

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
«09» 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.7.2 «Химические методы формирования наноструктур»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки Технология защиты от коррозии

Технология электрохимических производств

Технология неорганических веществ

Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологий,
факультет химических технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы «Технология электрохимических производств»

Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации: зачет	-	-
Всего	108	3

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 1005 от 11.08.2016

(номер, дата утверждения)

по направлению 18.03.01 – Химическая технология

(шифр, наименование)

по профилю Технология защиты от коррозии

Технология электрохимических производств

Технология неорганических веществ

Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

в соответствии с учебным планом, утвержденным 04.06.2018, протокол № 7

(дата, год)

для набора обучающихся 2016, 2017, 2018 года

Разработчик программы:

доцент

(должность)


(подпись)

И.О. Григорьева

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭП,
протокол от «03» сентября 2018 г. № 69-7/18

Зав. кафедрой ТЭП


(подпись)

А.Ф. Дресвянников

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП

от «06» сентября 2018 г., протокол № 1

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

С.С. Виноградова

(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ


(подпись)

Л.А. Китаева

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химические методы формирования наноструктур» являются:

- а) формирование базовых представлений о нанотехнологиях, наноиндустрии, наноматериалах, нанообъектах различной природы и назначения;
- б) формирование знаний о наиболее перспективных областях применения нанотехнологий и наноматериалов;
- в) формирование представлений об основных направлениях использования химических и электрохимических технологий в области наноиндустрии;
- в) формирование базовых знаний о физико-химических основах получения и исследования наноструктур, наночастиц, наноструктурированных материалов;
- г) ознакомление с особенностями структуры и свойств веществ в наноразмерном состоянии;
- д) ознакомление с термодинамическими и кинетическими особенностями химических процессов, происходящих в наносистемах;
- е) приобретение первичных навыков синтеза микро- и наноразмерных объектов различной природы химическими и электрохимическими методами, а также исследования их свойств.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.7 «Химические методы формирования наноструктур» относится к *вариативной* части ОП, является дисциплиной по выбору и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология» (профили подготовки: «Технология электрохимических производств», «Технология неорганических веществ, «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов») набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательского и производственно-технологического *видов деятельности*, например, конкретной научно-исследовательской работы, информационного поиска по предмету исследования и т.д.

Для успешного освоения дисциплины «Химические методы формирования наноструктур» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал следующих предшествующих дисциплин:

- 1) Б1.Б.6 Математика

- 2) Б1.Б.8 Физика;
- 3) Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия;
- 4) Б1.В.ОД.3 Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов;
- 5) Б1.Б.12 Физическая химия;
- 6) Б1.Б.13 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.

В таблице 1 представлены темы предшествующих дисциплин, которые необходимо изучить студенту-бакалавру для успешного освоения материалов дисциплины «Химические методы формирования наноструктур»

Таблица 1 – Дисциплины и их темы, используемые при изучении дисциплины

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	Перечень тем
Б1.Б.6 Математика	Элементы теории функций и функционального анализа, дифференциальные уравнения; вероятность и статистика: элементарная теория вероятностей, математические основы теории вероятностей
Б1.Б.8 Физика	Три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения, электричество и магнетизм: электростатика и магнетостатика в вакууме и веществе
Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия Б1.В.ОД.3 Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов	Растворы электролитов; равновесия в растворах; особенности химических реакций и процессов, окислительно-восстановительные реакции; протолитическое равновесие; гидролиз солей; скорость химических реакций
Б1.Б.12 Физическая химия	Основы химической термодинамики, термодинамические функции, химический потенциал и общие условия равновесия систем
Б1.Б.13 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Физико-химические методы анализа: оптические методы анализа, электрохимические методы анализа. Сущность методов, область применения

Дисциплина *«Химические методы формирования наноструктур»* является предшествующей и может быть полезна для успешного усвоения последующих дисциплин:

- 1) Б1.В.ОД.6 Физико-химические методы анализа;
- 2) Б1.В.ОД.12 Теоретическая электрохимия;
- 3) Б1.В.ОД.13 Электрохимические технологии;
- 4) Б1.В.ОД.14 Ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств;
- 5) Б1.В.ДВ.11 Электрохимические нанотехнологии.

Знания, полученные при изучении дисциплины *Химические методы формирования наноструктур»* могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практики, в научно-исследовательской деятельности, при выполнении курсовых проектов (работ), а также выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология» (профили подготовки: «Технология электрохимических производств», «Технология неорганических веществ, «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины *«Химические методы формирования наноструктур»* бакалавр, обучающийся по направлению 18.03.01 – «Химическая технология» должен обладать следующими компетенциями:

1) общепрофессиональные:

ОПК-3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;

2) профессиональные:

ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

- основные понятия в области наноиндустрии (наночастица, нанообъект, наноструктура, наноразмерные материалы, нанотехнологии и т.д.);
- основные технологические применения химических и электрохимических процессов в области наноиндустрии;
- размерные зависимости физических и химических свойств нанообъектов;
- физико-химические основы получения наноструктур, свойства и особенности их поведения в нанодисперсном состоянии;
- основные химические и электрохимические технологии синтеза и модификации наноразмерных объектов и структур;

уметь:

- грамотно оперировать основными понятиями в области нанотехнологий, наноиндустрии;
- применять знания физико-химических основ нанотехнологий для решения задач практического характера;
- собрать экспериментальную установку и проводить в лабораторных условиях электролиз растворов неорганических соединений с целью получения нанообъектов и наноструктурированных систем (ультрадисперсные порошки, покрытия);
- проводить информационный поиск в рамках поставленной исследовательской задачи;
- применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня и профессиональной компетентности.

владеть:

- практическими навыками работы на экспериментальном оборудовании;
- методиками проведения исследований и измерений основных параметров процесса и характеристик получаемого и/или исследуемого объекта с помощью физико-химических методов;
- навыками обработки эмпирических и экспериментальных данных и оформления результатов исследования;
- навыками поиска и обработки информации по отдельным задачам исследования.

4. Структура и содержание дисциплины «Химические методы формирования наноструктур»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы. Общее количество часов – 108.

Распределение учебного времени по видам занятий в рамках дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек-ции	Семи-нар	Лабора-торные работы	СР*		
1	Общие представления и основные понятия нанотехнологии	5	4	-	-	4	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа	Доклад, презентация, реферат **
2	Особенности наноразмерного состояния вещества	5	2	-	-	4	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат
3	Классификация наночастиц. Разновидности наноматериалов	5	8	-	-	4	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат, тест, экспресс-опрос на лекции, контрольная работа
4	Основные принципы и методы создания наноструктур и наноматериалов	5	4	-	-	6	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат, тест, экспресс-опрос на лекции
5	Химические методы формирования наноструктурированных объектов	5	8	-	36	6	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат, тест, экспресс-опрос на лекции, контрольная работа
6	Наноразмерные объекты на основе углерода. Углеродные наноматериалы	5	4	-	-	4	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат, экспресс-опрос на лекции
7	Применение наноматериалов и нанотехнологий	5	4	-	-	4	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат, экспресс-опрос на лекции
8	Биологическая безопасность искусственных наночастиц	5	2	-	-	4	Работа с литературой, Интернет-ресурсами, беседа, дискуссия	Доклад, презентация, реферат, экспресс-опрос на лекции
Всего			36	-	36	36		
Форма аттестации								зачет

*СР – самостоятельная работа студента

**Студент пишет один реферат по выбору из разделов дисциплины

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Общие представления и основные понятия нанотехнологии	2	Тема 1. Введение в нанотехнологии. Основные термины и понятия <i>Лекция визуализация</i>	Общие представления о нанотехнологии. Переход от микротехнологии к нанотехнологии. Основные понятия – нанотехнология, нанообъекты, нанонаука, наноматериалы, наносистемная техника, наноиндустрия. Место наноразмерных объектов в окружающем мире. Терминология по наноматериалам и нанотехнологиям.	ОПК-3 ПК-16
		2	Тема 2. Исторические аспекты нанотехнологий <i>Лекция визуализация</i>	Хронология развития нанотехнологии. Ученые, способствующие развитию нанотехнологии. Демокрит, Бойль, Фарадей, Максвелл, Эйнштейн, Фейнман, Мур, Бининг и Руска, Дрекслер и др. Вклад российских ученых. Атом, корпускулы, кластеры, туннельный эффект, закон Мура, нанокристаллы, фуллерены, молекулярная нанотехнология	ОПК-3 ПК-16
2	Особенности наноразмерного состояния вещества	2	Тема 3. Особенности наноразмерного состояния вещества <i>Лекция-беседа</i>	Размерные эффекты, зависимость активности от размера частиц, нерегулярные зависимости свойств от размера. Признаки наноразмерного состояния вещества. Характерные особенности наноматериалов. Проблемы чистоты исходных материала, вещества, поверхности, производственных помещений, стабилизации наночастиц.	ОПК-3 ПК-16
3	Классификация наночастиц. Разновидности наноматериалов	2	Тема 4. Классификация наночастиц. Единицы измерения <i>Лекция визуализация</i>	Понятия – кластер, наночастица, квантовая точка, наноструктура, наносистема, нанореактор, нанокомпозит. Разновидности классификации. Классификация по количеству линейных размеров – нуль-, одно-, двух-, трехмерные наночастицы. Единицы измерения	ОПК-3 ПК-16
		4	Тема 5. Классификация наночастиц по размерному диапазону и свойствам <i>Лекция визуализация</i>	Нульмерные наночастицы, квантовые точки. Одномерные наночастицы – наностержни, нанонити, нанотрубки, наноленты. Углеродные и неуглеродные нанотрубки. Стабилизированные нанокластеры. Двумерные наноструктуры – пленки Лэнгмюра-Блоджет, нанопластины, графен, адсорбционные слои. Трехмерные наноструктуры, нанокомпозиты. Свойства и область применения.	ОПК-3 ПК-16
		2	Тема 6. Классификация и типы структур наноматериалов <i>Лекция визуализация</i>	Основные категории наноматериалов, отличительные признаки, свойства. Основные типы структур. Распределение, форма, химический состав кристаллитов - слоистые (пластинчатые), волокнистые (столбчатые), равноосные наноматериалы	ОПК-3 ПК-16

4	Основные принципы и методы создания наноструктур и наноматериалов	2	Тема 7. Классификация методов получения <i>Лекция пресс-конференция</i>	Важнейшие условия получения наноматериалов – неравновесность систем, высокая химическая однородность и монодисперсность наночастиц. Методы получения: высокоэнергетические, механохимические, химические синтез в нанореакторах, поликонденсация в растворе. Создание объектов по принципам «сверху-вниз» и «снизу-вверх», диспергационные и конденсационные методы.	ОПК-3 ПК-16
		2	Тема 8. Методы синтеза с позиции природы процесса получения нанообъектов <i>Проблемная лекция</i>	Механическое измельчения (размол) в мельницах, атриторах, вибрационный, кавитационно-гидродинамический, ударной волны, измельчение ультразвуком, детонационный синтез. Методы физического диспергирования - распыление струи расплава жидкостью или газом, методы испарения-конденсации (осаждение из паровой фазы), детонационный и плазмохимический синтез.	ОПК-3 ПК-16
5	Химические методы формирования наноструктурированных объектов	3	Тема 9. Методы химического осаждения <i>Лекция пресс-конференция</i>	Характеристика методов химического осаждения. Гетерофазное осаждение, криохимический синтез. Технология золь-гель синтеза - синтез коллоидных частиц, образование ультрадисперсных коллоидных систем, золи и гели, перевод золя в гель, преимущества и недостатки, область применения.	ОПК-3 ПК-16
		3	Тема 10. Методы химического восстановления <i>Лекция визуализация</i>	Химическое восстановление: подбор пары окислитель-восстановитель, их концентраций, температуры, кислотности среды. Процессы стабилизации наночастиц, органические растворители в качестве стабилизаторов. Реакции в мицеллах, эмульсиях дендримерах. Фотолиз и радиолиз. Синтез в матрицах (нанореакторах).	ОПК-3 ПК-16
		2	Тема 11. Получение наночастиц электрохимическими методами <i>Лекция-беседа</i>	Метод электроосаждения – материал анода, условия электролиза, размер частиц получаемого порошка, преимущества метода. Электрофлотационный способ, электрохимический синтез из расплава солей, способ жидкокристаллического катода. Анодное растворение.	ОПК-3 ПК-16
6	Наноразмерные объекты на основе углерода. Углеродные наноматериалы	2	Тема 12. Углеродные наноструктуры <i>Лекция визуализация</i>	Соединения углерода. Аллотропные модификации углерода, углеродные наноструктуры: нанотрубки, графен, фуллерены, наноалмазы. Строение и состав. Фуллерены: структура, методы получения, механизм образования, свойства. Фуллериты, фуллериды. углеродной нанотрубки. Методы получения	ОПК-3 ПК-16
		2	Тема 13. Углеродные нанотрубки <i>Лекция пресс-конференция</i>	Историческая справка. Структура углеродной нанотрубки. Классификация нанотрубок – по числу слоев, хиральности, по взаимному положению слоев, по природе концевых фрагментов. Уникальные свойства и применение фуллеренов и нанотрубок.	ОПК-3 ПК-16

7	Применение наноматериалов и нанотехнологий	2	Тема 14. Применение наноматериалов и нанотехнологий <i>Лекция пресс-конференция</i>	Области применения наноматериалов. Конструкционные, инструментальные, функциональные материалы. Композиционные материалы с углеродными нановолокнами, нанотрубками, фуллеренами, нанокристаллами алмаза. Наноструктурные пленки, покрытия, пористые и магнитные материалы, ультрадисперсные порошки. Нанотехнологии и наноматериалы в быту. Применение наноматериалов в биологии и медицине, биосенсоры, биочипы, доставка лекарств.	ОПК-3 ПК-16
8	Биологическая безопасность искусственных наночастиц	2	Тема 15. Биологическая безопасность искусственных наночастиц <i>Проблемная лекция</i>	Способы попадания наночастиц в организм человека. Гигиеническая оценка и токсичность наночастиц: углеродные нанотрубки и фуллерены, диоксид титана. Генотоксичность техногенных наночастиц. Обеспечение безопасности людей. Безопасность нанолечарств, еды, косметики. Профилактика негативного воздействия наночастиц.	ОПК-3 ПК-16

6. Содержание семинарских, практических занятий.

Учебным планом по направлению 18.03.01 – «Химическая технология» проведение практических и семинарских занятий по дисциплине «*Химические методы формирования наноструктур*» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом по направлению 18.03.01 - «Химическая технология» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «*Химические методы формирования наноструктур*».

Целью проведения лабораторных занятий является освоение лекционного материала, экспериментальное подтверждение и проверка основных теоретических положений, касающихся химических и электрохимических методов получения, обработки и модификации наноструктурированных и наноразмерных объектов, а также выработка определенных умений и навыков, связанных с подготовкой экспериментальной установки, выбором методик и режимов проведения химических и электрохимических процессов. Учитывая быстрое изменение приоритетов в мировой научной практике, объекты синтеза и исследования могут отличаться от приведенных в содержании при сохранении методической основы выполнения задачи. Конкретное содержание лабораторных занятий и формируемые компетенции представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание лабораторных занятий и формируемые компетенции по дисциплине «Химические методы формирования наноструктур»

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы*	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Общие представления и основные понятия нанотехнологии	-	-	-	-
2	Особенности наноразмерного состояния вещества	-	-	-	-
3	Классификация наночастиц. Разновидности наноматериалов	-	-	-	-
4	Основные принципы и методы создания наноструктур и наноматериалов	-	-	-	-
5	Химические методы формирования наноструктурированных объектов	6	Получение наночастиц серебра	Цель: получение наночастиц серебра из исходного раствора нитрата серебра путем восстановления цитрат-анионом и тетрагидридоборатом натрия и оценка размеров полученных наночастиц. Оборудование: магнитная мешалка с функцией электроплитки, химические стаканы на 100 и 200 мл, колба на 50 мл, оптический микроскоп	ОПК-3 ПК-16
		8	Химическое осаждение гидроксидов алюминия из растворов его солей в щелочной среде	Влияния условий получения на форму и морфологию гидроксидов алюминия. Осаждение проводят из растворов солей алюминия различной концентрации, осадитель - растворы гидроксидов натрия и аммония. Для кристаллизации осадок выдерживают в маточном растворе (48 часов), отфильтровывают и высушивают при температуре 363-383 К. Для получения оксидов гидроксиды прокаливают при температуре 823 К.	ОПК-3 ПК-16
		8	Получение двумерных наноструктур методом анодного травления	Цель: изучение принципов формирования двумерных структур методом анодного травления, изучение физико-химических основ анодного травления алюминия. Задача: с помощью потенциостата провести двухстадийное анодирование алюминия, получить образцы пористого оксида алюминия, исследовать поверхность полученных образцов на оптическом микроскопе.	ОПК-3 ПК-16

		8	Исследование процесса электрофореза золя гидроксида железа	U-образный сосуд наполняют золем гидроксида железа. Через одну из трубок наливают боковую жидкость (4% раствор NH_4Cl) приблизительно до половины высоты, далее в трубки впускают золь, чтобы получить четкую границу раздела. В трубки вставляют графитовые электроды и подают напряжение 60 В. Следят за движением границы золь – боковая жидкость. Записывают время подъема золя на определенную высоту. Последовательно проводят три измерения и рассчитывают среднее время подъема границы боковая жидкость - золь на высоту h . По данным рассчитывают величину электрокинетического потенциала исследуемого золя.	ОПК-3 ПК-16
		6	Электрохимическое получение порошков металлов	Электрохимический метод получения порошков меди, железа, алюминия путем катодного восстановления из растворов их солей. Влияние различных факторов на дисперсность порошка и выход по току.	ОПК-3 ПК-16
6	Наноразмерные объекты на основе углерода. Углеродные наноматериалы	-	-	-	-
7	Применение наноматериалов и нанотехнологий	-	-	-	-
8	Биологическая безопасность искусственных наночастиц	-	-	-	-

**лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.*

Основной задачей лабораторного практикума является обучение студента самостоятельно с первых шагов своей профессиональной деятельности решать конкретные практические задачи путем приобретения навыков исследовательской работы.

В ходе выполнения конкретной задачи студенту необходимо познакомиться, в дополнение к описанию работы в методических указаниях, с предлагаемой литературой по теме лабораторной работы, самостоятельно провести эксперимент, идентификацию и исследование параметров процесса и характеристик полученного объекта. Как правило, выполнение одной задачи поручается двум-четырем студентам. Каждая лабораторная работа завершается обработкой экспериментальных результатов, написанием отчета и докладом по результатам работы.

8. Самостоятельная работа бакалавра

8.1 Темы и формы СРС

№ п/п	Раздел дисциплины	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Общие представления и основные понятия нанотехнологии	Развитие нанотехнологий – приоритетное направление развития науки и техники в 21 веке. Понятийный аппарат нанобиомира. Основные положения и направления развития нанотехнологий.	4	Доклад, презентация, реферат, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16
2	Особенности наноразмерного состояния вещества	Поверхностные явления в наносистемах. Термодинамические и кинетические особенности химических процессов на поверхности наночастиц.	4	Доклад, презентация, реферат, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16
3	Классификация наночастиц. Разновидности наноматериалов	Самоорганизованные квантовые точки, полученные методом ионного синтеза. Методы определения кристаллической модификации, формы и размера квантовых точек.	4	Доклад, презентация, реферат, тест, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16
4	Основные принципы и методы создания наноструктур и наноматериалов	Темплатный синтез и коллоидный синтез. Ионный синтез квантовых проволок. Основные закономерности и современные аспекты получения губчатых осадков и металлических порошков.	6	Доклад, презентация, реферат, тест, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16
5	Химические методы формирования наноструктурированных объектов	Наноразмерная обработка поверхности. Локальное формирование наночастиц и ансамблей. Электрофоретический метод получения наноструктурированных керамических и полимерных покрытий.	6	Доклад, реферат, презентация, тест, подготовка к лабораторным работам, оформление отчета	ОПК-3 ПК-16
6	Наноразмерные объекты на основе углерода. Углеродные наноматериалы	Графен – самый тонкий, гибкий и в то же время самый прочный материал в мире. Графеновый полевой транзистор, графеновые наноленты. Применение углеродных трубок в энергетике (источники тока).	4	Доклад, презентация, реферат, тест, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16
7	Применение наноматериалов и нанотехнологий	Керамические и металлокерамические композиты и микроразмерные покрытия. Наноматериалы и нанотехнологии для современной полупроводниковой электроники. Свойства и области применения наноматериалов, полученных с использованием электрохимических технологий.	4	Доклад, презентация, реферат, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16
8	Биологическая безопасность искусственных наночастиц	Токсические эффекты наночастиц. Нанотехнологии и индустрия красоты. Еда в эпоху нанотехнологий. Нанороботы в медицине. Приборы для оценки аэрозолей наночастиц.	4	Доклад, презентация, реферат, изучение теоретического материала	ОПК-3 ПК-16

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Химические методы формирования наноструктур» используется рейтинговая система оценки знаний студентов на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о рейтинговой системе.

Изучение дисциплины «Химические методы формирования наноструктур» заканчивается зачетом. В этом случае рейтинг студента рассчитывается, исходя из максимальной оценки, равной 100 баллам. Предмет считается усвоенным, если выполнены все контрольные точки и сумма баллов составляет не менее 60.

При изучении дисциплины «Химические методы формирования наноструктур» предусматривается выполнение пяти лабораторных работ (10 баллов за каждую лабораторную работу), тестового задания (15 баллов), контрольной работы (15 баллов). До 10 баллов студент может получить за каждую дополнительную самостоятельно подготовленную работу (реферат, доклад, презентация), а также за активность на лекционных и лабораторных занятиях. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов. При этом вводится следующая шкала перевода 100-балльной шкалы в 4-х балльную:

- от 87 до 100 баллов – «отлично»
- от 73 до 86 баллов – «хорошо»
- от 60 до 72 баллов – «удовлетворительно»
- 60 и менее баллов – «неудовлетворительно».

В таблице 3 приведен примерный расчет максимального рейтинга.

Таблица 3 - Расчет рейтинга по отдельным видам работ

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Активность на занятиях, ответы во время экспресс-опросов	14	5	10
Выполнение и сдача лабораторных работ	5	30	50
Выполнение тестового задания	1	10	15
Выполнение контрольной работы	1	10	15
Защита реферата	1	5	10
Итого:		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Химические методы формирования наноструктур» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Источники информации	Кол-во экз. в УНИЦ / ЭБС
1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. Учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 366 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325313.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Раскин А.А., Прокофьева В.К. Технология материалов микро-, опти- и наноэлектроники. Часть 1. Учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 165 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325665.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
3. Рощин В.М., Силибин М.В. Технология материалов микро-, опти- и наноэлектроники. Часть 2. Учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 180 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325672.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
4. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – СПб.: Лань, 2015. – 672 с.	ЭБС «Лань»: http://e.lanbook.com/book/58166 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
5. Киселев М.Г. [и др.] Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: учеб. пособие. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 389 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441209 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
6. Гамбург Ю.Д., Джованни Зангари. Теория и практика электроосаждения металлов. Монография. – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2015. – 441 с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329014.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
7. Мирзоев Р.А., Давыдов А.Д. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов. Учеб. пособие. – С-Пб: Изд-во С-Пб. гос. политех. ун-та, 2013. – 382 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/76036 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

8. Филяк М.М., Каныгина О.Н. Получение и исследование анодного оксида алюминия: практикум. – Оренбург: Изд-во Оренбургского гос. ун-та, 2014. – 104 с.	ЭБС «Книгафонд»: http://www.knigafund.ru/183717 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
--	---

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<i>Источники информации</i>	<i>Кол-во экз. в УНИЦ / ЭБС</i>
1. Шабатина Т.И., Голубев А.М. Нанохимия и наноматериалы. Учеб. пособие. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.– 63 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839652.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Афанасьев Б.Н., Акупова Ю.П. Физическая химия. – СПб.: Лань, 2012. – 416 с.	ЭБС «Лань»: http://e.lanbook.com/book/4312 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ
3. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. – М.: ООО «ТИД «Студент», 2013. – 496с.	30 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Келсан Р., Хемли А., Геогеган М. Научные основы нанотехнологий и новые приборы. Учебник-монография. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 528 с.	30 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Фахльман, Бредли Д.. Химия новых материалов и нанотехнологии. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 464 с.	72 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Барыбин А.А., Бахтина В.А., Томилин В.И., Томилина Н.П. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур. – Красноярск: СФУ, 2011. – 236 с.	ЭБС «Znanium.com»: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441543 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP- адресов КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию /Рос. информ. портал. Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

3. Znanium.com. [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: содержит электронные версии книг издательства «Инфра-М» и других ведущих издательств учебной литературы и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: <http://www.znaniy.com>

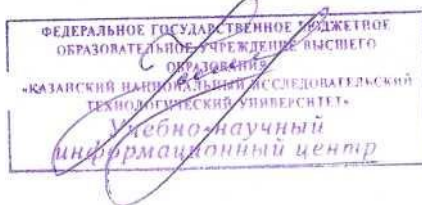
4. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов отечественных и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: <http://www.rbe.ru>.

5. ЭБС «Книгафонд». Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

6. Электронный каталог КНИТУ: <http://www.ruslan.kstu.ru>.

7. Журнал «Вестник Казанского технологического университета»:
<http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8488>

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для определения результатов 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лекционные занятия: проектор EPSON EB-X6, настенный экран, ноутбук AcerAspire 3000 (аудитория Е-525).

Лабораторные занятия:

- Комплекс лабораторный для проведения электрохимических исследований: лабораторный потенциостат-гальваностат Р-30I ООО «Элинс», управляющий ПК и рН-метр лабораторный Анион 4100.
- Потенциостат IPC-Pro MF
- Вольтметр универсальный цифровой В7-38М (2 шт).
- Микроскоп металлургический инвертированный Meiji IM7530
- Микроскоп МИИ-4
- Термостаты циркуляционные универсальные с ванной из нержавеющей стали ВТ25-1 , ВТ5-1 , ВТ3-1
- Магазины сопротивлений Р-33, Р-4831, ТЕ1061, ТЕ1041, ТЕ1051 (2 шт).
- Источники питания постоянного тока Б5-49, ТЕ-100-12-10УХА4, Б5-47 (2 шт).
- Потенциостат ПИ-50-1.1 (4 шт).
- Весы ВЛ-210, ВЛТЭ-1100

13. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины *«Химические методы формирования наноструктур»* используются следующие образовательные технологии, активные и интерактивные (18 часов) формы проведения занятий:

- Лекции – лекция визуализация, лекция пресс-конференция, проблемная лекция, лекция-беседа;

- Лабораторные и практические занятия – дискуссия, семинар-круглый стол, семинар в диалоговом режиме и семинар-развернутая беседа с обсуждением доклада по основным направлениям развития нанотехнологий,

химических и электрохимических методов синтеза наночастиц, нанообъектов, наноструктурированных материалов.

- Дополнительные консультации и дополнительные формы обучения по отдельным темам:

- Взаимный контроль студентов по тестам;

- Отработка пройденного материала при решении конкретных практических задач – группы студентов (3-4 человека) получают практические задания на одну тему и находят свой путь решения проблемы. Далее происходит обмен знаниями между студентами в малых группах («каруселька»)