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
«21» ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред»

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	2к, 4с

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	–	–
Лабораторные занятия	36	1,0
Семинарские занятия	–	–
Самостоятельная работа	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 _____ Д.И. Сагдеев

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 Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред» являются

а) формирование знаний об основных закономерностях течения газов по каналам,

б) обучение технологии получения математического описания переносов тепла в газах и несжимаемых жидкостях в широком диапазоне изменения давлений,

в) обучение способам применения расчетов потоков рабочего тела и тепла, расчетов проводимости и сопротивления элементов вакуумных систем,

г) раскрытие сущности процессов, происходящих при движении газа или несжимаемой жидкости в проточных трактах вакуумного откачного оборудования, в дозвуковых и сверхзвуковых течениях газа, в скачках уплотнения, в диффузорах, конфузорах, соплах и газоструйных эжекторах.

2. *Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы*

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред» относится к *вариативной части* ООП.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.5 Математика

б) Б1.Б.6 Физика

в) Б1.Б.22 Термодинамика

г) Б1.В.ОД.9 Теплообмен

д) Б1.Б.18 Механика жидкости

е) Б1.Б.9 Информационные технологии

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.7 Электрические явления в вакууме

б) Б1.В.ДВ.10.2 Потоки в вакуумных системах

в) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы

г) Б1.В.ОД.13 Расчет и конструирование элементов вакуумного оборудования

д) Б1.В.ОД.15 Вакуумные установки

е) Б1.В.ДВ.9.1 Вакуумные технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины, 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. ОПК-1- способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий;

2. 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:

1) **Знать:**

а) основные закономерности движения газа и несжимаемой жидкости;

б) методологию, методику расчета характерных скоростей движения газа или несжимаемой жидкости в проточных трактах основного вакуум - технологического оборудования, аппаратов и установок;

в) методы решения инженерных задач с использованием современных методов физического и математического моделирования на базе современные компьютерных программных продуктов для решения задач прикладной газовой динамики.

2) **Уметь**:

а) самостоятельно выводить формулы и зависимости, характеризующие конкретные состояния газового потока в вакуум - технологическом оборудовании, аппаратах и установках;

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

в) использовать современные моделирующие программы для расчетов полей скоростей и давлений в проточных трактах вакуум - технологического оборудования, аппаратов и установок.

3) **Владеть:**

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

б) навыками анализа, физического и математического моделирования, масштабного перехода, рационального аппаратурного оформления вакуумных аппаратов и установок;

в) современными методами расчета основных параметров дозвукового и сверхзвукового газового потока с применением информационных технологий.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ занят.	Лаб. раб.	СРС	
1	Тема 1	4	8	-	12	15	Тестирование, практическая контрольная работа, индивид. задания, отчет по лабораторным работам
2	Тема 2	4	6	-	12	15	Тестирование, практическая контрольная работа, индивид. задания, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3	4	4	-	12	24	Тестирование, практическая контрольная работа, индивид. задания, отчет по

							лабораторным работам
	Итого:		**18**	-	**36**	54	
	Промежуточная аттестация						***Зачет***

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Часы	Краткое содержание	Форм-ые комп-ии
1.	Тема 1. Основные уравнения газовой динамики.	8	Предмет курса и его связь с другими дисциплинами. Понятие о рабочем теле и модели жидкости. Одномерное течение невязкого газа. Основные термодинамические соотношения. Уравнение энергии. Уравнение Бернулли. Параметры торможения. Характерные скорости: скорость звука, критическая скорость, максимальная скорость, безразмерные соотношения. Газодинамические функции параметров торможения, функции потока массы.	ОПК-1
2.	Тема 2. Скачки уплотнения.	6	Уравнение Гюгонио и его анализ, переход через скорость звука. Прямой скачок уплотнения. Уравнение обращения воздействий. Движение газа в трубе при наличии трения. Распространение малых возмущений в газе. Обтекание тел дозвуковым и сверхзвуковым потоком газа. Косой скачок уплотнений.	ОПК-1, ПК-5
3.	Тема 3. Течение рабочего тела в элементах проточной части вакуумных установок	4	Принципы расчета газовых потоков в элементах проточной части. Уравнение обращения воздействий. Течение газа по трубам. Течение в суживающихся и расширяющихся каналах. Расчет и конструирование газоструйного и пароструйного эжектора.	ОПК-1, ПК-5

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – учебно-деловая игра, которая позволяет вести диалог с будущими бакалаврами 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.

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Форм-ые комп-ии

1	Тема 1	4	Лабораторная работа № 1. Технология проведения измерений параметров воздушного потока (учебно-деловая игра)	Изучение методики измерения и устройством приборов для измерения параметров потока газа.	ОПК-1 ПК-5
2	Тема 1	4	Лабораторная работа № 2 Тарирование пневмометрических приборов в аэродинамической трубе. (учебно-деловая игра)	Изучение методики тарирования пневмометрических измерения и устройством приборов для измерения параметров потока газа.	ОПК-1 ПК-5
3	Тема 1	4	Лабораторная работа №3. Исследование обтекания цилиндра воздушным потоком. (учебно-деловая игра)	Изучение методики измерения характеристик потока при обтекании цилиндра воздушным потоком.	ОПК-1 ПК-5
4	Тема 2	4	Лабораторная работа №4. Газодинамические функции для расчета течений газов. (учебно-деловая игра)	Изучение методики расчета течений газов при помощи газодинамических функций и расчет параметров газового потока.	ОПК-1 ПК-5
5	Тема 2	4	Лабораторная работа №5. Изучение параметров потока газа и потерь в плоском диффузоре. (учебно-деловая игра)	Изучение методики измерения параметров потока газа и потерь в плоском диффузоре.	ОПК-1 ПК-5
6	Тема 2	4	Лабораторная работа № 6. Исследование потока в неподвижном криволинейном канале.	Изучение методики экспериментального исследования потока в неподвижном криволинейном канале.	ОПК-1 ПК-5
7	Тема 3	4	Лабораторная работа № 7. Исследование течения воздуха в цилиндрической трубе.	Изучение методики экспериментального определения распределения статического давления вдоль трубы при дозвуковом течении с трением на критическом и докритическом режимах	ОПК-1 ПК-5
8	Тема 3	4	Лабораторная работа №8. Газодинамический расчет сопла Лаваля (учебно-деловая игра)	Изучение методики газодинамического расчета сопла Лаваля	ОПК-1 ПК-5
9	Тема 3	4	Лабораторная работа № 9. Исследование пограничного слоя на плоской стенке. (учебно-деловая игра)	Изучение методики экспериментального исследования поля скоростей и толщины пограничного слоя при обтекании плоской пластины потоком воздуха.	ОПК-1 ПК-5

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебных лабораториях кафедры ВТЭУ: В-320, В-325 и В-323 с использованием специального оборудования: лабораторные стенды для изучения газодинамических процессов и экспериментального исследования

газоструйного вакуумного насоса. Обработка первичных опытных данных производится на ЭВМ.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Форм-ые комп-ии
1	Тема 1. Основные уравнения газовой динамики.	15	проработка лекционного и другого теоретического материала подготовка к тестированию, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к контрольной работе, Оформление индивидуального задания №1.	ОПК-1 ПК-5
2	Тема 2. Скачки уплотнения.	15	проработка лекционного и другого теоретического материала подготовка к тестированию, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к контрольной работе, Оформление индивидуального задания №2. Оформление индивидуального задания №3.	ОПК-1 ПК-5
3	Тема 3. Течение рабочего тела в элементах проточной части вакуумных установок	24	проработка лекционного и другого теоретического материала подготовка к тестированию, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе, подготовка к контрольной работе, Оформление индивидуального задания №4.	ОПК-1 ПК-5
	Итого	54		

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.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред»

Вид работы	Кол-во	Максим. балл	Миним. сумма баллов	Максим. сумма баллов
Лабораторная работа	9	4	27	36
Тестирование	1	12	9	12
Практическая контрольная работа	1	12	8	12
Индивидуальное задание 1	1	10	4	10
Индивидуальное задание 2	1	10	4	10
Индивидуальное задание 3	1	10	4	10
Индивидуальное задание 4	1	10	4	10
Итого			60	100
Промежуточная аттестация (зачет)				

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Газодинамика сплошных сред» 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. Хабланян, 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 / Д.И. Сагдеев; 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 : учеб. пособие / А.В. Палладий; Казан. гос. технол. ун-т .— Казань, 2010 .— 90 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
4.Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи: учеб. пособие /В.Г. Дьяконов, О.А. Лонщаков; Казан. нац. исслед. ун-т. – Казань: КНИТУ, 2011 – 232 с	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Строгалев, В.П. Основы прикладной газовой динамики: учебное пособие / В.П. Строгалев, И.О. Толкачева, Н.В. Быков. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 174 с.	ЭБС Консультант студента http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN 9785703839805.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с ip-адресов КНИТУ
2. Техника измерения вакуума/ Аляев В.А., Кузьмин В.В.; Казан. гос. технол. ун-т, Казань, 2009.- 374 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Крайко А.Н. Теоретическая газовая динамика: классика и современность: монография/ А.Н. Крайко. - М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010 .— 429, [11] с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Газодинамика сплошных сред» 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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Научно-научный информационный центр

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 по газодинамике сплошных сред,

b. лаборатория В-326 (вакуумные насосы), оснащенная лабораторным оборудованием по газодинамике сплошных сред,

c. лаборатория В-323 (Компьютерный класс) оснащена 12 компьютерами и интерактивной доской ,

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. Слайды в помощь к лекционному материалу.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий (лабораторные работы – 20часов), проводимых с использованием интерактивной формы обучения (учебно-деловая игра), составляет 37% от аудиторных занятий.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ОД.6 «Газодинамика сплошных сред» пересмотрена на заседании кафедры ВТЭУ

№п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	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			