

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
А.В. Бурмистров 10 ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.8.1 «Вакуумные насосы динамического действия»

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 3к., 6с.

	Часы	Зачет. единицы
Лекции	18	
Лабораторные занятия	36	1,5
Самостоятельная работа (СРС)	54	1,5
Форма аттестации: зачет	-	
Всего	108	3

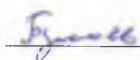
Казань, 2017 г.

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.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент



С.А. Булаев

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

Зав. кафедрой, профессор

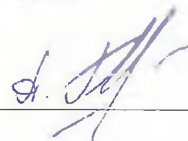


В.А. Аляев

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

Целями освоения дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия» являются:

- а) формирование знаний в области теории динамических вакуумных насосов и агрегатов;
- б) овладение методами экспериментального определения откачных параметров динамических насосов;
- в) овладение навыками по эксплуатации вакуумных насосов и оборудования, необходимого для их работы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вакуумные насосы динамического действия» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия» выпускник бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.14 Материаловедение
- б) Б1.Б.15 Технология конструкционных материалов
- в) Б1.Б.17 Электротехника и электроника
- г) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа
- д) Б1.В.ДВ.7.1 Вакуум – измерительные приборы
- е) Б1.Б.13 Теория механизмов и машин
- ж) Б1.В.ОД.4 Современные методы расчета элементов вакуумных систем
- з) Б1.В.ОД.6 Газодинамика сплошных сред.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия», могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», а также дисциплин

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

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования ;
- ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности ;
- ПК-5 способностью 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:

Знать:

- цели и задачи исследовательской деятельности;
- основополагающие формулы расчета основных параметров насосов динамического действия;

- основные принципы работы и устройство вакуумных насосов динамического действия, а также требования по их монтажу;
- понятия, классы, типы и конструкции вакуумных динамических насосов;
- внешние и внутренние рабочие параметры;
- методы расчета и проектирования;
- закономерности скоростной откачки, универсальное уравнение вакуумной техники;
- схему многоступенчатого проточного тракта, максимальное отношение давлений;
- максимальную быстроту откачки, пассивные и активные характеристики;
- правила сложения последовательных и параллельно работающих элементов проточного тракта;
- типовые вакуумные схемы испытаний.

Уметь:

- осуществлять общий анализ насосов динамического действия;
 - подбирать насос, имея характеристики или первоначальные данные (остаточное давление, быстрота действия, диапазон рабочих давлений)
 - проверять работу оборудования и вакуумных насосов динамического действия.
- Оценивать качество проведенных работ;
- выбирать вакуумный насос и агрегат для заданных технологических условий;
 - проводить испытание любого изученного насоса на любой откачной параметр.

Владеть:

- способностью проводить измерения остаточного давления и быстроты действия насоса, а также других его показателей;
- способностью выполнить чертежи основных узлов насоса, используя пакеты компьютерных программ;
- способностью проводить обработку полученных результатов;
- методикой подбора насосов;
- навыками расчета и проектирования.

4. Структура и содержание дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия»

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Прак- тиче- ские заня- тия	Лабора- торные работы	СРС	
1	<u>Тема 1.</u> Обзор машин динамического действия	6	2	-	2	7	Тестирование, реферат
2	<u>Тема 2.</u> Молекулярные	6	2	-	8	7	Тестирование, практич. контр. работа,

	вакуумные насосы						отчет по лабораторным работам, реферат
3	<u>Тема 3.</u> Вихревые машины	6	4	-	4	9	Тестирование, реферат, практич. контр. работа, отчет по лабораторным работам
4	<u>Тема 4.</u> Центробежные машины	6	2	-	2	7	Тестирование, отчет по лабораторным работам
5	<u>Тема 5.</u> Турбомолекулярные вакуумные насосы (ТМН)	6	2	-	8	9	Тестирование, расчетная работа, отчет по лабораторным работам
6	<u>Тема 6.</u> Осевые машины	6	2	-	8	8	Тестирование,, реферат, отчет по лабораторным работам
7	<u>Тема 7.</u> Кавитация	6	4	-	4	7	Тестирование, реферат, 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.	<u>Тема 1.</u> Обзор машин динамического действия	2	Классификация машин динамического действия (лопаточные и кинетические). История развития.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
2.	<u>Тема 2.</u> Молекулярные вакуумные насосы	2	Схема насоса, конструкция, характеристика, откачивающее действие. Насосы: "Геде", "Хольбек", "Холланд-Мертен", "Зигбан", молекулярный насос с коническими ротором и статором, молекулярный насос с коническими роторными дисками, многоступенчатый дисковый насос.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
3.	<u>Тема 3.</u> Вихревые машины	4	Схема вихревого насоса. Работа вихревого насоса. Уравнение потока через колесо. Теоретическая мощность. Теоретический и действительный напор. КПД. Действительные характеристики.	ПК-3, ПК-4, ПК-5-5

4.	<u>Тема 4.</u> Центробежные машины	2	Схема центробежного колеса. Вывод уравнения Эйлера. Характеристика напор-расход. Удельная полезная работа. Действительный и теоретический напор. Скоростной и статический напор. Влияние лопаточного угла на теоретический напор. Типы лопаточных колес. Регулировка подачи. Степень реактивности. Параллельное и последовательное включение центробежных насосов в сеть. Неустойчивость работы.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
5	<u>Тема 5.</u> Турбомолекулярные вакуумные насосы (ТМН)	2	Схема ступени ТМН. Откачивающее действие ступени. Проводимость решетки в статике и динамике. Закономерности скоростной откачки:	ПК-3, ПК-4, ПК-5
6	<u>Тема 6.</u> Осевые машины	2	Схема осевого насоса. Основные уравнения теории. Конструкция осевых насосов. Напор, потери энергии, КПД. Расчет осевых насосов. Причина возникновения и стадии кавитации. Торцевые уплотнения (ТУ): самое первое ТУ, требования к ТУ, их виды.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
7	<u>Тема 7.</u> Кавитация	4	Свойства кавитации, условия возникновения. Виды, типы. Методы борьбы с этим явлением.	ПК-3, ПК-4, ПК-5

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» с использованием специального оборудования.

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2	10	<u>Лабораторная работа № 1.</u> Молекулярные вакуумные насосы	Изучение конструкции, принципа работы, достоинства и недостатки насосов: "Геде", "Хольбек", "Холланд-Мертен", "Зигбан", молекулярный насос с коническими ротором и статором, молекулярный насос с коническими роторными дисками, многоступенчатый дисковый насос.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
2	Тема 3	4	<u>Лабораторная работа № 2.</u> Вихревой насос.	Схема и устройство вихревого насоса. Работа вихревого насоса. Виды лопастей рабочего колеса. Экспериментальное определение характеристики напор – расход для разных частот вращения рабочего колеса	ПК-3, ПК-4, ПК-5
3	Тема 4	2	<u>Лабораторная работа</u>	Принцип работы, типы,	ПК-3, ПК-4,

			<u>№ 3.</u> Центробежный насос.	достоинство и недостатки. Схема центробежного колеса. Характеристика напор-расход.	ПК-5
4	Тема 5	8	<u>Лабораторная работа № 4.</u> Турбомолекулярный насос ТМН	Принцип работы, типы, достоинство и недостатки. Виды лопаток насоса. Конструкции подшипниковых узлов. Кривая набора вакуума. Определение быстроты действия.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
5	Тема 6	8	<u>Лабораторная работа № 5.</u> Осевой насос	Принцип работы, типы, достоинства и недостатки. Теория крыла.	ПК-3, ПК-4, ПК-5
6	Тема 7	4	<u>Лабораторная работа № 6.</u> Кавитация.	Свойства кавитации, условия возникновения. Виды, типы.	ПК-3, ПК-4, ПК-5

Цель проведения лабораторных занятий - освоение лекционного материала и материала СРС, касающегося проведения испытаний насосов, выбора необходимых приборов и аппаратуры, получение навыков эксплуатации, расчет элементов насоса, построения расчетных и экспериментальных откачных характеристик.

Режим проведения лабораторных занятий – по 4 часа

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

8. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема №1.	7	проработка лекционного и иного теоретического материала, выполнение реферата, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5
2	Тема № 2.	7	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение реферата, подготовка к практической контрольной работе, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5
3	Тема № 3.	9	проработка лекционного и иного теоретического материала, выполнение реферата, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к практической контрольной работе, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5
4	Тема № 4.	7	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5

5	Тема № 5.	9	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к практической контрольной работе, выполнение расчетного задания, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5
6	Тема № 6.	8	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение реферата, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5
7	Тема № 7.	7	проработка лекционного и иного теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, выполнение реферата, подготовка к тестированию	ПК-3, ПК-4, ПК-5

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 100 баллов) на основании положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса ФГБОУ ВО «КНИТУ».

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

Вид работы	Количество работ	Максимальный балл	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	6	8	36	48
Практические контрольные работы	1	10	5	10
Реферат	1	10	5	10
Расчетное задание	1	20	8	20
Тестирование	1	12	6	12
<i>Промежуточный контроль (зачет)</i>			<i>60</i>	<i>100</i>

10 Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. 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. – 232 с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. 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
3. Розанов Л.Н. Вакуумная техника / Л.Н. Розанов. - М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Вакуумные системы: учебное пособие / Демихов К.Е., Никулин Н.К. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 76 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/175893 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
1. 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

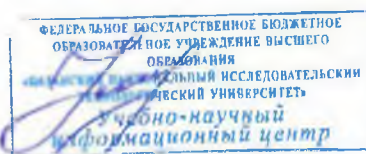
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (<http://library.kstu.ru/>, <http://ruslan.kstu.ru/>, <http://ft.kstu.ru/>).
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru),

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

12.1 . Лабораторные занятия

При изучении дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия» используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а именно

– Стенд испытаний турбомолекулярного вакуумного насоса.

Состав стенда: Турбомолекулярный откачной пост HiCube Eco (Германия) состоящий из мембранного вакуумного насоса и турбомолекулярного вакуумного насоса с установленными электронными компонентами обеспечивающие их совместную работу, средство измерения давления ВДТО-2, средство измерения давления Мерадат-ВИТ19ИТ1, Расходомер РРГ-10, камера вакуумная цилиндрическая, клапан дозирующий КН-6.

– Стенд испытаний вихревого вакуумного насоса.

Состав стенда: Вихревой насос SD22FU/FUK-80/1,1 (Германия), камера вакуумная цилиндрическая из нержавеющей стали с конусным переходником и сильфонным компенсатором, стробоскоп, рукав сильфонный , ротаметры РМ-0,63, РМ-0,25, клапан дозирующий КН-6, клапан ручной КВР-25, Мультиметр 3-х фазный Omix P99-МА-3, преобразователь частоты "Овен", U- образный манометр.

12.2. Лекционные занятия:

При чтении лекций по дисциплине «Вакуумные насосы динамического действия» используются электронные презентации, слайды. Аудитория В-325 оснащена презентационной техникой (проектор Мицубиси, экран, компьютер).

12.3. Прочее:

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

13. Образовательные технологии.

При освоении дисциплины «Вакуумные насосы динамического действия» используются активные и интерактивные формы проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций, которые позволяют вести диалог с обучающимися по вопросам их будущей специальности: 2 часа во время лекционных занятий и 10 часов во время лабораторных занятий.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.8.1 «Вакуумные насосы динамического действия»

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. С.А. Булаев	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 «Вакуумные насосы динамического действия»:

- 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.*