

## 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 2017 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 заочная  
 Институт, факультет ИХНМ, механический  
 Кафедра-разработчик рабочей программы ВТЭУ  
 Курс, семестр 4к., 8с.; 5к., 9с.

		Часы	Зачетные единицы		Часы	Зачетные единицы
Курс	4			5		
Семестр	8			9		
Лекции		2	0,055		4	0,111
Лабораторные занятия		–	–		6	0,167
Самостоятельная работа		7	0,195		49	1,361
Контроль		–	–		4	0,111
Форма аттестации: зачет (5 курс – 9 семестр)		–	–		–	–
Всего		9	0,25		63	1,75

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» (год поступления 2015 - 2017).

по профилю:

«Оборудование нефтегазопереработки»;  
«Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

Типовая программа по дисциплине отсутствует/

Разработчик программы:

Доцент  
(должность)

  
(подпись)

Д.И. Сагдеев  
(Ф.И.О)

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

Зав. кафедрой, проф.



В.А. Аляев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП  
протокол № 10 от 17.11.2017 г.

Зав. кафедрой



С.И. Поникаров

**УТВЕРЖДЕНО**

Председатель методической  
комиссии МФ, проф.  
протокол № 8 от 20.11 2017



А.В.Гаврилоов

Начальник УМЦ



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 и формирует у обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

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.6 Математика
- б) Б1.Б.7 Физика
- в) Б.1.Б.22 Термодинамика
- г) Б.1.В.ОД.11 Теплообмен
- д) Б.1.Б.18 Механика жидкости и газа
- е) Б.1.Б.10 Информационные технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины **Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»**, могут быть использованы при прохождении практик: производственной, преддипломной 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) выбрать вакуумный насос или компрессор для решения конкретных задач;
- в) экспериментально получить основные откачные параметры;
- г) проводить эксперименты на лабораторных стендах, замерять и обрабатывать результаты опытов, рассчитывать основные параметры газового потока;
- в) провести 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) знаниями по внешнему виду распознать тип и вид насоса;
- 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 в 8 семестре составляет 0,25 зачетных единиц, 9 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар(Практ. занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1	8	1	-	-	3	Тестирование
2	Тема 2	8	1	-	-	4	Тестирование
	<b>Итого</b>		<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>7</b>	

Общая трудоемкость дисциплины в 9 семестре составляет 1,75 зачетных единиц, 63 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар(Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
3	Тема 3	9	1	-	2	20	тестирование, контрольные

							работы, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	9	1	-	2	19	тестирование, контрольные работы, отчет по лабораторным работам
5	Тема 5	9	2	-	2	10	тестирование, контрольные работы
	<b>Итого</b>		<b>4</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>49</b>	
							<b>Зачет</b>

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий**

№ п/п	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>				
1.	1	Тема 1. Насосы и компрессоры (НиК)	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.	1	Тема 2. Основные положения и теоретические основы газовой динамики сплошных сред.	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	ПК-4, ПК-12, ПК-16

			сечения в энергоизолированном изоэнтропном потоке. Режимы течения газа в канале, имеющем горло.	
<b>9 семестр</b>				
3.	1	Тема 3. Основные понятия и теоретические основы газовой динамики разреженных сред.	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	2	Тема 4. Вакуумные насосы и компрессоры объемного действия.	<b>Возвратно-поступательные насосы и компрессоры. - 2 часа</b> 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. <b>Вращательные насосы и компрессоры.</b> 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.	ПК-4, ПК-12, ПК-16

			<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>	
1	Тема 5. Вакуумные насосы и компрессоры кинетического (скоростного) действия	<p><b>Струйные насосы и компрессоры.</b> Водо (жидкостно)-струйные насосы и компрессоры. Определение, схема, 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.</p> <p><b>Механические насосы и компрессоры.</b> 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.</p>	ПК-4, ПК-12, ПК-16	

**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	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Часы	Формируемые компетенции
<b>«Насосы и компрессоры» 9 семестр</b>					
1	2	<u>Лабораторная работа №1.</u> Технология проведения измерений параметров воздушного потока. Исследование параметров потока газа и потерь в плоском диффузоре. (учебно-деловая игра)	Ознакомиться с методикой измерения и устройством приборов для измерения параметров потока газа. Изучить методы определения параметров потока газа и потерь в диффузоре. Ознакомиться с рабочими процессами протекающими в насосе вакуумном эжекторном.	2	ПК-4, ПК-12, ПК-16
2	3	<u>Лабораторная работа №2.</u> Технология проведения измерений на типовой вакуумной установке. Исследование длины свободного пробега атомов паров металла при пониженных давлениях (учебно-деловая игра)	Ознакомиться с назначением основных элементов вакуумной установки. Освоить получение высокого вакуума на типовой вакуумной установке.	2	ПК-4, ПК-12, ПК-16
3	4	<u>Лабораторная работа №3.</u> Исследование работы и снятие основных характеристик водоструйных компрессоров и вакуумных насосов. Исследование работы и снятие основных характеристик водокольцевых компрессоров и вакуумных насосов. (учебно-деловая игра)	Испытание насоса ВВСН-0,03. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия. Испытание насоса ВВН 1-3. Построение кривых набора вакуума и быстроты действия	2	ПК-4, ПК-12, ПК-16
		Итого		6	

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	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
<b>8 семестр</b>				
1	Тема 1. Насосы и компрессоры (НиК).	3	проработка лекционного и другого теоретического материала подготовка к тестированию, подготовка к собеседованию	ПК-4, ПК-12, ПК-16
2	Тема 2. Основные положения и теоретические основы газовой динамики сплошных сред.	4	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, подготовка к собеседованию Оформление двух лабораторных работ, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию Оформление индивидуального задания №1, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию	ПК-4, ПК-12, ПК-16
<b>9 семестр</b>				
3	Тема 3. Основные понятия и теоретические основы газовой динамики разреженных сред.	20	проработка лекционного и другого теоретического материала. Оформление двух лабораторных работ, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию Оформление индивидуальных заданий №2 и №3, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию	ПК-4, ПК-12, ПК-16
4	Тема 4. Вакуумные насосы и компрессоры объемного действия.	19	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, подготовка к собеседованию Оформление двух лабораторных работ, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию Оформление индивидуального задания №4, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию	ПК-4, ПК-12, ПК-16
5	Тема 5. Вакуумные насосы и компрессоры кинетического (скоростного) действия	10	проработка лекционного и другого теоретического материала. подготовка к тестированию, подготовка к собеседованию Оформление двух лабораторных работ, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию	ПК-4, ПК-12, ПК-16

			Оформление индивидуального задания №5, подготовка к сдаче, к тестированию и собеседованию	
	Итого	56		

**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	3	10	20	30
Тестирование	1	35	20	35
Контрольная работа 1	1	7	4	7
Контрольная работа 2	1	7	4	7
Контрольная работа 3	1	7	4	7
Контрольная работа 4	1	7	4	7
Контрольная работа 5	1	7	4	7
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. Хаблянян, 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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Sagdeev-gazovaya-dinamika.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Sagdeev-gazovaya-dinamika.pdf</a> . 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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0955-5-Palladiy_Foss_Mizernuk-GDVT.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0955-5-Palladiy_Foss_Mizernuk-GDVT.pdf</a> . Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ

#### 10.2 Дополнительная литература

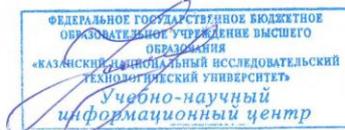
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Техника измерения вакуума. Аляев В.А., Кузьмин В.В., Казань, Изд-во КГТУ, 2009.-374 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Вакуумная техника. [Справочники] : справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин [и др.] ; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова.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

### **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-325 (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:**

#### **а. 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**

Занятия (5 часов) проводятся с использованием интерактивной формы обучения (учебно-деловая игра).

**Лист переутверждения рабочей программы**

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.10.1 «Насосы и компрессоры»  
пересмотрена на заседании кафедры ВТЭУ

№п /п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Налич ие измене ний	Наличие измене ий в списке литерату ры	Разработчик РП (подпись)  Доц. Д.И. Сагдеев	Заведующий кафедрой (подпись) Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ/ОМг/ОАиД (подпись) Доц. Л.А. Китаева
1	№1 от 31.08.2018	нет	нет			