

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.
« 2 » 04 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Нанометрология

Направление подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Органические и неорганические наноматериалы

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

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 4; 8

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9	
Практические занятия	27	
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия		
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации: зачет		
Всего	72	2

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 подготовки «Органические и неорганические наноматериалы» набора обучающихся 2019 года поступления.

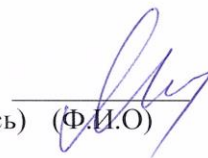
Разработчик программы:

Доцент каф.ПНТВМ

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О)



Миронов М.М.

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

Зав. кафедрой ПНТВМ, профессор



Вознесенский Э.Ф.

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ

(подпись)



Л. А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Нанометрология» являются:

- а) формирование знаний об основных взаимообусловленных правилах и нормативах, направленных на обеспечение единства измерений на микро – и наноуровнях;
- б) обучение основным принципам и методам нормированных измерений наноразмерных объектов;
- в) обучение способам грамотного использования результатов теоретической нанометрологии, опирающихся на современные достижения нанотехнологий;
- д) формирование основных понятий и принципов в области нанометрологии.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нанометрология» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательного процесса и формирует у бакалавров по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» по профилю подготовки «Органические и неорганические наноматериалы» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Нанометрология» бакалавр по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» по профилю подготовки «Органические и неорганические наноматериалы» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.О.25 Метрология, стандартизация и технические измерения;
- б) Б1.В.ДВ.10.01 Электронная микроскопия.

Дисциплина «Нанометрология» является предшествующей и необходима для изучения дисциплин:

- а) Б2.В.02 (П) Производственная практика (преддипломная практика), а также успешного выполнения выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» по профилю подготовки «Органические и неорганические наноматериалы».

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-6 Способен выполнять анализ технологической информации, полученной на различных этапах получения композиционных материалов с заданными свойствами

ПК-6.1 Знает методы получения, технологические процессы и режимы производства композиционных материалов, основные технологические и конструктивные данные выпускаемой продукции, стандарты и технические условия на продукцию;

ПК-6.2 Умеет разрабатывать современные системы и методы контроля свойств наноструктурированных композиционных материалов; составлять отчетную документацию по получению композиционных материалов с заданными свойствами;

ПК-6.3 Владеет навыками внесения изменений в технологическую карту производства наноструктурированных композиционных материалов в части корректировки регулируемых параметров технологического процесса на основе анализ технологической информации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) основы метрологии, в том числе, законодательные акты в сфере нанометрологии;

б) основные методы и средства измерения физических величин и исследования нанообъектов;

в) методы получения, технологические процессы и режимы производства композиционных материалов, основные технологические и конструктивные данные выпускаемой продукции, стандарты и технические условия на продукцию

основные понятия нанометрологии;

2) Уметь:

а) разрабатывать современные системы и методы контроля свойств наноструктурированных композиционных материалов; составлять отчетную документацию по получению композиционных материалов с заданными свойствами

б) осуществлять выбор контрольно-измерительной техники для контроля качества продукции и технологических процессов;

в) применять полученные знания для решения задач исследовательского и прикладного характера;

3) Владеть:

а) навыками внесения изменений в технологическую карту производства наноструктурированных композиционных материалов в части корректировки регулируемых параметров технологического процесса на основе анализ технологической информации

б) терминологией по тематике дисциплины;

в) навыками проведения измерений и обработки экспериментальных данных.

4. Структура и содержание дисциплины «Нанометрология»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п /п	Раздел дисципли ны	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практическ ие занятия)	Лаборат орные работы	КСР	СРС	
1	Современна я нанометрол огия линейных измерений	8	3	10			10	Устный опрос
2	Регламент ирующие документы в области нанометро логии	8	2	10			6	Устный опрос
3	Эталонна я база физически х нановеличи н и эталонные наноустан овки	8	2	7			10	Коллоквиум
4	Методики измерений физико- химически х параметро в и свойств объектов нанотехно логий	8	2	-			10	Реферат, защита реферата Итоговая контрольная работа
ИТОГО			9	27			36	
		Форма аттестации						зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций
1	Современная нанометрология линейных измерений	3	Введение Метрология и основы теории измерений Современная нанометрология линейных измерений	Содержание и задачи дисциплины. Ее место среди других дисциплин направления «Наноинженерия». Предмет изучения дисциплины. Связь нанометрологии с метрологией и другими науками. Основные термины и понятия дисциплины. Возникновение нанометрологии. Направления работ в области нанометрологии. Организация исследований и кадровое обеспечение nanoиндустрии. Проблемы и задачи нанометрологии	<i>ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3</i>
2	Регламентирующие документы в области нанометрологии	2	Законодательная метрология Законодательство в нанометрологии	Основные регламентирующие положения и документы в нанометрологии. Стандартизация и сертификация в nanoиндустрии. Законодательная база метрологии и нанометрологии. Цели и задачи Регионального отделения ЦМО.	<i>ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
3	Эталонная база физических нановеличин и эталонные наноустановки	2	Эталоны. Точность измерений	Нестабильность, точность и неопределенность nanoизмерений. Измерение линейных размеров рельефных	<i>ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3</i>

				наноструктур. Точность измерения линейных наноразмеров. Особенности наноизмерений в АСМ-режиме. Этапы оценивания погрешностей и неопределенностей . Пример вычисления погрешности эталоны	
4	Методики измерений физико-химических параметров и свойств объектов нанотехнологий. Место результатов измерений в технологической карте.	2	Методики поверки и калибровки средств измерений	Рельефные меры для нанометрового диапазона. Классификация тест- объектов. Поверка рельефной меры. Калибровка рельефной меры. Измерительные растровые электронные микроскопы (РЭМ). Поверка растровых микроскопов. Стандартная калибровка растровых микроскопов. Калибровка РЭМ по двум координатам. Атомно-силовые измерительные зондовые микроскопы. Поверка АСМ. Калибровка АСМ Сравнительный анализ технических средств нанометрологии. Основные особенности измерений физико- химических параметров и свойств объектов нанотехнологий. Основные методы измерений физико-	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

				химических параметров и свойств объектов нанотехнологий	
--	--	--	--	---	--

6. Содержание практических занятий

Целью проведения практических занятий по дисциплине является формирование у студентов навыков работы с нормативными документами, методиками испытаний на нанометровом уровне, формирование понятий процедуры поверки и калибровки.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенций
1	Современная нанометрология линейных измерений	10	Нанометрология и ее интеграция в направление подготовки «Наноинженерия» Формы представления результатов измерений	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2	Регламентирующие документы в области нанометрологии	10	Обеспечение единства измерений в нанометрологии Формы представления результатов измерений	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
3	Эталонная база физических нановеличин и эталонные наноустановки	7	Эталоны в метрологии Методики поверки и калибровки аппаратуры	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом по направлению «Наноинженерия» в рамках изучения дисциплины «Нанометрология» проведение лабораторных работ не предусмотрено.

8. Самостоятельная работа бакалавра

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

	работу			
1	Калибровка. Поверка. Поверочные схемы	12	Информационный поиск Подготовка к опросу	<i>ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3</i>
2	Законодательство в области метрологии. Закон «Об обеспечении единства измерений» Нормативные документы в метрологии	12	Информационный поиск Защита и прием отчета по практической работе	<i>ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3</i>
3	Методики исследования нанообъектов Общие проблемы метрологии и нанометрологии	12	Подготовка реферата Информационный поиск Устный опрос	<i>ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3</i>

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КРС	Индикаторы достижения компетенций

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Нанометрология» 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 КНИТУ.

Преподавание дисциплины осуществляется при очной форме обучения в 8 семестре и заканчивается зачетом .

При изучении дисциплины предусматриваются следующие оценочные средства и формы контроля: дискуссия в формате круглого стола, подготовка проекта, вопрос-ответ, экзамен и устный опрос. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Устный опрос</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>14</i>
<i>Подготовка реферата</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>25</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>36</i>
<i>Коллоквиум</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>25</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

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 «Нанометрология» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Сергеев А.Г. Нанометрология: монография / А.Г.Сергеев. – М.: Логос, 2011 г. - 415 с. http://www.knigafund.ru/books/116211	ЭБС «КнигаФонд» http://www.knigafund.ru доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата /И.М. Лифиц – 12-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2015. – 314 с. – Серия : Бакалавр, Прикладной курс ISBN: 978-5-9916-4779-3, 978-5-9692-1575-7 http://www.biblio-online.ru/thematic/?5&id=urait.content.75BC3ACB-3F93-43F2-ABA0-8EAAA441E180&type=c_pub	ЭБС «Юрайт» http://www.urait.ru доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Основы стандартизации, метрологии и сертификации: учебник для студентов вузов/ [А.В.Архипов и др.]; под ред. В.М.Мишина. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2012 г. - 447 с. http://www.knigafund.ru/books/149342/read#page2	ЭБС «КнигаФонд» http://www.knigafund.ru доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством/ М.И. Николаев – М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2011 г. – 119 с. http://www.knigafund.ru/books/172973/read#page3	ЭБС «КнигаФонд» http://www.knigafund.ru 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. Сергеев А.Г. Метрология: история, современность, перспективы: учеб.пособие / А.Г.Сергеев. – М.:	ЭБС «КнигаФонд»

Университетская книга; Логос, 2009. – 384с.: ил. (Новая университетская библиотека) http://www.knigafund.ru/books/169692/read#page2	http://www.knigafund.ru доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Дресвянников А.Ф. Естественные константы и измерение физических величин/ А.Ф. Дресвянников, М.Е. Колпаков. – Казань, 2011 г. – 139 с. ISBN: 978-5-7882-1105-3	58 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Раннев Г. Г. Методы и средства измерений / Г. Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – М.: Академия, 2008 г.-330 с. ISBN: 978-5-7695-4616-7	15 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Аристов А.И. Метрология, стандартизация, сертификация / А.И.Аристов, В.М. Приходьков, И.Д.Сергеев, Д.С.Фатюхин. – М.: Инфра-М, 2012 г.- 256 с. ISBN: 978-5-16-004750-8	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Таренко Б.И. Метрология, взаимозаменяемость, стандартизация и сертификация/ Б.И. Таренко, Р.А. Усманов. – Казань, 2010 г.- 136 с. ISBN: 978-5-7882-0904-3	115 экз. в УНИЦ КНИТУ

	КНИТУ
Перемитина, Т.О. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / Т.О. Перемитина ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2016. – 150 с.	ЭБС «Университетская библиотека online» - https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480887 доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Нанометрология» используются электронные источники информации:

Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
ЭБС Znanium.com	http://znanium.com
Электронный каталог УНИЦ	http://ruslan.kstu.ru
Метрология. Метрологическое обеспечение производства	http://www.metrob.ru/
Химическая энциклопедия	http://www.chemport.ru/
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации	http://docs.cntd.ru/

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – доступ свободный <http://docs.cntd.ru/>
2. Информационный портал Метрология. Метрологическое обеспечение производства - доступ свободный <http://www.metrob.ru>
3. Нанометр. Нанотехнологическое сообщество <http://www.nanometer.ru/>
4. Сайт группы РОСНАНО <https://www.rusnano.com/>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

В качестве материально-технического обеспечения должны использоваться мультимедийные средства; исследовательское оборудование, химическая лаборатория.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине «Нанометрология» оснащены оборудованием:

1)Лабораторное оборудование: Конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Olympus LEXT4100, весы лабораторные ВСП-0,5/0,1-1, рН-метр рН-150МИ, Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом, Цифровой фотоэлектроколориметр АР-700 Сушильный шкаф SNOL-67/350 Шкаф сушильный 2В-151 Вытяжной шкаф ШВ-УК-2К

2)Технические средства обучения: Проектор Epson; Экран; Широкоформатный телевизор с возможностью демонстрации презентаций и обучающих фильмов, ноутбук Samsung RV513-S03 RV; Принтер HP LJ Pro, Wi-Fi роутер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

3)Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Нанометрология»:

Прикладное ПО: Справочная система нормативно-технической информации «Техэксперт» (Договор с Пользователем ИСС №165-Д-6831/17 от 28.12.2017), Справочная правовая система «Консультант Плюс» (Договор №17/2028/Б от 28.04.2017), Автоматизированная библиотечно-информационная система (АБИС) «Руслан» (Договор №01-12/2017 от 18.12.2017)/

Офисные и деловые программы ABBYY FineReader 9.0 проф от 19.11.2008 № AF90-3S1V01-102

Офисные и деловые программы MS Office 2007 Professional Russian от 16.10.2008 лицензия № 44684779

13. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Нанометрология» используются следующие образовательные технологии:

- Модульно – рейтинговая технология с укрупнением блоков теоретического материала;
- Диалоговые технологии (устные опросы, опрос «вопрос- ответ»);
- Компьютерные технологии (Защита реферата с презентацией).

Учебным планом предусмотрено проведение 9 часов занятий по данной дисциплине в интерактивной форме.

2 часа лекций проводятся в интерактивной форме (в формате круглого стола). Смысл данного метода состоит в обмене взглядами по конкретной проблеме. Это активный метод, позволяющий научиться отстаивать свое мнение и слушать других. В таком формате проводятся лекции по темам

«Проблемы и задачи нанометрологии», «Этапы оценивания погрешностей и неопределенностей . Пример вычисления погрешности эталона».

В ходе дискуссии выявляется общий уровень знаний студентов как по конкретной тематике, так и в целом. Такие дискуссии позволяют закрепить полученные знания, в свободной форме сформировать мнение студентов об изучаемой дисциплине, ее перспективах и подготовить их к будущей деятельности.

Также при изучении данной дисциплины в рамках практических работ используется «Метод проектов» – выполнение индивидуального или группового творческого проекта, по какой – либо теме.

В данном методе учащиеся самостоятельно приобретают недостающие знания из разных источников; учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения познавательных и практических задач; приобретают коммуникативные умения, работая в различных группах; развивают исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, общения); развивают системное мышление.

Группе выдается задание, состоящее из нескольких частей, студенты делятся на подгруппы по предпочтениям и выполняют малые задания, затем объединяя их в единое целое.