

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
«24» 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.

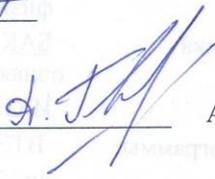
Разработчик программы:  М.Г. Фомина
доцент

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. Китаева

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»;
- b. 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.