

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 ВАТТ-9002Д2М). 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 примеры установки электронно-лучевой зонной плавки тугоплавких металлов ВАТТ-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 ВАТТ-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 ВАТТ-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 ВАТТ-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

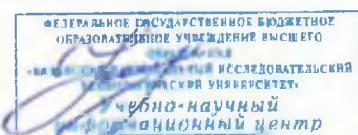
10.3. Электронные источники информации

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»

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)	Нали- чие измене- ний	Наличие изменен- ий в списке литерату- ры	Разработчик РП Доц. С.И. Саликеев	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 «Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования»:

- 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.*