

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 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки: «Оборудование нефтегазопереработки»;
«Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств».
Уровень высшего образования бакалавриат
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, 2018 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» 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 07. 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 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» необходимо освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика
- б) Б1.Б.6 Физика
- в) Б1.Б.22 Термодинамика
- г) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа
- д) Б1.Б.9 Информационные технологии

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 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

- 1. ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;
- 2. ПК-12 - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
- 3. ПК-16 - умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых 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 аппаратного 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 (темам)
			Лекция	Практическое занятие	Лаб. работы	СРС	
1	Тема 1	8	2	-	-	2	тестирование, реферат,
2	Тема 2	8	2	-	6	4	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3	8	2	-	6	12	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	8	4	-	6	6	тестирование, реферат, отчет по лабораторным работам
5	Тема 5	8	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.	Тема 1. Насосы и компрессоры (НиК)	2	Введение. Научно-техническая революция - основа внедрения новых технологий, нового оборудования, машин и аппаратов химических 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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
2.	Тема 2. Основные положения и теоретические основы газовой динамики сплошных сред.	2	Механика жидкостей и газов - основа для изучения новых технологий, нового оборудования и агрегатов нефтегазового производства. Основные понятия гидрогазодинамики: рабочее тело, модели газа и жидкости. Основные параметры рабочего тела, используемые в гидрогазодинамике. Общая постановка задач гидрогазодинамики и методы упрощений. Основные соотношения и уравнения гидрогазодинамики. Характерные скорости течения газа: скорость звука (скорость распространения звука), максимальная скорость, критическая скорость, безразмерные скорости. 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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
3.	Тема 3. Основные понятия и теоретические основы газовой динамики разреженных сред.	2	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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
4	Тема 4. Вакуумные	4	Возвратно-поступательные насосы и компрессоры. - 2 часа	ПК-4, ПК-12,

	насосы и компрессоры объемного действия.		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. Вращательные насосы и компрессоры. Жидкостно (водо)кольцевые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Пластинчато-статорные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Пластинчато-роторные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Плунжерные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Двухроторные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Винтовые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Спиральные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Шестеренчатые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Трохоидные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Насосы и компрессоры с катящимся ротором. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения.	ПК-16
5	Тема 5. Вакуумные насосы и	2	Струйные насосы и компрессоры. Водо (жидкостно)-струйные насосы и компрессоры. Определение, схема,	ПК-4, ПК-12, ПК-16

компрессоры кинетического (скоростного) действия		описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Газоструйные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Диффузионные (масляные и ртутные) насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Бустерные (диффузионно-эжекторные) насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Пароэжекторные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Механические насосы и компрессоры. Вихревые насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и работы. Основные расчетные соотношения. Молекулярные насосы и компрессоры. Определение, схема, описание конструкции и 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	Раздел дисциплины (темы)	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Форм-м-ые комп-ции
1	Тема 2	3	Лабораторная работа № 1. Технология проведения измерений параметров	Ознакомиться с методикой измерения и устройством приборов для измерения	ПК-4, ПК-12,

			воздушного потока. (учебно-деловая игра)	параметров потока газа.	ПК-16
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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
6	Тема 4	3	<u>Лабораторная работа № 6.</u> Исследование работы и снятие основных характеристик водокольцевых компрессоров и вакуумных насосов. (учебно-деловая игра)	Испытание насоса ВВН 1-3. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
7	Тема 5	3	<u>Лабораторная работа № 7.</u> Исследование работы и снятие основных характеристик пластинчатороторных компрессоров и вакуумных насосов. (учебно-деловая игра)	Испытание насоса 2НВР-5ДМ. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ПК-4, ПК-12, ПК-16
8	Тема 5	3	<u>Лабораторная работа №8.</u> Исследование работы и снятие основных характеристик мембранных	Испытание насоса НВМ-01. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия.	ПК-4, ПК-12, ПК-16

			компрессоров и вакуумных насосов (учебно-деловая игра)		
	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 обучающегося в бакалавриате

№ п/п	Раздел дисциплины(темы)	Часы	Форма СРС	Форм-ые комп-ции
1	<u>Тема 1.</u> Насосы и компрессоры (НиК).	2	проработка лекционного и другого теоретического материала подготовка к тестированию, оформление реферата, подготовка к сдаче	ПК-4, ПК-12, ПК-16
2	<u>Тема 2.</u> Основные положения и теоретические основы газовой динамики сплошных сред.	4	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, Оформление лабораторных работ, подготовка к сдаче, оформление реферата, подготовка к сдаче,	ПК-4, ПК-12, ПК-16
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	ПК-4, ПК-12, ПК-16
4	<u>Тема 4.</u> Вакуумные насосы и компрессоры объемного действия.	6	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, Оформление лабораторных работ, подготовка к сдаче, оформление реферата, подготовка к сдаче	ПК-4, ПК-12, ПК-16
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	ПК-4, ПК-12, ПК-16
	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. Хабляев, 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

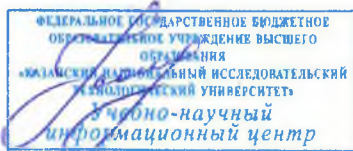
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Техника измерения вакуума. Аляев В.А., Кузьмин В.В., Казань, Изд-во КГТУ, 2009.-374 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Вакуумная техника. [Справочники] : справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин [и др.] ; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. — 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);

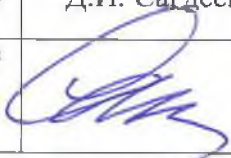
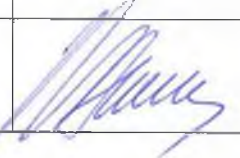
- Исследование работы и снятие основных характеристик водокольцевых компрессоров и вакуумных насосов.(5 мин);
 - Исследование работы и снятие основных характеристик пластинчато-роторных компрессоров и вакуумных насосов.(5 мин);
 - Исследование работы и снятие основных характеристик мембранных компрессоров 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 (2 часа при проведении лекционных занятий и 6 часов во время лабораторных занятий), составляет 22,2 % от аудиторной нагрузки.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»
По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
для профиля подготовки «Оборудование нефтегазопереработки»,
«Технологическое оборудование химических и нефтехимических
производств»
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. Д.И. Сагдеев	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 «Насосы и компрессоры»:

- 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.*