

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
« 4 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.10.1 «Вакуумная техника в нанотехнологиях»

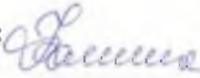
Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения очная
Институт, факультет ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы: ВТЭУ
Курс, семестр 4к., 7с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	72	2
Форма аттестации: зачет		-
Всего	108	3

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2018 г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

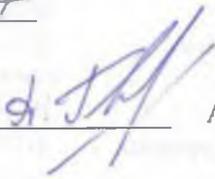
Разработчик программы:  М.Г. Фомина
доцент

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 31.08 2018г. № 1

Зав. кафедрой, профессор  В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от «03» 09 2018г. № 7

Председатель комиссии, доцент  А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент  Л.А. Китасва

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Вакуумная техника в нанотехнологиях» являются:

- а) Получение инженерных знаний в области теории, навыков и практического применения нано технологий.
- б) Получение инженерных знаний в области технологических установок получения нано структурных образований в вакууме;
- в) Подготовка к участию в проектировании вакуумных установок для получения нано структурных образований;
- г) Подготовка к самостоятельной эксплуатации вакуумных установок для получения нано структурных образований;

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Вакуумная техника в нанотехнологиях» относится к дисциплинам по выбору ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Вакуумная техника в нанотехнологиях» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.14 Материаловедение
- б) Б1.В.ОД.9 Теплообмен
- в) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа
- г) Б1.Б.17 Электротехника и электроника
- д) Б1.В.ОД.10 Физика вакуума
- е) Б1.В.ДВ.6.1 Поршневые вакуумные насосы
- ж) Б1.В.ДВ.7.1 Вакуум – измерительные приборы
- з) Б1.В.ДВ.8.1 Вакуумные насосы динамического действия
- и) Б1.В.ОД.7 Электрические явления в вакууме
- к) Б1.В.ОД.12 Роторные вакуумные насосы
- л) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы

Знания, полученные при изучении дисциплины «**Вакуумная техника в нанотехнологиях**», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

1. ПК-9: умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;
2. ПК-10: способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;
3. ПК-12: способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий,

узлов и деталей выпускаемой продукции.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

1) Знать:

- а) виды nano структур получаемых в вакуумных установках и их характерные особенности;
- б) технологические методы получения nano структур в вакуумных установках;
- в) технологическое и контролирующее оборудование, применяемое в вакуумных установках получения nano структур.

2) Уметь:

- а) выбрать необходимый технологический процесс для получения нужного nano структурного образования;
- б) выбрать необходимое технологическое оборудование для проведения технологического процесса получения нужного nano структурного образования.

3) Владеть:

- а) приемами определения оптимальных параметров проведения технологического процесса для получения нужного nano структурного образования;
- б) навыками эксплуатации технологического оборудования применяемого для получения nano структур;
- в) приемами контроля технологического процесса в вакуумных установках для получения nano структур.

4. Структура и содержание дисциплины «Вакуумная техника в нанотехнологиях»

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
			Лекции	Семинар (Практическое занятие)	Лаб. занятия	СРС	
1	Нано технологии. Общие понятия. Физические основы.	7	4	-	-	12	Индивидуальное задание. Тестирование. Контрольная работа.
2	Технологии nano материалов.	7	2	-	-	12	Индивидуальное задание. Тестирование. Контрольная работа.
3	Нано структурные упрочняющие покрытия.	7	2	-	-	8	Тестирование.
4	Методы нанесения покрытий в вакууме.	7	2	-	-	8	Тестирование. Контрольная работа.
5	Ионно-плазменный метод.	7	4	-	6	12	Тестирование. Контрольная работа. Отчет по лабораторным работам

6	Вакуумные дуговые системы.	7	2	-	6	8	Тестирование. Контрольная работа. Отчет по лабораторным работам
7	Вакуумные установки для получения наноструктур.	7	2	-	6	12	Индивидуальное задание. Тестирование. Отчет по лабораторным работам
	Итого		18	-	18	72	
	Промежуточная аттестация						Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

Тема № п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Нанотехнологии. Общие понятия. Физические основы.	2	<i>Лекция 1.</i> Нано технологии. Общие понятия.	Положение нано структур на шкале размеров. Краткая история развития. Применение нано структурных материалов.	ПК-10, ПК-12
		2	<i>Лекция 2.</i> Нано технологии. Физические основы.	Зависимость физических свойств нано структур от их размера. Роль поверхности. Проявления квантовых эффектов.	ПК-10, ПК-12
2	Технологии нано материалов.	2	<i>Лекция 3.</i> Технологии нано материалов.	Порошковый метод. Метод пластической деформации. Поверхностные технологии.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
3	Нано структурные упрочняющие покрытия	2	<i>Лекция 4.</i> Нано структурные упрочняющие покрытия	Свойства и характеристики упрочняющих покрытий. Классификация упрочняющих покрытий. Нано структурные упрочняющие покрытия. Типы. Свойства	ПК-9, ПК-10, ПК-12
4	Методы нанесения покрытий в вакууме.	2	<i>Лекция 5.</i> Методы нанесения покрытий в вакууме	Классификация методов. Типы получаемых покрытий. Термические методы. Осаждение из газовой фазы. Формирование тонких пленок на поверхности.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
5	Ионно-плазменный метод	2	<i>Лекция 6.</i> Ионно-плазменные методы. Типы устройств.	Классификация. Физические основы. Ионное распыление. Коэффициент распыления. Ионно-лучевое распыление. Аномальный тлеющий разряд. Ионный метод.	ПК-9, ПК-10, ПК-12

		2	<i>Лекция 7.</i> Магнетронные распылительные системы.	Вольт-амперные характеристики магнетронного разряда. Влияние параметров. Варианты конструкции магнетронов. Процесс реактивного осаждения. Способы управления процессом реактивного распыления.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
6	Вакуумные дуговые системы.	2	<i>Лекция 8.</i> Вакуумные дуговые системы.	Физические основы. Катодное пятно. Управление процессом дугового испарения. Конструкции вакуумно- дуговых плазменных источников. Устройства поджига дуги. Достоинства и недостатки метода.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
7	Вакуумные установки для получения нано структур.	2	<i>Лекция 9.</i> Вакуумные установки для получения нано структур	Конфигурации установок для получения пленочных нано структурных покрытий. Системы напуска газа. Системы распыления. Конфигурации установок для получения углеродных нано структур.	ПК-9, ПК-10, ПК-12

6. *Практические занятия* не предусмотрены учебным планом.

7. *Содержание лабораторных занятий*

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча сы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Ионно- плазменный метод.	3	Магнетронная распылительная система.	Изучить конструкцию магнетронной распылительной системы. Провести замер параметров и формы магнитного поля магнетрона. Разбор конкретных ситуации – 2ч.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
2	Ионно- плазменный метод.	3	Нанесение покрытий методом магнетронного распыления.	Освоить управление параметрами технологического процесса. Провести процесс нанесения покрытия на заданную подложку. В процессе нанесения	ПК-9, ПК-10, ПК-12

				регистрировать параметры процесса. Разбор конкретных ситуации – 3ч.	
3	Вакуумные дуговые системы.	3	Дуговой источник.	Изучить конструкцию дугового планарного источника и системы питания и управления. Замерить параметры. Разбор конкретных ситуации – 2ч.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
4	Вакуумные дуговые системы.	3	Нанесение покрытий методом дугового испарения.	Освоить управление параметрами технологического процесса. Провести процесс нанесения металлического покрытия на заданную подложку. В процессе нанесения регистрировать параметры процесса. Разбор конкретных ситуации – 2ч.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
5	Вакуумные установки для получения nano структур.	3	Установка для нанесения вакуумных покрытий магнетронным методом.	Изучить конструкцию установки. Составить вакуумную технологическую схему. Изучить расположение технологических источников и деталей. Разбор конкретных ситуации – 2ч.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
6	Вакуумные установки для получения nano структур.	3	Установка для нанесения упрочняющих nano структурных покрытий	Изучить конструкцию установки. Составить вакуумную технологическую схему. Изучить расположение технологических источников и деталей. Разбор конкретных ситуации – 2ч.	ПК-9, ПК-10, ПК-12

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Нано технологии. Общие понятия. Физические основы.	12	Написание реферата. Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольной работе. Изучение лекционного материала.	ПК-10, ПК-12
2	Технологии nano материалов.	12	Написание реферата. Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольной работе. Изучение лекционного материала.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
3	Нано структурные упрочняющие покрытия.	8	Подготовка к тестированию Изучение лекционного материала.	ПК-9, ПК-10, ПК-12

4	Методы нанесения покрытий в вакууме.	8	Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольной работе. Изучение лекционного материала.	ПК-9, ПК-10, ПК-12
5	Ионно-плазменный метод.	12	Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольной работе. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам, оформление и сдача лабораторной работы	ПК-9, ПК-10, ПК-12
6	Вакуумные дуговые системы.	8	Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольной работе. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам, оформление и сдача лабораторной работы	ПК-9, ПК-10, ПК-12
7	Вакуумные установки для получения наноструктур.	12	Написание реферата. Подготовка к тестированию. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам, оформление и сдача лабораторной работы	ПК-9, ПК-10, ПК-12

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

Вид работы	Кол-во	Максимальный балл	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	6	9	30	54
Тестирование	1	12	6	12
Контрольная работа.	2	4	4	8
Индивидуальное задание.	2	13	20	26
Итого			60	100
<i>Промежуточный контроль (зачет)</i>				

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Вакуумная техника в нанотехнологиях» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1. Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М., Высш. шк., 2007. 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Нанесение покрытий в вакууме на листовое стекло: Учебное пособие / В.А. Глинкин; Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2006. 187с.	104 экз. УНИЦ КНИТУ
3. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабляян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 232с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2 ч. Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хабляян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. — 300 с.: ил.	171 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Нарайкин О.С. Введение в микросистемную технику.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. -49с.	http://www.knigafund.ru/books/173894 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
2. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.;	http://znanium.com/bookread2.php?book=415572 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
3. Потловский К.Г. Нанотехнология и микромеханика: учеб пособие. Ч.6. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. -64 с.	http://www.knigafund.ru/books/173961 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. Нанотехнологии и специальные материалы: Учеб пособие для вузов.- СПб, ХИМИЗДАТ, 2009 -336 с.	http://www.knigafund.ru/books/57921/read#page2 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
5. Яфаров Р.К. Физика СВЧ вакуумно-плазменных нанотехнологий. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009 -216 с.	http://www.knigafund.ru/books/174669/read Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
6. Вакуумная техника: Справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru),
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» <http://e.lanbook.com>,
- электронный журнал «Vacuum Technology and Coating» <http://vtcmag.com/>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

При изучении дисциплины «Вакуумные технологии нанесения покрытий» используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», конструкторская документация и образцы разработок ЗАО «Ферри Ватт», а также компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами Pentium 4.

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций;*
- b. учебный фильм «Вакуумные установки для нанесения покрытий». 20 мин.*
- c. аудитория В-1 оснащена презентационной техникой (экран, компьютер/ноутбук).*

Средства визуализации информации

- 1.Проектор ToshibaS9, DLP, 1500 ANSI, контракт 2000:1, ECOmode, серийный номер №65770292.
- 2.NoteBook Toshiba Satellite A50-106 EUR CM-340 (В-1,5)/256/40/Combo/TVout/WXpHRus/15" XGA, серийный номер №GY 4078346P
- 3.Оверхед-проектор "MEDIUMTraveller 3"

2. Лабораторные работы:

- a. лаборатория В-103 «Лаборатория нанесения вакуумных упрочняющих и износостойких покрытий», вакуумная напылительная установка «ВАТТ900-2М2ДС», вакуумная напылительная установка «УВН-4ЭД»;*
- б. лаборатория В-110 «Экспериментальная лаборатория вакуумного напыления», вакуумная напылительная установка «ВАТТ1000-4М»;*
- в. лаборатория В-325а «Лаборатория вакуумных средств откачки», вакуумная напылительная установка «ВАТТ700-2М»;*
- d. лаборатория В-323 (Компьютерный класс) оснащена 12 компьютерами, с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.*

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения – «Разбор конкретных ситуаций», при изучении дисциплины «Вакуумная техника в нанотехнологиях» (13 часов во время лабораторных занятий) составляет 36,1% от аудиторной нагрузки.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.10.1 «Вакуумная техника в нанотехнологиях»

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
для профиля подготовки «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»

для набора обучающихся 2019 года

для очной формы обучения

пересмотрена на заседании кафедры «ВТЭУ»

№п /п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Разработчик РП Доц. М.Г. Фомина	Заведующий кафедрой Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ Доц. Л.А. Китаева
1	№7 от 6.06.2019	Есть*	Нет**			

*Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<https://www.elibrary.ru/>

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Вакуумная техника в нанотехнологиях»:

- Офисные и деловые программы MS Office 2007 Russian;
- Офисные и деловые программы MS Office 2010-2016 Standard

***Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.*