

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
А.В. Бурмистров

« 21 » ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.6.2 Элементы вакуумных систем

Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль	Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника	<u>БАКАЛАВР</u>
Форма обучения	очная
Институт, факультет	ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	ВТЭУ
Курс, семестр	3 к., 6 с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Семинарски занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации: <i>зачет</i>	-	-
Всего	108	3

Казань, 2017 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 2015-2017г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:
доцент

 С.И. Саликеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 15 ноября 2017г. № 2

Зав. кафедрой, профессор

 В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от «20» ноября 2017г. № 8

Председатель комиссии, доцент

 А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент

 Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

При организации учебного процесса по дисциплине устанавливаются следующие цели ее преподавания:

- а) получение навыков выбора материального исполнения деталей и узлов вакуумных систем, исходя из области применения;
- б) освоение основных принципов конструирования различных узлов вакуумных систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Элементы вакуумных систем**» относится к дисциплинам по выбору.

Для успешного освоения дисциплины «Элементы вакуумных систем» студент, обучающийся по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» по профилю «Вакуумная и компрессорная техника физических установок» должен освоить материал предшествующих дисциплин по учебному плану бакалавров направления 15.03.02:

- Б1.Б.6 Физика
- Б1.Б.11 Инженерная графика
- Б1.Б.14 Материаловедение
- Б1.Б.19 Основы проектирования
- Б1.Б.22 Термодинамика
- Б1.В.ОД.4 Современные методы расчета элементов вакуумных систем;

Студент должен одновременно изучать следующие дисциплины учебного плана бакалавров направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»:

- Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы
- Б1.В.ОД.10 Физика вакуума
- Б1.В.ОД.12 Роторные вакуумные насосы
- Б1.В.ОД.13 Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Элементы вакуумных систем», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, выполнении выпускной квалификационной работы, в научно-исследовательской деятельности, а также при изучении следующих дисциплин по направлению подготовки 15.03.02 - «Технологические машины и оборудование»:

- Б1.В.ОД.14 Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования
- Б1.В.ОД.15 Вакуумные установки.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями:

- ПК-6: Способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным;
- ПК-10: Способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;
- ПК-13: Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:

- а) основные определения и термины, касающиеся дисциплины «Элементы вакуумных систем»;
- б) общие закономерности физических явлений и основных вакуумных технологических процессов;
- в) конструкцию элементов вакуумных систем различного назначения и их основные технические характеристики;

2) Уметь:

- а) разработать схему вакуумной системы;
- б) оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД;
- в) разбираться в принципах работы различных элементов вакуумных систем;
- г) пользоваться нормативно-технической документацией при проектировании вакуумных установок.

3) Владеть:

- а) навыками разработки вакуумных вводов для вакуумных систем различного назначения;
- б) информацией об основных отечественных и иностранных производителях основных узлов вакуумных систем.

4. Структура и содержание дисциплины «Элементы вакуумных систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Введение. Основные термины и определения	6	2	-	-	6	Реферат, тестирование
2	Тема 2. Материалы, применяемые при проектировании вакуумных систем	6	4	-	8	6	Реферат, контрольная работа, тестирование, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3. Фланцевые разъемные соединения вакуумных с металлическими и неметаллическими уплотнителями	6	2	-	-	6	Реферат, тестирование
4	Тема 4. Системы визуального контроля вакуумных технологических процессов	6	2	-	8	6	Реферат, тестирование, отчет по лабораторным работам
5	Тема 5. Вакуумные вводы (энергетические, механические, оптические, гидравлические)	6	2	-	8	8	Реферат, контрольная работа, тестирование, отчет по лабораторным работам
6	Тема 6. Вакуумная запорно-регулирующая арматура и шлюзовые системы	6	2	-	-	8	Реферат, тестирование
7	Тема 7. Нагревательные системы и вакуумная теплоизоляция.	6	2	-	8	8	Реферат, тестирование, отчет по лабораторным работам
8	Тема 8. Вакуумные камеры. Вакуумные ловушки и фильтры.	6	2	-	4	6	Реферат, тестирование, отчет по лабораторным работам
	Итого:		18	-	36	54	
	Промежуточная аттестация						Зачет

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

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Часы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Введение. Основные термины и определения	2	Основные определения и понятия: вакуумная система, вакуумный агрегат, вакуумная камера, вакуумный шлюз, откачной пост, вакуумный натекаТЕЛЬ.	ПК-6, ПК-10
2	Тема 2. Материалы, применяемые при проектировании вакуумных систем	4	Требования, предъявляемые к материалам вакуумных систем. Газовыделение, проницаемость и упругость паров материалов, коррозионная стойкость, магнитные свойства и др. Конструкционные, технологические и специальные материалы. Свойства и область применения материалов.	ПК-10, ПК-13
3	Тема 3. Фланцевые разъемные соединения вакуумных систем с металлическими и неметаллическими уплотнителями	2	Быстроразъемные вакуумноплотные соединения: хомутное соединение, соединение, предотвращающее попадание воздуха в разъединяемые трубопроводы, манжетное соединение. Фланцевые соединения при помощи труБцин. Соединения толстостенных стеклянных трубопроводов при помощи наКидных фланцев. Схемы соединений с неметаллическими уплотнителями: канавочные (прямоугольные, ступенчатые, с фаской, трапециевидные, фасонные, полукруглые) и конусные. Схемы соединений с металлическими соединениями: канавочно-клиновые, конические, угловые, ступенчатые, плоские, с профилированным выступом, с встречными выступами прямоугольного и конического профиля типа конфлат, серповидное соединение.	ПК-10, ПК-13
4	Тема 4. Системы визуального контроля вакуумных технологических процессов	2	Смотровые системы: назначение, область применения, особенности конструкций. Системы видео контроля, оптические системы на базе нескольких зеркал. Способы защиты смотрового стекла от загрязнения в процессе проведения технологического процесса: сменные и поворотные защитные стекла, поворотные заслонки, быстро вращающиеся диски с радиальными прорезями.	ПК-6, ПК-13
5	Тема 5. Вакуумные вводы (энергетические, механические, оптические, гидравлические)	2	Вводы движения с контактными уплотнительными элементами. Вводы движения с деформируемыми уплотнительными элементами, с передачей движения через неподвижную перегородку. Вводы движения с жидкостными затворами. Виды движений, передаваемых вводами движения. Ввод вращения с разгрузкой гибкого элемента с помощью планетарной зубчатой передачи. Конструктивные исполнения электрических вводов: разборные и неразборные вводы. Классификация электрических вводов: низковольтные низкочастотные вводы (слаботочные и сильноточные); высоковольтные низкочастотные вводы; высокочастотные	ПК-10, ПК-13

			вводы. Охлаждаемые и неохлаждаемые электрические вводы. Вакуумные вводы для термопар. Прогреваемые электрические вводы.	
6	Тема 6. Вакуумная запорно-регулирующая арматура и шлюзовые системы	2	Вакуумная запорно-регулирующая арматура: назначение, область применения, специфические требования к материалам и к конструкции арматуры. Типы вакуумной арматуры: клапана, краны, затворы, накатели. Типы приводов вакуумной арматуры, особенности конструкций: ручной, электропневматический, электромеханический, электромагнитный. Состав вакуумной арматуры в установках типа УВН (на примере установки БАТТ-900Д2М). Шлюзовые системы: область применения, конструктивные разновидности.	ПК-6, ПК-10, ПК-13
7	Тема 7. Нагревательные системы и вакуумная теплоизоляция.	2	Нагревательные системы: область применения, конструктивные разновидности. Трубчатые нагреватели (тэны), открытые нагреватели на базе тугоплавких нагревателей, инфракрасные нагреватели на базе ламп, индукционный нагрев. Системы экранной теплоизоляции: область применения, конструктивные исполнения, материальное исполнение. Керамическая теплоизоляция.	ПК-6, ПК-10, ПК-13
8	Тема 8. Вакуумные камеры. Вакуумные ловушки и фильтры.	2	Основные требования к вакуумным камерам: материальное исполнение, основные принципы проектирования. Расчет на прочность и устойчивость вакуумной камеры сложной формы на примере установки электронно-лучевой зонной плавки тугоплавких металлов БАТТ-УЗП800.	ПК-10, ПК-13

6. Содержание практических занятий

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Тема дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Материалы, применяемые при проектировании вакуумных систем	8	Лаб. работа №1. Вакуумная напылительная установка БАТТ-900Д2М2.	Изучение элементов вакуумной установки и материалов, из которых они изготовлены.	ПК-10, ПК-13
2	Тема 4. Системы визуального контроля вакуумных технологических процессов	8	Лаб. работа №2. Установка нанесения покрытий БАТТ-700-2М.	Ознакомление с конструкцией узла визуального контроля процесса напыления	ПК-6, ПК-13
3	Тема 5. Вакуумные вводы (энергетические, механические, оптические, гидравлические)	8	Лаб. работа № 3. Электрические и механические вакуумные вводы.	Изучение конструкций электрических и механических вводов на примере установки БАТТ-700-2М	ПК-10, ПК-13

4	Тема 7. Нагревательные системы и вакуумная теплоизоляция	8	Лаб. работа № 4. Расчет нагревателя установки вакуумной напылительной БАТТ-900Д2М2	Изучение конструкции вакуумной установки для нанесения покрытий «D 1000», расчет резистивного нагревателя	ПК-6, ПК-10, ПК-13
			Лаб. работа № 5. Расчет трубчатого нагревателя вакуумной электрической печи	Изучение конструкции установки УКГ-1000М, расчет резистивного нагревателя	ПК-6, ПК-10, ПК-13
5	Тема 8. Вакуумные камеры. Вакуумные ловушки и фильтры.	4	Лаб. работа №6. Установка вакуумная напылительная УВН-4ЭД	Изучение конструкции вакуумной камеры УВН-4ЭД. Расчет на прочность и устойчивость	ПК-10, ПК-13

Лабораторные занятия проводятся в помещениях в учебных лабораториях кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» с использованием специального оборудования, а также в компьютерном классе.

8. Самостоятельная работа обучающегося в бакалавриате

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Введение. Основные термины и определения	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию, написание реферата	ПК-10
2	Тема 2. Материалы применяемые при проектировании вакуумных систем	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов, подготовка к контрольной работе, написание реферата, подготовка к тестированию	ПК-6, ПК-10, ПК-13
3	Тема 3. Фланцевые разъемные соединения вакуумных систем с металлическими и неметаллическими уплотнителями	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию работе, написание реферата	ПК-10, ПК-13
4	Тема 4. Системы визуального контроля вакуумных технологических процессов	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию работе, написание реферата	ПК-10, ПК-13
5	Тема 5. Вакуумные вводы (энергетические, механические, оптические, гидравлические)	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов, написание реферата, подготовка к тестированию, подготовка к контрольной работе	ПК-6, ПК-13
6	Тема 6. Вакуумная запорно-регулирующая арматура и шлюзовые системы	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов, написание реферата, подготовка к тестированию	ПК-6, ПК-10
7	Тема 7. Нагревательные системы и вакуумная теплоизоляция.	8	Проработка лекционного материала, написание реферата, подготовка к тестированию	ПК-6, ПК-13
8	Тема 8. Вакуумные камеры.	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к тестированию	ПК-10

	Вакуумные ловушки и фильтры.		тического материала, подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов, написание реферата, подготовка к тестированию	
--	------------------------------	--	---	--

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов)

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины

Вид работы	Кол-во	Макс. балл	Мин. сумма баллов	Макс. сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	6	10	36	60
Контрольные работы	1	20	14	20
Тестирование	1	10	5	10
Реферат	1	10	5	10
Итого			60	100
Промежуточная аттестация (зачет)				

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Элементы вакуумных систем» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1. Основная литература

№	Основные источники информации	Количество экземпляров
1	Розанов Л.Н. Вакуумная техника: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электронное машиностроение" напр. подготовки "Электроника и микроэлектроника" / Л.Н. Розанов. -3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ
2	Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабляев, 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
3	Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие: в 2 ч. . Ч.2. Вакуумные насосы / М.Х. Хабляев, 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

№	Основные источники информации	Кол-во экз.
1	Духопельников Д.В. Основы конструирования вакуумных плазменных установок: учебное пособие/ Духопельников Д.В., Марахтанов М.К., Воробьев Е.В., под ред. А.Б. Ивашкина. –М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.- 94 с.	ЭБС «КнигаФонд» http://www.knigafund.ru/books/174463 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
2	Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования : учеб. пособие / Ю.Ф. Авлукова. – Минск: Высш. шк., 2013. – 217 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/bookread2.php?book=509235 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ

10.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Элементы вакуумных систем» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ: <http://ft.kstu.ru/ft>
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru),
- ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.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 «Элементы вакуумных систем» используются конструкторская документация и образцы разработок элементов вакуумных установок ЗАО «Ферри Ватт», учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а именно:

12.1. Лаборатория В-103 «Лаборатория нанесения вакуумных упрочняющих и износостойких покрытий», вакуумная напылительная установка «ВАТТ900-2М2ДС», вакуумная напылительная установка «УВН-4ЭД»;

12.2. Лаборатория В-110 «Экспериментальная лаборатория вакуумного напыления», вакуумная напылительная установка «ВАТТ1000-4М»;

12.3. Лаборатория В-325а «Лаборатория вакуумных средств откачки», вакуумная напылительная установка «ВАТТ700-2М»;

12.4. «Компьютерный класс»

Лаборатория оснащена ПЭВМ в количестве 12 штук, широкоформатным плоттером (формат печати А1), двумя принтерами (формат печати А4), сканером, системой климат-контроля, оверхед-проектором MediumTraveller 3, проектором ToshibaS20, экраном настенным рулонным SlimScreen, ноутбуком Toshiba, проектором BENQMP61, интерактивной доской.

12.4.1. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

12.4.2. Рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

12.5. Лекционные занятия: аудитория В-322 или В-325

13. Образовательные технологии

Лекции (2 час.) и лабораторные занятия (10 час.) проводятся с использованием интерактивных форм обучения: мастер-класс специалистов в области вакуумных технологий, разбор конкретных ситуаций.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Б1.В.ДВ.6.2 Элементы вакуумных систем»
пересмотрена на заседании кафедры ВТЭУ

№п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Разработчик РП (подпись) Доц. С.И. Саликеев	Заведующий кафедрой (подпись) Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ/ОМг/ОАиД (подпись) Доц. Л.А. Китаева
1	№1 от 31.08.2018	нет	нет			