнению контрольных и лабораторных работ	
3	Матричные и супрамолекулярные нанокластеры и наноструктуры. (ОПК-1, ОПК-3)	22	подготовка к выполнению контрольных и лабораторных работ	
4	Самоорганизация наносистем. Синергетика. (ОПК-1, ОПК-3)	22	подготовка к выполнению контрольных и лабораторных работ	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Рейтинговая система оценки знаний студентов по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий», базируется на показателе *рейтинг за семестр (текущая успеваемость)*.

Текущий контроль проводится в рамках всего семестра. Основная цель текущего контроля – повышение интенсивности самостоятельной работы студентов, обеспечение их самоконтроля, оценка восприятия студентами учебного материала и возможность оперативного корректирования учебного процесса преподавателем.

Преподаватель по согласованию с кафедрой сам определяет формы и методы текущего контроля.

Контрольные точки могут проводиться по материалу текущего занятия и/или по завершению освоения модуля или раздела. Контрольная точка проводится в форме теста, контрольной работы или коллоквиума.

Число контрольных точек, минимальное и максимальное количество баллов за каждую контрольную точку, сроки проведения контроля – устанавливаются кафедрой, ведущей обучение по данной дисциплине, и доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии в семестре.

При изучении дисциплины метрология предусмотрены следующие контрольные точки:

1. Выполнение 2-х контрольных работ на занятиях, оценивается от 26 до 40 баллов.
2. Выполнение 6-ти лабораторных работ, оценивается от 10 до 20 баллов.
3. Экзамен оценивается от 24 до 40 баллов.

Контроль части учебного материала, изученной после проведения последней контрольной точки в семестре, по усмотрению преподавателя, может быть вынесен на зачет.

В конце семестра студенты имеют возможность переписать неудачно выполненные контрольные работы по дисциплине. При этом при выставлении оценки по усмотрению преподавателя вводятся понижающие коэффициенты (0,8; 0,6 и т.д.).

При наличии уважительной причины любая пропущенная контрольная работа может быть сдана в дополнительный срок, определяемый преподавателем.

Данные текущего контроля должны использоваться деканатами, кафедрами и преподавателями для обеспечения ритмичной учебной работы студентов, привития им умения четко организовывать свой труд, своевременного выявления отстающих и оказания им содействия в изучении учебного материала, для организации индивидуальных занятий творческого характера с наиболее подготовленными обучающимися, а также для совершенствования методики преподавания учебных дисциплин.

В середине семестра на основе данных текущего контроля подводится внутрисеместровая аттестация студентов. В установленные сроки аттестации преподаватели, ведущие занятия, обязаны заполнить аттестационные журналы установленного образца, отразив набранное количество баллов каждым студентом и количество пропущенных часов учебных занятий. Одновременно в журнале должно быть указано количество баллов, которое должны были набрать студенты в соответствии с планом изучения учебной дисциплины.

По итогам аттестации деканат принимает необходимые решения, а также составляет прогноз результатов успеваемости на конец семестра.

Результатом текущего контроля является рейтинговая оценка ($R_{\text{тек}}$) определяемая как сумма баллов полученных за все этапы текущего контроля.

Рейтинговая оценка ($R_{\text{тек}}$) также учитывает оценку посещаемости занятий.

Значение $R_{\text{тек}}$ определяется пределами $60 < R_{\text{тек}} < 100$.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» используются следующие формы оценивания сформированности компетенций:

№	Форма оценивания	Количество контрольных точек	Количество баллов	
			min	max
1	Выполнение и сдача лабораторных работ, 5-10 баллов	2	10	20

2	Выполнение и сдача контрольных работ, 15-20 баллов	2	30	40
3	Тестирование, 6-10 баллов	1	6	10
4	Экзамен	1	24	40
ИТОГО			60	100

Пересчет рейтинговой оценки в традиционную 4-балльную оценку, проставляемую в экзаменационную ведомость, зачетную книжку и приложение к диплому, производится в соответствии с установленной шкалой (см. табл.).

Таблица – Перерасчет рейтинга в 4-балльную шкалу оценки

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{\text{дис}} < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{\text{дис}} < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{\text{дис}} < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R_{\text{дис}} < 100$	«отлично» (5)

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Зима, Т.М. Коллоидная химия: лабораторный практикум : [16+] / Т.М. Зима ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017.	ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575152 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Коллоидная химия. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / В. Ф. Марков, Т. А. Алексеева, Л. А. Брусницына, Л. Н. Маскаева. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 186 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-02639-9.	ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/book/kolloidnaya-himiya-primery-i-zadachi-453377 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. – 236 с. – Режим доступа: по подписке. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593	ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Гавронская, Ю. Ю. Коллоидная химия : учебник и практикум для вузов / Ю. Ю. Гавронская, В. Н. Пак. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 287 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02502-6.	ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/bcode/450851 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : учебное пособие : [16+] / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. – 5-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2017. – 368 с. – (Нанотехнологии).	ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461725 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Беззубцева, М.М. Нанотехнологии в энергетике : учебное пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков ; Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». - СПб. : СПбГАУ, 2012. - 133 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-85983-135-7	ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276905 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : методические указания / М.Е. Колпаков, Е.В. Петрова, А.Ф. Дресвянников ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2016 .— 64 с.	Электронный каталог УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Kolpakov-osnovy_nanotekhnologiy.pdf доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

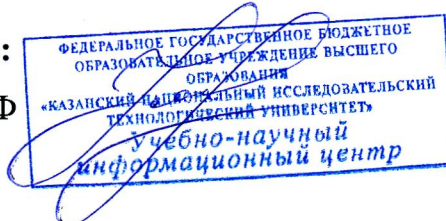
11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://ruslan.kstu.ru>.
2. ЭБС «Юрайт» – режим доступа <http://www.biblio-online.ru>.
3. ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» – режим доступа <http://e.lanbook.com>.
4. Научная электронная библиотека – режим доступа www.elibrary.ru.

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» в качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru);
Научная Электронная Библиотека (НЭБ) (www.elibrary.ru);
ЭБС «Лань» (<http://e.lanbook.com>).

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Весы лабораторные ДЛ-200 фирмы «AED COMPANU» Япония.
2. Планетарная шаровая мельница РМ 100 (Retsch).
3. Вибрационная мельница ММ 200 (Retsch).
4. Микроскоп металлографический агрегатный «Лабомет -2».
5. Спектрофотометр ПЭ-3000 УФ.
6. Установка ультразвуковая Bandelin Sonoplus.

Техническими средствами обучения:

1. Интерактивная доска SMART Board М 600 -1 шт.
2. Проектор SMART UF 70 – 1 шт.
3. Ноутбук ASUS X552 М – 1 шт.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Монитор PHILIPS 223 V5LSB – 10 шт.
2. Системный блок AMD A 10 6800 – 5 шт.
3. Системный блок AMD A 10 7850 – 5 шт.
4. Клавиатура Oklick KB 170M USB – 10 шт.
5. Манипулятор «мышь» Oklick 145M USB – 10 шт.
6. Многофункциональный принтер МФУ Canon I-SENSYS MF211–1 шт.
7. Проектор BENQ MP623 – 1шт.

С возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

При изучении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий» предусмотрено использование электронных источников информации, дополнительных средств визуализации информации, таких как презентация, демонстрационные стенды, раздаточный материал (образцы национальных и международных стандартов, стандартов предприятий, должностных инструкций, правил, рекомендаций). Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение,

используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Физико-химические основы нанотехнологий»: Windows 10, Office 2010, Outlook 2010.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» составляет 15 % (27 часов).

При проведении занятий в интерактивной форме применяются следующие образовательные технологии:

- технологии проблемного обучения (проблемные лекции, проводимые в форме диалога, решение учебно-профессиональных задач на практических занятиях;
- интерактивные технологии (проведение лекций диалогов, коллективное обсуждение различных подходов к решению той или иной учебно-профессиональной задачи);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (моделирование изучаемых процессов, презентация учебных материалов).