

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
А.В. Бурмистров

« 17 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль подготовки: «Машины и аппараты химических производств»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, механический

Кафедра-разработчик рабочей программы ВТЭУ

Курс, семестр 4к, 8с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	12	0,3
Практические занятия	–	–
Лабораторные занятия	24	0,7
Семинарские занятия	–	–
Самостоятельная работа	36	1,0
Форма аттестации	–	Зачет
Всего	72	2

Казань, 2018г.

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» по профилю: «Оборудование нефтегазопереработки»; «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2018г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:
доцент _____

 Д.И. Сагдеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 31. 08. 2018г. № 1

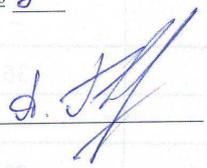
Зав. кафедрой, профессор  В.А. Аляев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол от 04. 09. 2018г. № 8

Зав. кафедрой, профессор  С.И. Поникаров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от «17» 09 2018г. № 8

Председатель комиссии, доцент  А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент _____

 Л.А. Китаева

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»** являются

- а) формирование знаний об основных закономерностях течения газов по каналам в сплошной и разреженной средах;
- б) раскрытие сущности процессов, происходящих при движении газа или несжимаемой жидкости в проточных трактах компрессорного и вакуумного откачного оборудования, в дозвуковых и сверхзвуковых течениях газа, в скачках уплотнения, в диффузорах, конфузорах, соплах и газоструйных эжекторах;
- в) изучение конструкции вакуумных и компрессорных машин, рабочих процессов, их аналитическое описание, взаимосвязь расчетных параметров, влияние различных факторов на их работу;
- г) овладение методами экспериментального определения откачных параметров;
- д) овладение навыками по эксплуатации вакуумных и компрессорных машин.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина **Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»** относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины **Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»** по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» необходимо освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 Математика
- б) Б1.Б.7 Физика
- в) Б1.В.ДВ.7.1 Термодинамика
- г) Б1.В.ДВ.7.2 Теоретические основы теплотехники
- д) Б1.В.ОД.13 Механика жидкости
- е) Б1.Б.9 Информатика

Знания, полученные при изучении дисциплины **Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»**, могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

1. ОПК-3: способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы;
2. ПК-4: способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основные закономерности движения сплошной и разреженных сред;
- б) методологию, методику расчета характерных скоростей движения газа в проточных трактах основного технологического оборудования, аппаратов и установок;
- в) классы и типы изучаемых компрессоров и вакуумных насосов;

г) рабочие параметры, характеристики и расчет основных размеров компрессоров и вакуумных насосов;

д) методы расчета и проектирования различных узлов изучаемых машин.

2) Уметь:

а) самостоятельно выводить формулы и зависимости, характеризующие конкретные состояния газового потока в компрессорах, вакуумных насосах и другом технологическом оборудовании, аппаратах и установках;

б) выбирать вакуумный насос или компрессор для решения конкретных задач;

в) экспериментально получать основные откачные параметры;

г) проводить эксперименты на лабораторных стендах, замерять и обрабатывать результаты опытов, рассчитывать основные параметры газового потока;

в) проводить расчет объемных и энергетических параметров.

3) Владеть:

а) приемами и навыками расчета процессов течения сплошных и разреженных сред в аппаратах и установках, работающих в условиях низкого вакуума и повышенных давлений;

б) навыками распознать тип и вид насоса по внешнему виду;

в) навыками анализа, физического и математического моделирования, рационального аппаратурного оформления компрессорных и вакуумных установок.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Практические занятия	Лаб. работы	СРС	
1	Тема 1	7	2	-	-	-	тестирование, реферат,
2	Тема 2	7	2	-	6	6	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3	7	2	-	6	12	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	7	4	-	6	6	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
5	Тема 5	7	2	-	6	12	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
	Итого		12	-	24	36	
	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> Насосы и	2	Введение. Научно-техническая революция - основа внедрения новых технологий, нового оборудования, машин и аппаратов химических	ОПК-3, ПК-4

	компрессоры (НиК)		производств и агрегатов нефтегазового производства. Возникновение и развитие науки о насосах и компрессорах (НиК). Содержание и место курса НиК в учебном процессе специальности. Основные определения. Классификация процессов, насосов и компрессоров для химической технологии.	
2.	<u>Тема 2</u> Основные положения и теоретические основы газовой динамики сплошных сред.	2	<p>Механика жидкостей и газов - основа для изучения новых технологий, нового оборудования и агрегатов нефтегазового производства.</p> <p>Основные понятия гидрогазодинамики: рабочее тело, модели газа и жидкости. Основные параметры рабочего тела, используемые в гидрогазодинамике. Общая постановка задач гидрогазодинамики и методы упрощений.</p> <p>Основные соотношения и уравнения гидрогазодинамики. Характерные скорости течения газа: скорость звука (скорость распространения звука), максимальная скорость, критическая скорость, безразмерные скорости.</p> <p>Принципы расчета газовых потоков в элементах проточной части. Уравнения обращения воздействий. Связь между скоростью и площадью поперечного сечения в энергоизолированном изоэнтропном потоке. Режимы течения газа в канале, имеющем горло.</p>	ОПК-3, ПК-4
3.	<u>Тема 3</u> Основные понятия и теоретические основы газовой динамики разреженных сред	2	<p>Государственные стандарты вакуумной техники. Свойства разреженных газов. Давление газа. Распределение молекул газа по скоростям. Длина свободного пути молекул газа. Степени вакуума. Основное уравнение вакуумной техники. Режимы течения газа. Расчет проводимости в вязкостном, молекулярном и переходном режимах течения.</p>	ОПК-3, ПК-4
4	<u>Тема 4</u> Вакуумные насосы и компрессоры объемного действия	4	<p>Возвратно-поступательные насосы и компрессоры. - 2 часа Поршневые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Мембранные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Вращательные насосы и компрессоры. Жидкостно (водо)кольцевые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p>	ОПК-3, ПК-4

			<p>Пластинчато-статорные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Пластинчато-роторные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Плунжерные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Двухроторные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Винтовые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Спиральные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Шестеренчатые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Трохоидные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Насосы и компрессоры с катящимся ротором. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p>	
	<p><u>Тема 5</u> Вакуумные насосы и компрессоры кинетического (скоростного) действия</p>	2	<p><i>Струйные насосы и компрессоры.</i> Водо (жидкостно)-струйные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Газоструйные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Диффузионные (масляные и ртутные) насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Бустерные (диффузионно-эжекторные) насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Пароэжекторные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p><i>Механические насосы и компрессоры.</i> Вихревые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.</p> <p>Молекулярные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и</p>	ОПК-3, ПК-4

			работы. Основные расчетные соотношения. Турбомолекулярные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.	
--	--	--	--	--

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – учебно-деловая игра, которая позволяет вести диалог с будущими выпускниками бакалавриата по вопросам их будущей специальности.

6. Содержание практических занятий - не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – учебно-деловая игра, которая позволяет вести диалог с будущими бакалаврами по вопросам их будущей специальности и их навыков в технике измерения параметров газового потока в сплошной и разреженной среде, а также снятия характеристик насосов и компрессоров.

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2	3	<u>Лабораторная работа № 1</u> Технология проведения измерений параметров воздушного потока. (учебно-деловая игра)	Ознакомиться с методикой измерения и устройством приборов для измерения параметров потока газа.	ОПК-3, ПК-4
2	Тема 2	3	<u>Лабораторная работа № 2</u> Исследование параметров потока газа и потерь в плоском диффузоре. (учебно-деловая игра)	Изучить методы определения параметров потока газа и потерь в диффузоре. Ознакомиться с рабочими процессами протекающими в насосе вакуумном эжекторном.	ОПК-3, ПК-4
3	Тема 3	3	<u>Лабораторная работа № 3</u> Технология проведения измерений на типовой вакуумной установке. (учебно-деловая игра)	Ознакомиться с назначением основных элементов вакуумной установки. Освоить получение высокого вакуума на типовой вакуумной установке.	ОПК-3, ПК-4
4	Тема 3	3	<u>Лабораторная работа № 4</u> Исследование длины свободного пробега атомов паров металла при пониженных давлениях. (учебно-деловая игра)	Ознакомиться с основными положениями молекулярно-кинетической теории газов. Освоить метод определения средней длины свободного пробега.	ОПК-3, ПК-4
5	Тема 4	3	<u>Лабораторная работа № 5</u> Исследование работы и снятие основных характеристик водоструйных компрессоров и вакуумных насосов. (учебно-деловая игра)	Испытание насоса ВВСН-0,03. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ОПК-3, ПК-4
6	Тема 4	3	<u>Лабораторная работа № 6</u>	Испытание насоса ВВН 1-3.	ОПК-3,

			Исследование работы и снятие основных характеристик водокольцевых компрессоров и вакуумных насосов. (учебно-деловая игра)	Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ПК-4
7	Тема 5	3	<u>Лабораторная работа № 7</u> Исследование работы и снятие основных характеристик пластинчато-роторных компрессоров и вакуумных насосов. (учебно-деловая игра)	Испытание насоса 2НВР-5ДМ. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ОПК-3, ПК-4
8	Тема 5	3	<u>Лабораторная работа № 8</u> Исследование работы и снятие основных характеристик мембранных компрессоров и вакуумных насосов (учебно-деловая игра)	Испытание насоса НВМ-01. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ОПК-3, ПК-4
	Итого	24			

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебных лабораториях кафедры ВТЭУ, В-320, В-323, В-325 с использованием специального оборудования: лабораторные стенды для изучения газодинамических процессов и экспериментального исследования работы и снятия характеристик компрессоров и вакуумных насосов. Обработка первичных опытных данных производится на ЭВМ.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Ча-сы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	<u>Тема 1</u> Насосы и компрессоры (НиК)	-	проработка лекционного и другого теоретического материала подготовка к тестированию, оформление реферата, подготовка к сдаче	ОПК-3, ПК-4
2	<u>Тема 2</u> Основные положения и теоретические основы газовой динамики сплошных сред	6	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, Оформление лабораторных работ, подготовка к сдаче, оформление реферата, подготовка к сдаче,	ОПК-3, ПК-4
3	<u>Тема 3</u> Основные понятия и теоретические основы газовой динамики разреженных сред	12	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, Оформление лабораторных работ, подготовка к сдаче, оформление реферата, подготовка к сдаче	ОПК-3, ПК-4
4	<u>Тема 4</u> Вакуумные насосы и	6	проработка лекционного и другого теоретического материала.	ОПК-3, ПК-4

	компрессоры объемного действия		подготовка к тестированию, Оформление лабораторных работ, подготовка к сдаче, оформление реферата, подготовка к сдаче	
5	<u>Тема 5</u> Вакуумные насосы и компрессоры кинетического (скоростного) действия	12	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, Оформление лабораторных работ, подготовка к сдаче, оформление реферата, подготовка к сдаче	ОПК-3, ПК-4
	Итого	36		

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

Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»

Вид работы	Кол-во	Максим. балл	Миним. сумма баллов	Максим. сумма баллов
Лабораторная работа	8	5	24	40
Тестирование	1	35	21	35
Реферат	1	25	15	25
Итого			60	100
Промежуточная аттестация (зачет)				

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Насосы и компрессоры» 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. Сагдеев Д.И. Газовая динамика сплошных сред: учеб.-метод. пособие / Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань, 2011. — 154 с.	115 экз. в УНИЦ КНИТУ ЭБ УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/Sagdeev-gazovaya-dinamika.pdf . Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
3. Палладий А.В. Газовая динамика в турбокомпрессорах [Учебники] : учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т. — Казань, 2010. — 90, [2] с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ ЭБ УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0955-5-Palladiy_Foss_Mizernuk-GDVT.pdf . Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Техника измерения вакуума. Аляев В.А., Кузьмин В.В., Казань, Изд-во КГТУ, 2009.-374 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Вакуумная техника. [Справочники] : 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	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Насосы и компрессоры» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (<http://library.kstu.ru/> , <http://ruslan.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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов
- b. аудитория В-325 оснащена презентационной техникой (проектор Оверхед-проектор "MEDIUM Traveller 3" , экран, компьютер/ноутбук),

2. Лабораторные работы:

- a. лаборатория В-320 (Вакуум-технологических процессов и вакуумных измерений), оснащенная лабораторным оборудованием,
- b. лаборатория В-326 (вакуумные насосы), оснащенная лабораторным оборудованием,
- c. лаборатория В-323 (Компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами,
- d. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
- e. результаты расчетов оформляются на принтере.

3. Прочее:

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде,

4. Средства визуализации информации:

a. Учебные видеофильмы:

- Явления переноса в газах.(20 мин);
 - Физические явления в разреженных газах.(10 мин);
 - Вязкость газов и жидкостей.(20 мин);
 - Жидкое состояние вещества.(10 мин);
- б) Учебные видеофильмы к лабораторным работам:
- Технология проведения измерений параметров воздушного потока.(5 мин);
 - Исследование параметров потока газа и потерь в плоском диффузоре.(5 мин);
 - Технология проведения измерений на типовой вакуумной установке.(5 мин);
 - Исследование длины свободного пробега атомов паров металла при пониженных давлениях.(5 мин);
 - Исследование работы и снятие основных характеристик водоструйных компрессоров и вакуумных насосов. (5 мин);

- Исследование работы и снятие основных характеристик водокольцевых компрессоров и вакуумных насосов.(5 мин);
 - Исследование работы и снятие основных характеристик пластинчато-роторных компрессоров и вакуумных насосов.(5 мин);
 - Исследование работы и снятие основных характеристик мембранных компрессоров и вакуумных насосов. (5 мин).
- б. Слайды в помощь к лекционному материалу.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения при изучении дисциплины (6 часов при проведении лекционных занятий и 6 часов во время лабораторных занятий), составляет 33,3 % от аудиторной нагрузки.