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
«__1__» ____11.____2017 г.

Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А

по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.2 «Вакуумные системы»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки «Компрессорные машины и установки»*, «Вакуумная и компрессорная техника физических установок»
Квалификация 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 3-й курс, 5 семестр, 6 семестр

	Часы			Зачетные единицы
	5 сем.	6 сем.	Всего	
Лекции	36	18	54	1,5
Практические занятия	-	36	36	1
Лабораторные занятия	36	-	36	1
Самостоятельная работа	36	18	54	1,5
Форма аттестации	36 экзамен	зачет, курс. раб.	36	1,0
Всего	144	72	216	6

* – для обучающихся набора 2017 года

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1170 от 20.10.2015г. по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профилей «Компрессорные машины и установки», «Вакуумная и компрессорная техника физических установок» на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016 и 2017 года.

Разработчик программы:

доцент		И.И. Шарапов
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры холодильной техники и технологии, протокол № 3 от 30.10.2017 г.

Зав. кафедрой, проф.		И.Р. Сагбиев
	(подпись)	(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета ЭмТО
от 30. 10. 2017 г. № 2.

Председатель комиссии, доцент		М.С. Хамидуллин
	(подпись)	
Начальник УМЦ, доцент		Л.А. Китаева
	(подпись)	

1. Цели освоения дисциплины

а) формирование знаний о составлении схем вакуумных систем, основах их расчета;

б) формирование знаний об оптимальном выборе вакуумных насосов, арматуры и приборов;

в) обучение технологии подбора разветвленных систем вакуумммирования;

г) обучение способам применения вакуумных насосов в различных отраслях;

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вакуумные системы» относится к дисциплинам вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической видов деятельности. Для успешного освоения дисциплины «Вакуумные системы» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин

- Физика;
- Материаловедение;
- Технология конструкционных материалов;
- Термодинамика;
- Компьютерная графика;
- Основы проектирования;
- Теплообмен.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Вакуумные системы» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практики, выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;
- 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;

- ПК-14 умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ

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 вакууммирования;

б) строить основные характеристики вакуумных насосов и откачной системы;

в) проводить испытания вакуумных насосов.

3) Владеть:

а) правильным представлением об областях вакуумной техники

б) уверено пользоваться каталогами при подборе оптимальной системы вакуумирования.

в) выполнять проверочные расчёты.

4. Структура и содержание дисциплины Б.1.В.ДВ.10.2«Вакуумные системы»

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
1	Основные сведения из молекулярно-кинетической теории газов. Течение разряженных газов и проводимость вакуумных систем	5	1	4			4	Устный опрос
2	Технологические схемы вакуумных систем	5	3	6		8	6	Лабораторная работа
3	Механические методы получения вакуума	5	5...9	10		20	14	Лабораторная работа
		6	3		4		2	Практическая работа
4	Низкотемпературные средства откачки	5	11,13	4			2	Устный опрос
5	Конструкционные элементы вакуумных систем	5	15,17	6			4	Устный опрос
		6	5-9	6	4		2	Практическая работа
6	Расчет систем вакуумммирования	5	18	6			4	Устный опрос
		6	11-13	4	4		2	Практическая работа
7	Вакуумные измерения	5	9-13			8	2	Лабораторная работа
		6	9-13	4	2		2	Практическая работа
8	Испытания вакуумных систем	6	15,17	4	4		2	Практическая работа
9	Выполнение курсовой работы.	6	1…18		18		8	Защита курсовой работы
Всего за 5-й семестр				36		36	36	Экзамен
Всего за 6-й семестр				18	36		18	Зачёт, Курсовая работа
Итого				**54**	**36**	**36**	**54**	

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*

1	2	3	4	5	6
1	Основные сведения из молекулярно-кинетической теории газов. Течение разряженных газов и проводимость вакуумных систем.	4	Основные сведения из молекулярно-кинетической теории газов. Течение разряженных газов и проводимость вакуумных систем	Основные понятия и определения: давление, скорость молекул газа, закон распределения молекул газа по скоростям, средняя длина свободного пробега газа. Основное уравнение вакуумной техники. Режимы течения газа по трубопроводам.	*ПК-1*
2	Технологические схемы вакуумных систем	6	Технологические схемы вакуумных систем	Правила составление технологических схем вакуумных систем, последовательность включения в схему элементов системы, расстановка арматуры.	*ПК-1*
3	Механические методы получения вакуума	10	Механические вакуумные насосы.	Объемные вакуумные насосы с масляным уплотнением, объемные безмаслянные насосы, молекулярные насосы, паромасляные диффузионные насосы .	*ПК-1*
4	Низкотемпературные средства откачки	4	Низкотемпературные средства откачки	Принцип действия и классификация низкотемпературных средств откачки, конденсационные насосы, адсорбционные насосы.	*ПК-1*
5	Конструкционные элементы вакуумных систем	12	Конструкционные элементы вакуумных систем	Разборные вакуумные соединения, вакуумные трубопроводы, устройства для передачи движения в вакууме, запорно-регулирующая аппаратура, используемые материалы	*ПК-1,*
6	Расчет систем вакууммирования	10	Расчет систем вакууммирования	Проектный и поверочный расчет вакуумной системы. Расчет суммарного потока газов, проводимости высоковакуумной системы, эффективной быстроты откачки и давления в рабочей камере, времени предварительной откачки	*ПК-1,*
7	Вакуумные измерения	4	Вакуумные измерения	Методические особенности использования вакуумметрической аппаратуры. Деформационные вакуумметры. Тепловые вакуумметры. Электронные ионизационные вакуумметры. Магнитные электроразрядные вакуумметры. Классификация газоанализаторов.	*ПК-1, ПК-14*
8	Испытания вакуумных систем	4	Испытания вакуумных систем	Испытания основных типов вакуумных насосов и систем. Схемы измерительных камер, установок, порядок проведения испытаний и основные характеристики, получаемые при испытаниях.	*ПК-14*

6. Содержание семинарских, практических занятий

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Вакуумная и компрессорная техника физических установок») предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.2«Вакуумные системы» для студентов очной формы обучения.

Цель проведения практических занятий – освоение лекционного материала и выработка умений проводить расчет и подбор основного оборудования вакуумных систем.

Режим проведения практических занятий – один раз в неделю по 2 часа. При проведении практических занятий студентами осуществляется коллективное обсуждение и разбор рассматриваемых схем вакуумных систем конструкций вакуумных насосов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компе-тенции
3	Механические методы получения вакуума	4	Конструкции механических вакуум-насосов	Изучение конструкций, технических характеристик поршневых, роторных жидкостно-кольцевых, плунжерных насосов	ПК-1
5	Конструкционные элементы вакуумных систем	4	Конструкционные элементы вакуумных систем	Изучение конструкций запорной вакуумной арматуры, устройства разъемных и неразъемных соединений вакуумных систем, применяемые материалы.	ПК-1
6	Расчет систем вакуумирования	4	Расчет времени предварительной откачки рабочей камеры	Расчет времени предварительной откачки рабочей камеры от атмосферного давления до заданного	ПК-1
7	Вакуумные измерения	2	Погрешности вакуумных измерений	Определение погрешностей прямых и косвенных измерений.	ПК-1
8	Испытания вакуумных систем	4	Испытание вакуумных систем на герметичность	Изучения порядка проведения проверки вакуумных систем на герметичность: способы, применяемое оборудование.	ПК-1, ПК-12
9	Выполнение курсовой работы	18	Расчет и подбор оборудования	Разработка вакуумной схемы установки, выбор средств	ПК-1

			вакуумной системы	измерения и контроля вакуума, выбор средств получения и поддержания вакуума, поверочный расчет, выполнение графической части работы.	

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Вакуумные системы» для студентов очной форм обучения.

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося устройства, принципа действия, схем, расчета вакуумных систем, а также выработка студентами определенных умений, связанных с испытанием, определением основных параметров вакуумных систем, обработкой и анализом результатов испытаний, и навыков, связанных с проведением расчетных работ.

Режим проведения лабораторных занятий – один раз в неделю по 4 часа. Место проведения – лаборатория кафедры «КМУ».

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
2	Технологические схемы вакуумных систем	8	Изучение технологических схем вакуумных систем, основного и вспомогательного оборудования установок. Составление технологических схем вакуумных систем.	*ПК-1, ПК-14*
3	Механические методы получения вакуума	8	Исследование работы, шестеренчатого двухроторного вакуум-насоса.	*ПК-1*
		4	Изучение методики монтажа и испытания вакуумной системы.	*ПК-1, ПК-12*
		4	Исследование работы водокольцевого вакуумного насоса	*ПК-1*
		4	Изучение устройства, расчет технических характеристик струйного вакуум-насоса	*ПК-1*
7	Вакуумные измерения	8	Изучение приборов и средств вакуумных измерений	*ПК-1*

8. Курсовая работа

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено выполнение курсовой работы по дисциплине «Вакуумные системы» для студентов очной форм обучения.

Цель выполнения студентами курсовой работы по дисциплине – формирование у студентов знаний основ расчета и умений проводить

разработку схем вакуумных систем, подбор их отдельных элементов, а также формирование навыков, связанных с проведением расчетных работ.

Курсовая работа выполняется индивидуально по теме, выбираемой из предложенного преподавателем списка.

Основные источники информации – методические указания, учебники и справочники по вакуумной технике, имеющиеся в библиотеке университета и кафедры КМУ, а также могут быть использованы электронные источники информации.

Выполнение курсовой работы завершается оформлением студентом письменного отчёта – «Курсовая работа по теме: «Расчет и подбор оборудования вакуумной системы»» по установленной форме с последующей публичной защитой результатов работы перед комиссией, состоящей из преподавателей кафедры КМУ.

Темы курсовых работ частично обновляются с периодичностью один раз в год.

Примерная тематика курсовых работ может быть представлена следующим образом:

Исходные данные к работе:
Рабочее давление – $6*10^{-3}$ Па;
Суммарное газовыделение - $1*10^{-1}$ м3*Па/с;
Размеры рабочей камеры – d=1м; h=0,7 м;
Время работы в установившемся режиме – 60 мин;
Время откачки в неустановившемся режиме – 10 мин.

Варианты курсовой работы отличаются исходными данными.

Содержание расчетно-пояснительной записки курсовой работы:

Титульный лист. Содержание. Введение. Исходные данные. Разработка схемы вакуумной системы. Выбор основного насоса. Выбор вспомогательного насоса. определение размеров трубопроводов системы. Расчет времени предварительной откачки. Поверочный расчет вакуумной системы. Список литературы.

Объём графической части курсовой работы (1 лист формата А1):

Исходные данные, схема вакуумной системы, таблица с расчетными характеристиками системы, таблица с характеристиками подобранного оборудования.

9. Курсовой проект

Учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» не предусмотрено выполнение курсового проекта по дисциплине «Вакуумные системы» для студентов очной формы обучения.

10. Самостоятельная работа бакалавра

Характеристика самостоятельной работы студентов.

Общая продолжительность самостоятельной работы студентов (СРС), предусмотренная учебным планом направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» профиля «Компрессорные машины и установки», «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.2«Вакуумные системы» составляет 54 часа. Распределение учебного времени по разделам дисциплины представлены ниже в таблице.

СРС включает следующие виды работ:

- Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала;
- Подготовка к выполнению лабораторных работ;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Оформление отчётов по лабораторным работам;
- Выполнение курсовой работы.

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Основные сведения из молекулярно-кинетической теории газов. Течение разряженных газов и проводимость вакуумных систем	4	Проработка лекционного и другого теоретического материала.	ПК-1
2	Технологические схемы вакуумных систем	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов.	ПК-1, ПК-14
3	Механические методы получения вакуума	16	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов. Выполнение расчётного задания.	ПК-1, ПК-12
4	Низкотемпературные средства откачки	2	Проработка лекционного и другого теоретического материала.	ПК-1
5	Конструкционные элементы вакуумных систем	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Выполнение практического задания.	ПК-1,
6	Расчет систем вакууммирования	6	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Выполнение расчётного задания.	ПК-1,
7	Вакуумные измерения	4	Проработка лекционного и другого теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам	ПК-1 ПК-12, ПК-14

1	2	3	4	5
			и оформление отчётов.	
8	Испытания вакуумных систем	2	Проработка лекционного и другого теоретического материала.	ПК-1, ПК-12 ПК-14
9	Выполнение курсовой работы.	8	Выполнение расчётной и графической части курсовой работы.	ПК-1
	Итого:	54		

11. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Вакуумные системы» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о рейтинговой системе «КНИТУ».

По дисциплине «Вакуумные системы» промежуточным видом контроля является зачет, экзамен и курсовая работа.

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

Вид деятельности	Баллы min/max	
	5 семестр	6 семестр
Устный опрос	6…9	-
Лабораторная работа	30…51	-
Практическая работа	-	60…100
Экзамен	24…40	-
Итого	60…100	60…100
Курсовая работа		60…100

12. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

12.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Вакуумные системы» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация.Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие. Хабланян М.Х. Саксаганский Г.Л. Бурмистров А.В. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет) Издательство: 978-5-7882-1447-4ISBN: - 2013. - 232 стр.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/73226.html Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу 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 экз. в УНИЦ КНИТУ

12.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

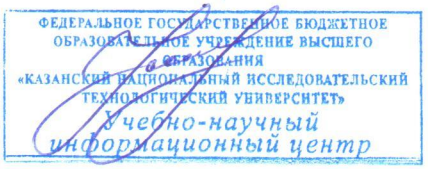
Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. В.А. Максимов, Г.С.Баткис. Основы триботехники и герметологии [Учебники] : учебник / АН РТ, Казан. гос. технол. ун-т, ОАО "Казанькомпрессормаш" .— Казань : Титул-Казань, 2007 .— 310 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.304-306 (30 назв.) .— ISBN 5-7497-0043-7.	47 на кафедре КМУ
2. Вакуумная техника [Справочники] : Справочник / Авт.:Е.С.Фролов,В.Е.Минайчев,А.Т.Александрова и др./. Под общ.ред.Е.С.Фролова,В.Е.Минайчева .— 2-е изд., перераб.и доп. — М. : Машиностроение, 1992 .— 471 с. : ил. — Библиогр.:с.463-468.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ

12.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Вакуумные системы» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронные каталоги: УНИЦ (http://ruslan.kstu.ru/);
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru);
- ЭБС «ЮРАЙТ». (http://www.biblio-online.ru/);
-ЭБС «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза» (http://www.studentlibrary.ru/);
- Веб-сайты ведущих мировых производителей вакуумного оборудования.

Зав. сектором ОКУФ



12.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины Б.1.В.ДВ.10.2«Вакуумные системы» используются следующие средства для проведения занятий.

1. Лекционные занятия:

а) раздаточные материалы в виде рисунков, схем, диаграмм и т.д. по теме лекции;

б) аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, ноутбук.

2. Практические занятия:

а) презентационная техника: проектор, экран, ноутбук;

3. Лабораторные занятия:

а) лабораторные установки для проведения лабораторных работ в лаборатории кафедры «Компрессорные машины и установки»;

б) плакаты, макеты холодильных машин и их отдельных элементов.

4. Прочее:

а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

в) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13.Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 20 часов от общего количества аудиторных часов.

В рамках изучения дисциплины Б.1.В.ДВ.10.2 «Вакуумные системы» могут применяться следующие современные образовательные технологии:

- информационные технологии (выполнение графической части работ с применением программного продукта «*КОПМАС*»;
- оформление пояснительной записки с использованием *Microsoft Office*;

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б.1.В.ДВ.10.2 «Вакуумные системы» для очной формы обучения пересмотрена на заседании кафедры «Компрессорных машин и установок»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изме-нений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ-чика РП	Подпись зав. кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ ОАиД
	№_1_ от 03.09 2018)	нет	нет			
	№_____ от ___.____20___)					
	№_____ от ___.____20___)					
	№_____ от ___.____20___)					