

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
« 11 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б.1.В.ОД.16 «Основы вакуумной техники»
Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки «Компрессорные машины и установки»
Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт, факультет Институт химического и нефтяного
машиностроения, факультет энергомашиностроения и технологического оборудования.
Кафедра-разработчик рабочей программы «Компрессорных машин и установок»
Курс, семестр 2 (4)

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	27	0,75
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 1170 от 20.10.2015 г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» на основании учебных планов обучающихся 2017 - 2018 годов.

Разработчик программы:

доцент кафедры

(должность)



(подпись)

Карибуллина Ф.Р.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Компрессорные машины и установки», протокол № 1 от 3 сентября 2018 г..

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Р. Сагбиев
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

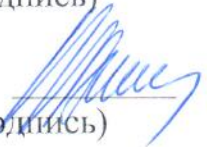
Протокол заседания методической комиссии ФЭМТО
от 10 сентября 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

М.С. Хамидуллин
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы вакуумной техники» являются

- а) формирование знаний об оптимальном выборе вакуумных насосов, арматуры и приборов;*
- б) обучение технологии подбора разветвленных систем вакуумирования;*
- в) обучение способам применения вакуумных насосов в различных отраслях;*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих при пониженных давлениях.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы вакуумной техники» относится к обязательной дисциплине вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности.*

Для успешного освоения дисциплины «Основы вакуумной техники» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика*
- б) Б1.Б.6 Физика*
- в) Б1.Б.14 Материаловедение*

Дисциплина «Основы вакуумной техники» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ДВ.7.1 Винтовые и специальные компрессоры*
- б) Б1.В.ОД.15 Монтаж и ремонт оборудования*
- в) Б1.В.ДВ.10.2 Вакуумные системы*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Основы вакуумной техники» могут быть использованы при прохождении практик *производственной, преддипломной* и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ОПК-1: способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий;
2. ПК-1: способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;
3. ПК-5: способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) понятия: давление газов, распределение молекул по скоростям, идеальный газ;
- б) проводимость элементов в различных режимах;
- в) типы низко и высоковакуумных насосов и их основные характеристики;
- г) методы испытания вакуумных систем по определению быстроты откачки и предельного остаточного давления

2) Уметь:

- а) рассчитывать разветвлённую систему вакуумирования;
- б) строить основные характеристики вакуумных насосов и откачной системы;
- в) проводить испытания вакуумных насосов .

3) Владеть:

- а) правильным представлением об областях вакуумной техники
- б) уверенно пользоваться каталогами при подборе оптимальной системы вакуумирования
- в) выполнять проверочные расчёты.

4. Структура и содержание дисциплины «Основы вакуумной техники»

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	С е м е с т р	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Ле кц ия	Прак ти ческое занятие	Лаб о рат ор ные рабо ты	СРС	
1	Системы вакуумирования	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
2	Применение вакуума в различных отраслях промышленности.	4	2	-	-	10	Ответы на вопросы теста
3	Механические вакуумные насосы	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
4	Режимы течения газов	4	4	-	-	10	Ответы на вопросы теста
5	Механические вакуумные насосы	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
6	Расчет систем вакуумирования	4	2	-	-		Ответы на вопросы теста
7	Средневакуумные насосы	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
8	Классификация вакуумных насосов.	4	4	-	-	10	Ответы на вопросы теста
9	Основные уравнения вакуумной техники	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
10	Классификация вакуумных насосов.	4	2	-	-	10	Ответы на вопросы теста
11	Эффективные характеристики вакуумных насосов	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
12	Коммутационная аппаратура	4	4	-	-		Ответы на вопросы теста
13	Согласование вакуумных насосов	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
14	Приборы для измерения давлений	4	2	-	-	10	Ответы на вопросы теста,
15	Высоковакуумные механические насосы	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
16	Вакуумные испытания	4	4	-	-	13	Ответы на вопросы теста
17	Механические вакуумные насосы	4	-	-	2		Защита лабораторных работ
18	Вакуумные системы	4	3	-	-		Ответы на вопросы теста
ИТОГО:		-	27	-	18	63	
Форма аттестации							Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/ п	Раздел дисциплины	Час ы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формир уемые компете нции
1	Применение вакуума в различных отраслях промышленности.	2	Применение вакуума в различных отраслях промышленности	История вакуумной техники.. Основные понятия. Рассмотрены основные изобретения в области вакуумной техники, преимущества использования вакуумирования при проведении различных технологических процессов. Введено понятие давление газов, идеальный газ. Единицы давления. Давление в кинетической теории газов. Законы идеальных газов и их частные случаи: законы Бойля – Мариотта, Гей – Люссака, Шарля, Дальтона	ОПК-1:
2	Режимы течения газов	4	Основные виды течения: турбулентное, ламинарное, молекулярное	Основные определения вакуумной техники. Сопротивление и проводимость сложных систем вакуумных трубопроводов. Переходное течение. Критерии определения границ режимов течения газа в трубопроводах. Проводимость газа через отверстия. Течение газа по трубопроводам. Влияние изгибов каналов. Основное уравнение вакуумной техники. Расчет времени откачки.	ПК-1
3	Расчет систем вакууммирования	2	Согласование насосов работающих последовательно	Расчет форвакуумного баллона. Согласование насосов работающих параллельно. Расчет вакуумных систем. Расчет вакуумной системы с последовательно и параллельно работающими насосами. Принципы построения вакуумных систем.	ПК-1
4	Классификация	4	Низковакуумные	Классификация по принципу	ПК-5

	вакуумных насосов.		насосы	действия, области работы, наличие форвакуумной системы. Рассмотрение основных представителей вакуумных насосов. Основные характеристики вакуумных насосов. Термины и определения вакуумной техники. Механические низковакуумные насосы. Жидкостно –кольцевые, мембранные, золотниковые, пластинчато – роторные, пластинчато – статорные вакуумные насосы. Конструкции насосов и агрегатов на их основе. Принцип действия. Области работы, основные характеристики. Основы теории и расчета. Газобалластное устройство механических вакуумных насосов. Механические средневакуумные насосы. Двухроторные насосы, типа воздуходувки Рутса. Конструкции насосов и агрегатов на их основе. Принцип действия. Области работы, основные характеристики. Основы теории и расчета	
5	Классификация вакуумных насосов.	2	Высоковакуумные насосы	Молекулярный насос Геде, турбомолекулярный насос Беккера. Конструкции насосов и агрегатов на их основе. Принцип действия. Области работы, основные характеристики. Струйные вакуумные насосы. Бустерные и диффузионные вакуумные насосы. Конструкции насосов и агрегатов на их основе. Принцип действия. Области работы, основные характеристики. Электрофизические средства откачки. Классификация электрофизических средств откачки. Испарительные геттерные, ионно – геттерные,	ПК-1

				магнитные электроразрядные вакуумные насосы. Принцип действия. Области работы, основные характеристики. Низкотемпературные средства откачки. Адсорбционные, криосорбционные и криоконденсационные вакуумные насосы. Конструкции насосов и агрегатов на их основе. Принцип действия. Области работы, основные характеристики.	
6	Коммутационная аппаратура	4	Основные требования, предъявляемые к коммутационной аппаратуре.	Коммутационная аппаратура для прогреваемых и непрогреваемых вакуумных систем. Устройство крана с ручным, с электромагнитным и с электромеханическим приводом. Вакуумный затвор. НатекаТЕЛЬ	ПК-5
7	Приборы для измерения давлений	2	Приборы для измерения давления и их классификация.	Методические особенности использования вакуумметрической аппаратуры. Деформационные вакуумметры. Тепловые вакуумметры. Электронные ионизационные вакуумметры. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Классификация газоанализаторов. Спектр масс и его расшифровка.	ПК-1
8	Вакуумные испытания	4	Испытания вакуумных насосов и агрегатов	Испытания основных типов вакуумных насосов. Схемы измерительных камер, установок, порядок проведения испытаний и основные характеристики, получаемые при испытаниях.	ПК-5
9	Вакуумные системы	3	Типовые схемы вакуумных установок	Различные схемы систем вакууммирования, используемые в различных технологических процессах. Принципы согласования работы насосов, входящих в систему вакууммирования.	ПК-5

6. Содержание практических занятий

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Основы вакуумной техники».

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение и закрепление материала по основам вакуумной техники, методов оптимизации систем вакуумирования, проведения экспериментальных исследований, а также выработка бакалаврами определённых умений, связанных с проверочными расчётами систем вакуумирования на базе механических вакуумных насосов.

Режим проведения лабораторных занятий - один раз в неделю по 2 часа. Общая продолжительность лабораторных занятий и их распределение по отдельным темам представлены ниже:

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Системы вакуумирования	2	Составление базовых схем систем вакуумирования с учётом основных ГОСТов вакуумной техники	Изучение правил составления схем систем вакуумирования, последовательности включения и выключения отдельных элементов.	ОПК-1:
3	Механические вакуумные насосы	2	Исследование работы пластинчато-роторного вакуумного насоса 2НВР 5ДМ	Экспериментальное изучение основных характеристик методом постоянного объёма	ПК-1
5	Механические вакуумные насосы	2	Исследование работы водокольцевого вакуумного насоса типа КВН-8	Экспериментальное изучение основных характеристик	ПК-5
7	Средневакуумные насосы	2	Исследование работы двухроторного вакуумного насоса типа Рутс	Экспериментальное изучение основных характеристик	ПК-1
9	Основные уравнения вакуумной техники	2	Расчет системы вакуумирования на примере механического насоса 2НВР – 5ДМ	Пластинчато – роторный насос. Разработка и осуществление алгоритма определения эффективных характеристик	ПК-5

11	<i>Эффективные характеристики вакуумных насосов</i>	2	Расчет системы вакуумирования на примере механического насоса НВЗ-20	Золотниковый насос. Проведение упрощённого вакуумного расчёта и определение времени откачки системы..	ПК-1
13	<i>Согласование вакуумных насосов</i>	2	Согласование элементов системы вакуумирования	Подбор оборудования по каталогам Рассмотрение базовых систем. Выполнение индивидуального расчётного задания	ПК-5
15	<i>Высоковакуумные механические насосы</i>	2	Исследование работы турбомолекулярного вакуумного насоса	Изучение различных конструкций на макетах. Экспериментальное изучение основных характеристик	ПК-5
17	<i>Механические вакуумные насосы</i>	2	Исследование работы спирального вакуумного насоса	Изучение различных конструкций ведущих производителей. Экспериментальное изучение основных характеристик	ПК-5
Итого:		18			

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Применение вакуума в различных отраслях промышленности	10	Проработка теоретического материала	ОПК-1;
2	Режимы течения газов	10	Проработка теоретического материала	ПК-5
3	Классификация вакуумных насосов	20	Проработка теоретического материала	ПК-1
4	Приборы для измерения давлений	10	Проработка теоретического материала	ПК-5
5	Вакуумные испытания	13	Проработка теоретического материала	ОПК-1
Итого:		63		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Основы вакуумной техники» используется рейтинговая система. Рейтинговая система формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.).

При изучении дисциплины «Основы вакуумной техники» предусматривается выполнение девяти лабораторных работ, устный опрос, тест. За выполнение этих контрольных точек студент может получить баллы в соответствии с таблицей.

Оценочные средства	Количество	Min	Max
Защита лабораторных работ	N 1-9	9*5=45	9*8=72
Ответы на вопросы теста	1	15	28
Итого: зачет		60	100

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «**Основы вакуумной техники**» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<i>Основные источники информации</i>	<i>Кол-во экз.</i>
1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие. Хаблянян М.Х. Саксаганский Г.Л. Бурмистров А.В. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет) Издательство: 978-5-7882-1447-4 ISBN: - 2013. - 232 стр.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/ доступ из любой точки интернета после регистрации с IP – адресов КНИТУ
2. Панфилович, К.Б. Физические основы вакуумной техники [Методические пособия] : лабор. практикум / К.Б. Панфилович, П.И. Бударин, А.Х. Садыков ; Казан. гос. технол. ун-т .— Казань : КГТУ, 2008 .— 134 с. : ил. — Библиогр.: с.102-103 (15 назв.) .— ISBN 978-5-7882-0647-9 .— <URL: http://www.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Panfilovich_fizicheskie-osnovy.pdf >.	246 в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<i>Дополнительные источники информации</i>	<i>Кол-во экз.</i>
1. В.А. Максимов, Г.С. Баткис. Основы триботехники и герметологии [Учебники] : учебник /	47 на кафедре КМУ

РТ, Казан. гос. технол. ун-т, ОАО "Казанькомпрессормаш" .— Казань : Титул-Казань, 2007 .— 310 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.304-306 (30 назв.) .— ISBN 5-7497-0043-7.	
2.И.Г.Галиахметов. Конструкционные материалы центробежных и винтовых компрессоров : выбор и технология их применения / Казан. гос. технол. ун-т [и др.] .— Казань : ФЭН, 2009 .— 156 с. : ил. — Библиогр.: с.150-152 (31 назв.) .— ISBN 978-5-9690-0069-8. 2009.	20 на кафедре КМУ

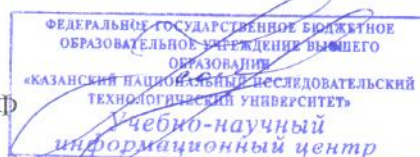
14.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Основы вакуумной техники» рекомендуется использовать следующие электронные источники информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://library.kstu.ru/>
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
3. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - Режим доступа: www.knigafund.ru
6. ЭБС «БиблиоТех» - Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
7. ЭБС «РУКОНТ» - Режим доступа: <http://rucont.ru>
8. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
9. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>
10. Сайт ОАО Вакууммаша. - Режим доступа: www.vacuum.ru
11. Сайт ЗАО Ферриватт. - Режим доступа: www.magnetron.ru
12. Сайт НИИ Вакуумной техники им. С.А. Векшинского. - Режим доступа: www.niivt.ru
13. Сайт фирмы Эдвардс. - Режим доступа: www.edwardsvacuum.com/

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально – технического обеспечения дисциплины «Основы вакуумной техники» на лекциях и лабораторных занятиях используются персональные компьютеры с выходом в Интернет, проектор, экран, пакеты ПО общего назначения Word, Excel, макеты поршневого, винтового и центробежного компрессоров и механических вакуумных насосов.

При изучении дисциплины «Основы вакуумной техники» предусмотрено использование

- Класс, оснащённый макетами конструкций элементов вакуумной техники и средствами наглядной визуализации (10 штук);
- Экспериментальные стенды для разборки и сборки вакуумных насосов (в том числе пластинчато — роторного вакуумного насоса типа 2НВР 5 ДМ, пластинчато — статорного вакуумного насоса РВН 20, двухроторного насоса типа Рутс, диффузионного насоса Н-100, вертикального турбомолекулярного насоса);
- Лабораторные стенды для испытания пластинчато -роторного насоса типа 2НВР — 5 ДМ методами постоянного давления и постоянного объёма, для исследования работы двухроторного насоса типа Рутс, для изучения характеристик водокольцевого вакуумного насоса типа КВН 8;
- Типовые чертежи деталей вакуумных насосов и установок с их применением как на твёрдом носителе, так и в электронном виде;
- Лабораторные работы по исследованию работы турбомолекулярного и спирального вакуумных насосов проводятся в лабораториях кафедры вакуумной техники

12. Образовательные технологии

Учебным планом по дисциплине «Основы вакуумной техники» предусмотрено 6 часов лабораторных занятий, проводимых в интерактивной форме. Занятия проводятся методом дискуссии по темам лабораторных занятий с применением компьютерных технологий в рамках дополнительной и иллюстративной базы.