

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)  
«06» 07 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.11 Методы контроля свойств наноматериалов

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 1; 2

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9	0,25
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	63	1,75
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:

Профессор каф. ПНТВМ  
(должность)

  
(подпись)

Ф.С. Шарифуллин  
(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.11 «Методы контроля свойств наноматериалов» являются:

- а) систематизирование знаний о методах и методиках проведения исследований свойств наноматериалов;
- б) формирование навыков и умений выполнения входного и выходного контроля параметров исследуемых материалов;
- в) формирование компетенций, заключающихся в способности осуществлять выбор необходимых методов исследования и применение современных приборов и оборудования для контроля свойств наноматериалов, исходя из поставленных целей и задач.

## ***2. Место дисциплины в структуре образовательной программы***

Дисциплина Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и формирует у магистров по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и инновационной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов» магистрант по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия» должен успешно завершить обучение по следующим дисциплинам:

Б1.В.02 «Методы исследования и моделирования нанообъектов, приборов и нанотехнологических процессов»;

Б1.В.04 «Инновационные технологии переработки и модификации натуральных и искусственных наноматериалов»;

Б1.В.07 «Функциональные наноструктурированные полимерные материалы».

Дисциплина Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

Б1.В.06 «Промышленные основы получения наноструктурированных материалов»;

Б1.В.09 «Поверхностные явления в наноструктурированных материалах»;

Б1.В.ДВ.02.01 «Технология и оборудование получения наноструктурированных полимерных пленок».

Знания, умения и компетенции, формируемые при изучении дисциплины «Методы контроля свойств наноматериалов» могут быть использованы при прохождении учебной и производственной практик, а также при выполнении магистерской диссертации по направлению подготовки 28.04.02 «Наноинженерия».

## ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

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

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

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- а) теоретические основы получения наноматериалов;

б) физические закономерности, лежащие в основе работы приборов для исследования свойств наноматериалов;  
 в) методы проведения экспериментального контроля свойств наноматериалов;  
 г) возможности и ограничения основных методов исследования и контроля свойств наноматериалов.

2) Уметь:

а) исходя из поставленных задач выбирать наиболее подходящий комплекс методов исследования;

б) использовать экспериментальные методы определения свойств наноматериалов;

в) выполнять обработку результатов анализа с использованием специализированных прикладных программ.

3) Владеть:

а) навыками выполнения работ по пробоподготовке образцов;

б) навыками самостоятельной эксплуатации современного оборудования и приборов;

в) навыками интерпретации и представления результатов исследований.

**4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов».**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Лабораторные работы	СРС	
1	Методы получения и свойства наноматериалов	2	1		4	Собеседование
2	Исследование физико-химических и механических свойств наноматериалов	2	4	24	39	Собеседование, лабораторные работы, реферат
3	Пробоподготовка при исследовании наноматериалов	2	2	8	12	Собеседование, лабораторные работы, реферат
4	Обработка и интерпретация результатов исследований	2	2	4	8	Собеседование, лабораторные работы, реферат
Форма аттестации						Зачет

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием используемых инновационных образовательных технологий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Методы получения и свойства наноматериалов	1	Основные технологии получения наноматериалов и их свойства	Порошковая металлургия получения наноматериалов. Получение аморфных материалов. Методы с использо-	ПК-10, ПК-14

				ванием интенсивной пластической деформации. Тонкопленочные технологии модификации поверхности. Методы получения фуллеренов, нанотрубок. Пучки заряженных частиц низких и средних энергий в нанотехнологиях. Формирование нанокристаллических покрытий	
2	Исследование физико-химических и механических свойств наноматериалов	4	Методы диагностики наноструктур	Методы структурного и химического анализа нанобъектов: электронная микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, рентгеноструктурный анализ, спектральные методы исследования. Механические испытания твердых тел на нанотвердость, прочность.	ПК-10, ПК-14
3	Пробоподготовка при исследовании наноматериалов	1	Особенности пробоподготовки и исследования свойств наноматериалов	Гомогенизация, измельчение. Среда – разбавление. Количество и размер образца. Присутствие загрязнений и примесей. Разрушающие и неразрушающие методы.	ПК-10, ПК-14
4	Обработка и интерпретация результатов исследований	1	Статистическая обработка результатов исследования. Применение прикладных пакетов программ	Основные статистические характеристики однородной выборки. Доверительные интервалы и оценка их величины. Исследование вариационных рядов. Проверка статистических гипотез. Специализированные пакеты программ для обработки полученных результатов исследований.	ПК-10, ПК-14

### **6. Содержание практических занятий**

Учебным планом магистерской программы 28.04.02 «Наноинженерия» проведение практических занятий по дисциплине Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов» не предусмотрено.

### **7. Содержание лабораторных занятий**

Учебным планом магистерской программы 28.04.02 «Наноинженерия» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов».

Цель проведения лабораторных занятий – практическое освоение студентами содержания теоретического материала, а также формирование умений и навыков работы на современных научно-исследовательских приборах по исследованию свойств наноматериалов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Исследование физико-химических и механических свойств наноматериалов	8	Исследование поверхности наноматериалов с применением электронной микроскопии	ПК-10, ПК-14
		8	Исследование структуры наноматериалов с применением рентгеноструктурного анализа	ПК-10, ПК-14
		4	Исследование химических свойств наноматериалов с применением спектральных методов анализа	ПК-10, ПК-14
		4	Исследование механических свойств наноматериалов с применением наноиндентирования	ПК-10, ПК-14
2	Пробоподготовка при исследовании наноматериалов	3	Пробоподготовка при исследовании поверхности наноматериалов	ПК-10, ПК-14
		3	Пробоподготовка при исследовании структуры наноматериалов	ПК-10, ПК-14
		2	Пробоподготовка при исследовании механических свойств	ПК-10, ПК-14
3	Обработка и интерпретация результатов исследований	4	Статистические методы обработки результатов исследования	ПК-10, ПК-14

### **8. Самостоятельная работа магистранта**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Классификация наноструктурных материалов	4	реферат	ПК-10, ПК-14
2	Квантовые размерные эффекты в наноматериалах	6	реферат	ПК-10, ПК-14
3	Практическое применение наноматериалов	8	реферат	ПК-10, ПК-14
4	Оптические методы исследования наноматериалов	15	реферат	ПК-10, ПК-14
5	Технологические особенности получения и свойства наноматериалов	20	реферат	ПК-10, ПК-14
6	Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах	10	реферат	ПК-10, ПК-14

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Методы контроля свойств наноматериалов» 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 по следующим модулям:

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторные работы	8	40	64
Собеседование	4	10	16
Реферат	1	10	20
Итого:		60	100

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.11 «Методы контроля свойств наноматериалов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Верещагина, Я.А. Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии/ Казань: 2009.- 116 с.. ISBN: 978-5-7882-0778-0	71 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Вознесенский, Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии/ Абдуллин, И.Ш.; Шарифуллин, Ф.С.- Казань: 2014.- 182с.. ISBN: 978-5-7882-1545-7	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Сальников В.Д., Методы контроля и анализа веществ. Рентгенографические методы анализа : лаб. практикум / В.Д. Сальников - М. : МИСиС, 2014. - 55 с. - ISBN 978-5-87623-768-2	ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237682.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237682.html</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Мишина Е.Д., Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур / Е.Д. Мишина. - М. : БИНОМ, 2013. - 184 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-9963-2131-5	ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321315.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321315.html</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Минько, Н. И. Методы получения и свойства нанообъектов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Минько, В. В. Строкова, И. В. Жерновский, В. М. Нарцев. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2013. – 165 с. - ISBN 978-5-9765-0326-7	ЭБС «Znanium.com» <a href="https://znanium.com/catalog/product/462886">https://znanium.com/catalog/product/462886</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Фахльман, Бредли Д. Химия новых материалов и нанотехнологии/ Долгопрудный: Интел-	72 экз. в УНИЦ КНИТУ

лект,2011.- 464 с.. ISBN: 978-5-91559-029-7	
2. Нанонаука и нанотехнологии/ М.: Магистр-Пресс,2010.- 992 с.. ISBN: 978-5-89317-224-9; ISBN: 978-92-3-403999-4.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Мишина Е.Д., Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е.Д. Мишина, и др. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-473-7	ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014737.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014737.html</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Тарасова, Н.В. Оптические методы исследований наноматериалов и наносистем [Электронный ресурс] : метод. указания к лаб. занятиям по дисциплине «Материаловедение наноматериалов и наносистем» / Н.В. Тарасова .— Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017 .— 25 с.	ЭБС «РУКОНТ» <a href="https://lib.rucont.ru/efd/641015">https://lib.rucont.ru/efd/641015</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

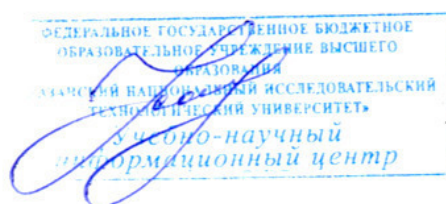
### ***10.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Методы контроля свойств наноматериалов» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «Консультант студента»: – Режим доступа: [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
2. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
3. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/>
4. ЭБС «ЮРАЙТ» - Режим доступа: <http://biblio-online.ru/>
5. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>
7. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ - Режим доступа: <http://ruslan.kstu.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).**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

## **13. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Методы контроля свойств наноматериалов» объем занятий, проводимых в интерактивной форме, определен в размере 9 часов. Данные часы отводятся на проведение лабораторных занятий. Суть интерактивного обучения состоит в том, что учебный процесс организован таким образом, что практически все обучающиеся оказываются вовлеченными в процесс познания, они имеют возможность понимать и рефлексировать по поводу того, что они знают и думают. Совместная деятельность обучающихся в процессе познания, освоения учебного материала означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Конкретное содержание занятий, проводимых в интерактивной форме, представлено в таблице.

№ п/п	Тема интерактивного занятия	Форма проведения интерактивного занятия	Часы
1	Влияние толщины покрытия на механические свойства наноматериалов	Лабораторное занятие	4
2	Влияние структуры поверхности на прочностные свойства наноматериалов	Лабораторное занятие	5