

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

Бурмистров А.В.

(подпись)

« 04 » 07 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.09 Поверхностные явления в наноструктурированных материалах

Направление подготовки
28.04.02 «Наноинженерия»

Направленность (профиль) программы
Наноструктурированные натуральные и искусственные материалы

Квалификация (степень) выпускника магистр
Форма обучения очная

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологий, факультет наноматериалов и нанотехнологий
Кафедра-разработчик рабочей программы Плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов

Курс; семестр 2; 3

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9	0,25
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа	81	2,25
Зачет		
Всего	108	3

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 919 от 19.09.2017) по направлению 28.04.02 «Наноинженерия», направленность (профиль) программы «Наноструктурированные натуральные и искусственные материалы» на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года поступления. Примерная программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

Доцент каф. ПНТВМ
(должность)


(подпись)

А.А. Шинкарев
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПНТВМ, протокол № 15 от 02.07.2019 г.

Зав. кафедрой ПНТВМ, профессор



Э.Ф. Вознесенский

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета, реализующего подготовку образовательной программы, к которому относится кафедра-разработчик РП (ФНН) от 03.07.2019 г. № 21/2

Председатель комиссии, профессор



В.А. Сысоев

Зав. отделом магистратуры



Я.Р. Валитова

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» являются:

- а) изучение явлений, локализованных на границе раздела фаз в наноструктурированных материалах;
- б) рассмотрение основных подходов и представлений к рассмотрению явлений, происходящих на межфазных границах раздела в системах высокой дисперсности различной природы;
- в) знание основных свойств поверхностных слоев в материалах, в том числе размерных зависимостей данных свойств;
- г) знание основных методов исследования поверхностных свойств в наноструктурированных материалах и системах высокой дисперсности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» относится к базовой части ОП и формирует у магистров по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения учебного и научно-исследовательского видов деятельности.

Поверхностные явления в материалах находятся на стыке не только основных фундаментальных дисциплин, но также требуют знания специфических отраслей (разделов) научных знаний.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» магистрант по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия» должен успешно освоить следующие дисциплины:

Б1.В.07 «Функциональные наноструктурированные полимерные материалы»

Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов»

Б1.В.ДВ.03.01 «Наноструктурированные покрытия»

Б1.В.ДВ.03.02 «Межфазные процессы в наноструктурированных материалах»

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах», могут быть использованы при прохождении учебной, производственной, преддипломной, педагогической практик и выполнении выпускных квалификационных работ, а также могут быть использованы в научно-исследовательской работе по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-10 – Способен выполнять контроль, мониторинг и измерение параметров технологических операций процесса производства изделий с наноструктурированными керамическими покрытиями;

2. ПК-14 – Способен выполнять контроль технологических параметров производства полимерных наноструктурированных пленок со специальными свойствами.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) основные понятия, представления, законы и их математическое выражение для явлений, происходящих на границе раздела фаз в наноструктурированных материалах;

б) принципы использования фундаментальных экспериментальных фактов, лежащих в основе учения о поверхностных явлениях в наноструктурированных материалах;

в) принципы использования поверхностных явлений в современных технологиях, относящихся к области нанонауки;

г) основные методы исследования поверхностных явлений в наноструктурированных материалах.

2) Уметь:

а) выявлять основные процессы, протекающие на межфазных границах в наноструктурированных материалах на основании ряда физико-химических свойств;

б) устанавливать связь экспериментальных опытов с теорией с использованием соответствующих методик, подходов, уравнений;

в) применять имеющийся арсенал современных методов физико-химического анализа для исследования поверхностных свойств наноструктурированных материалов;

г) использовать простые методы обработки результатов измерения экспериментальных данных оптических, молекулярно-кинетических, адсорбционных, электрических и реологических свойств наноструктурированных материалов;

д) оценивать значение новейших открытий и разработок в области межфазных взаимодействий.

3) Владеть:

а) терминологией в области разделов научного знания, касающихся явлений на границе раздела фаз в наноструктурированных материалах;

б) умением прогнозной оценки степени влияния поверхностных свойств в свойства наноструктурированного материала;

в) навыками оценки особенностей проявления свойств на межфазных границах в технологии изготовления наноструктурированных материалов;

г) навыками анализа физико-химических свойств, используемых для характеристики межфазных явлений в наноструктурированных материалах.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

№ 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	Семинар (Практи- ческие занятия)	Лаборато- рные работы	СРС		
1	Поверхностные свойства однокомпонентных систем	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, реферат (конспект)
2	Поверхности раздела в двухкомпонентных системах конденсированных фаз	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование,
3	Термодинамика и процессы на границах в конденсированных веществах	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, реферат, (конспект)
4	Адгезия, смачивание и растекание жидкостей	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, реферат (конспект)
5	Адсорбционные равновесия	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, коллоквиум
6	Адсорбционные взаимодействия	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, реферат (конспект)
7	Ионная адсорбция	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование,
8	Диспергирование и конденсация	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, реферат (конспект)
9	Использование конденсационных методов в нанотехнологиях	1	1	2	-	9	При чтении лекции используется раздаточный материал	Собеседование, коллоквиум
Форма аттестации								зачет

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча- сы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формир уемые компете нции
1	1	1	Поверхностные свойства однокомпонентных систем	Классификация наноструктурированных материалов (виды, структура, свойства). Термодинамические характеристики поверхности. Поверхностная энергия. Поверхностная энергия и межмолекулярные взаимодействия.. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел (метод капиллярного поднятия, метод максимального давления пузырьков, метод счета капель (сталагмометрический), метод отрыва кольца).	ПК-10, ПК-14
2	2	1	Поверхности раздела в двухкомпонентных системах конденсированных фаз	Граница раздела жидкость – жидкость. Влияние температуры на поверхностное натяжение границ раздела между конденсированными фазами и критические температуры смешения жидкостей. Адгезия и абсорбция. Дисперсионная и недисперсионная составляющие поверхностной энергии. Граница раздела между твердыми фазами. Поверхностное натяжение и его компоненты.	ПК-10, ПК-14
3	3	1	Термодинамика и	Частица, зерно, кристаллит. Границы зерен. Структура,	ПК-10,

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
			процессы на границах в конденсированных веществах	энергия и движение внутренних границ. Однофазные структуры. Величина, форма и ориентировка зерен. Процессы кристаллизации из расплава. Зародышеобразование, формирование твердой фазы. Особенности структуры сплавов. Многофазные структуры. Размеры и форма частиц. Распределение фаз по материалу. Процессы микросегрегации. Сегрегация на границах зерен, поверхностные химические изменения. Диффузия. Процессы охрупчивания. Зернограничная диффузия. Межкристаллитная коррозия.	ПК-14
4	4	1	Адгезия, смачивание и растекание жидкостей	Внутренняя (полная) удельная поверхностная энергия. Количественные характеристики когезии и адгезии. Теории адгезии. Смачивание и краевого угол. Связь работы адгезии с краевым углом. Инверсия смачивания. Смачивание реальных твердых тел. Теплота смачивания. Растекание жидкости. Эффект Марангони	ПК-10, ПК-14
5	5	1	Адсорбционные равновесия	Основы термодинамики адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Адсорбция как самопроизвольный процесс, приводящий к различию в концентрациях компонентов в поверхностном слое и в фазе. Положительная адсорбция, поверхностно-активные вещества. Отрицательная адсорбция, поверхностно-инактивные вещества, поверхностно-неактивные вещества. Поверхностная активность. Двухмерное состояние вещества в адсорбционном слое.	ПК-10, ПК-147
6	6	1	Адсорбционные взаимодействия	Мономолекулярная адсорбция. Эмпирическое уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Анализ уравнения Ленгмюра. Нахождение констант уравнения Ленгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Типы изотерм адсорбции. Адсорбция газов и паров на пористых телах. Классификация пористой структуры. Количественные характеристики пористых тел и порошков. Теория капиллярной конденсации. Распределение пор по размерам. Теория объемного заполнения микропор.	ПК-10, ПК-14
7	7	1	Ионная адсорбция	Образование и строение, двойного электрического слоя. Механизм образования двойного электрического слоя. Теория Гельмгольца — Перрена. Теория Гуи — Чэпмена. Теория Штерна. Формула мицеллы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Методы определения ККМ. Гидрофильно-липофильный баланс ПАВ. Влияние различных факторов на электростатический потенциал. Электрокинетические явления. Практическое значение электрокинетических явлений.	ПК-10, ПК-14
8	8	1	Диспергирование и конденсация	Процессы диспергирования и конденсации в природе, технике и химической технологии. Термодинамические аспекты процесса конденсации. Неравновесность процесса. Влияние размера зародыша новой фазы. Критический радиус зародыша. Кинетика и термодинамика образования новой фазы в матрице. Влияние скорости образования зародышей и скорости их роста на дисперсность.	ПК-10, ПК-14
9	9	1	Использование конденсационных методов в нанотехнологиях	Методы физической конденсации. Двухстадийные физические методы для получения металлических наночастиц. Метод молекулярных пучков. Аэрозольный метод. Распылительная сушка. Криохимический синтез. Плазменный метод. Золь – гель метод. Метод замены растворителя. Химические конденсационные методы.	ПК-10, ПК-14

6. Содержание практических/семинарских занятий

Цель проведения практических/семинарских занятий – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, связанных с анализом структуры, свойств, методов получения и применения современных функциональных наноструктурированных материалов..

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	1	2	Поверхностные свойства <i>в однокомпонентных системах.</i>	<i>Термодинамические параметры поверхности в однокомпонентных и двухкомпонентных системах. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел.</i>	ПК-10, ПК-14
2	2	2	Поверхностные свойства <i>в двухкомпонентных системах.</i>	<i>Поверхностная энергия и межмолекулярные взаимодействия. Размерные зависимости реакционной способности и температуры фазовых переходов. Модели.</i>	ПК-10, ПК-14
3	3	2	Диффузия в металлах и сплавах	<i>Процессы диффузии. Зернограничные области.</i>	ПК-10, ПК-14
4	4	2	Адгезия, смачивание и растекание жидкостей	<i>Смачивание и краевой угол Растекание жидкости.</i>	ПК-10, ПК-14
5	5	2	Адсорбционные равновесия	<i>Поверхностно-активные вещества. Поверхностно-инактивные вещества. Поверхностно-неактивные вещества.</i>	ПК-10, ПК-14
6	6	2	Адсорбционные взаимодействия	<i>Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Типы изотерм адсорбции. Обработка изотерм адсорбции-десорбции микро- и мезопористых объектов на примере тилларных силикатов и оксида алюминия.</i>	ПК-10, ПК-14
7	7	2	Ионная адсорбция	<i>Мицеллообразование в растворах ПАВ. Методы определения ККМ. Гидрофильно-липофильный баланс ПАВ. Электрофорез. Седиментационная устойчивость.</i>	ПК-10, ПК-14
8	8	2	Диспергирование и конденсация	<i>Кинетика и термодинамика образования новой фазы в матрице. Существующие Модели</i>	ПК-10, ПК-14
9	9	2	Конденсационные методы	<i>Плазменный метод. Методы химического осаждения.</i>	ПК-10, ПК-14

7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия по дисциплине Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» учебным планом не предусмотрены

8. Самостоятельная работа магистра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Адсорбция растворимых ПАВ. Применение ПАВ.	9	<i>Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №1, написание реферата. Основная и дополнительная литература</i>	ПК-10, ПК-14
2	Явления когезии и адгезии. Связь поверхностной энергии с энергией когезии. Правило Стефана.	9	<i>Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №2, написание реферата Основная и дополнительная литература</i>	ПК-10, ПК-14
3	Методы химической кинетики и их	9	<i>Работа с конспектом лекций, подготовка к</i>	ПК-10, ПК-14

	использование для изучения механизмов гетерогенных каталитических реакций.		практическому занятию №3, написание реферата Основная и дополнительная литература	
4	Хроматографические методы для характеристики свойств поверхности катализаторов и носителей.	9	Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №4, написание реферата Основная и дополнительная литература	ПК-10, ПК-14
5	Термопрограммируемые методы для характеристики поверхностных свойств носителей и катализаторов.	9	Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №5, написание реферата Основная и дополнительная литература	ПК-10, ПК-14
6	Методы исследования структуры поверхности твердых тел.	9	Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №6, написание реферата Основная и дополнительная литература	ПК-10, ПК-14
7	Набухание и растворение высокомолекулярных соединений. Кинетика набухания полимеров.	9	Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №7, написание реферата Основная и дополнительная литература	ПК-10, ПК-14
8	Методы синтеза массивных наноструктурированных материалов	9	Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №8, написание реферата Основная и дополнительная литература	ПК-10, ПК-14
9	Охрупчивание металлов и сплавов. Межкристаллитная коррозия.	9	Работа с конспектом лекций, подготовка к практическому занятию №9, написание реферата Основная и дополнительная литература	ПК-10, ПК-14

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» используется рейтинговая система. 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. Итоговый рейтинг студента по дисциплине складывается по результатам, полученным на модулях. Интервалы баллов и сроки контроля по модулям, представлены в таблице.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
1. Лекционные занятия. Рейтинг модуля оценивается по материалам прочитанных лекций	4,5	5	10
2. Практические/семинарские занятия	18	9	18
3. Реферат	5	25	42
4. Коллоквиум	2	21	30
Итого:		60	100

Примечания:

1) общая оценка модулей 1,2,3,4 складывается из суммы оценок каждой работы, которая усредняется;

2) пересчет рейтинга в четырех-балльную шкалу оценки: $0 \leq R < 60$ – неудовлетворительно, $60 \leq R < 73$ – удовлетворительно, $73 \leq R < 87$ – хорошо, $R > 87$ – отлично.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 368 с. — Текст : электронный	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/book/94117 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: Монография / Андриевский Р.А., - 3-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. Лаб. знаний, 2017. - 255 с.: - Текст : электронный.	ЭБС «Знаниум» https://znanium.com/catalog/product/542549 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Основы нанотехнологии: Учебник / Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабров В.А., - 2-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. Лаб. знаний, 2017. - 400 с.: - Текст : электронный.	ЭБС «Знаниум» https://new.znaniium.com/catalog/product/541189 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Волков, В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В.А. Волков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с.— Текст : электронный	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/book/65045 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Беляев А.П., Физическая и коллоидная химия : учебник / А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 752 с. - 752 с. - Текст : электронный	ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446607.html доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
6. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 480 с. — Текст : электронный	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/book/135513 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации по дисциплине Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Особенности физико-химических	ЭБС «ЛАНЬ»

свойств нанопорошков и наноматериалов : учебное пособие / А.П. Ильин, А.В. Мостовщиков, А.В. Коршунов, Л.О. Роот. — 2-е изд. — Томск : ТПУ, 2017. — 212 с. — Текст : электронный	https://e.lanbook.com/book/106760 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Никифорова, Э. М. Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов : учебное пособие / Э. М. Никифорова, Р. Г. Еромасов, А. Ф. Шиманский. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2016. — 156 с. — Текст : электронный	ЭБС «IPR books» http://www.iprbookshop.ru/84176.html доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Шабатина Т.И., Нанохимия и наноматериалы : Учеб. пособие / Т. И. Шабатина, А. М. Голубев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 63 с. - Текст : электронный	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839652.html доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Новикова, Е.А. Коллоидная химия : поверхностные явления : курс лекций : учебное пособие / Е.А. Новикова, Г.А. Фролов. — Москва : МИСИС, 2016. — 129 с.	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/book/93618 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Дерябин, В. А. Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие для вузов / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова ; под научной редакцией Е. А. Кулешова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 86 с. . — Текст : электронный	ЭБС «ЮРАЙТ» https://biblio-online.ru/bcode/454613 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
6. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие / А.Г. Морачевский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1857-2. — Текст : электронный	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/book/64335 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
7. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник : учебное пособие / В. А. Малов, В. Н. Наумов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 180 с.— Текст : электронный	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/book/133889 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

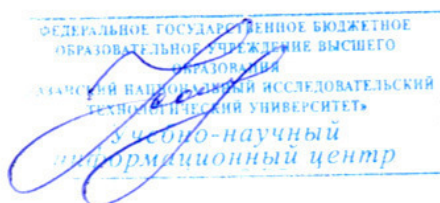
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах» используются электронные источники информации:

ЭБС «КнигаФонд»	http://www.knigafund.ru
ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru/
ЭБС «ЮРАЙТ»	https://www.biblio-online.ru
ЭБС «Лань»	http://e.lanbook.com
ЭБС «Знаниум»	http://znanium.com
Сайт нанотехнологического общества России	http://www.ntsр.info/
Сайт о нанотехнологиях №1 в России	http://www.nanonewsnet.ru/
Российский электронный наножурнал	http://www.nanorf.ru/
Электронная библиотека КНИТУ	http://ruslan.kstu.ru
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



Усольцева И.И.

11. 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:

- 1) комплект электронных презентаций/слайдов;
- 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

3. Семинарские/практические занятия:

- 1) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

2. Прочее

- 1) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- 2) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе, составляет 50 процентов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33 процента аудиторных занятий.