

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический универ-
ситет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров
09. 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.7 «Газодинамика»
Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)
Профиль подготовки Вакуумная и компрессорная техника физических установок, Компрессорные машины и установки*
Квалификация выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт, факультет ИХНМ, ЭМТО
Кафедра-разработчик рабочей программы «Компрессорные машины и установки»
Курс (семестр) 3 (5)

	Часы	Зачётные единицы
Лекции	24	0,67
Практические занятия	12	0,33
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	Зачет	
Всего	108	3

* для начала подготовки 2017, 2018 гг.

Казань 2018 г.

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, (№1170 от 20.10.2015 г.)
(номер, дата утверждения)

По направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

профилей подготовки Вакуумная и компрессорная техника физических установок, Компрессорные машины и установки*

на основании учебных планов набора, обучающихся 2016, 2017*, 2018* годов.

Разработчик программы:

Зав. кафедрой
(должность)


(подпись)

И.Р. Сагбиев
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КМУ
протокол от «3» сентября 2018 г. № 1

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Р. Сагбиев
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФЭМТО
от «10» сентября 2018 г. № 1

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

М.С. Хамидуллин
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Газодинамика» являются:

- а) формирование знаний об основных закономерностях дозвукового и сверхзвукового течения газов в проточных трактах компрессоров и различных газопроводов;*
- б) раскрытие сущности процессов, происходящих при движении газа по каналам и обтекании газом поверхностей различной формы;*
- в) обучение технологии составления математического описания течения газов, на основе законов сохранения для сплошных сред;*
- г) обучение способам расчета потоков газа в элементах компрессорных установок и газопроводов.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Газодинамика» относится к дисциплине *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, производственно-технологической, проектно-конструкторской* видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Газодинамика» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика*
- б) Физика*
- б) Термодинамика*

Дисциплина «Газодинамика» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Вычислительные методы в вакуумной и компрессорной технике*
- б) Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров*
- в) Газораспределительные и компрессорные станции*
- г) Основы вакуумной техники*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Газодинамика» могут быть использованы при прохождении *производственной и преддипломной* практик, а также при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ОК-1: способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;
2. ОПК-1: способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий;
3. ПК-1: способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

1) Знать:

- a) основные закономерности движения газа и несжимаемой жидкости;
- b) методологию, методику расчета характерных скоростей движения газа в проточных трактах компрессоров и технологического оборудования;
- c) методы решения инженерных задач с использованием физического и математического моделирования.

2) Уметь:

- a) самостоятельно выводить зависимости, характеризующие конкретные состояния газового потока в различных технологических машинах и оборудовании;
- b) проводить эксперименты на лабораторных стендах, замерять и обрабатывать результаты опытов, рассчитывать основные параметры газового потока.

3) Владеть:

- a) приемами и навыками расчета процессов течения сплошных сред в элементах компрессоров и технологического оборудования;
- b) навыками анализа, физического и математического моделирования, рационального аппаратного оформления компрессорных машин и установок.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения аттестации по разделам
			Лек- ция	Прак- ти- ческ ое заня- тие	Лабораторные работы	СРС	
1	Базовые понятия и допущения, составляющие основу для вывода основных уравнений газовой динамики.	5	4	-	-	4	Отчёты по лабораторным работам. Промежуточное тестирование. Итоговое тестирование.
2	Вывод закона сохранения массы для сплошного газа.	5	2	-	-	6	Отчёты по лабораторным работам. Промежуточное тестирование. Итоговое тестирование.
3	Закон сохранения количества движения (импульсов) для сплошного газа.	5	4	-	-	8	Отчёты по лабораторным работам. Промежуточное тестирование. Итоговое тестирование.
4	Вывод закона сохранения энергии для газа.	5	2	-	-	6	Отчёты по лабораторным работам. Промежуточное тестирование. Итоговое тестирование.
5	Замыкание полученной системы основных уравнений газодинамики.	5	2	-	-	4	Отчёты по лабораторным работам. Промежуточное тестирование. Итоговое тестирование.
6	Методы упрощения исследовательской задачи при решении частных задач газодинамики.	5	2	4	4	10	Отчёты по лабораторным работам. Оценка за практические занятия. Итоговое тестирование.
7	Модель пограничного слоя.	5	2	-	6	4	Отчёты по лабораторным работам. Итоговое тестирование.
8	Движение газа в трубе при наличии трения.	5	2	-	4	4	Отчёты по лабораторным работам. Итоговое тестирование.
9	Понятие скорости звука. Динамика дозвукового и сверхзвукового потока газа	5	2	8	-	4	Оценка за практические занятия. Итоговое тестирование.
10	Виды физического воз-	5	2	-	4	4	Отчёты по лабораторным рабо-

	действия на поток газа.						там. Итоговое тестирование.
Итого:		5	24	12	18	54	
Форма аттестации							Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раз- дел дис- ци- пли- ны	Час ы	Тема лекционного заня- тия	Краткое содержание	Форми- руемые компе- тенции
1	1	4	Понятие о сплошности газа. Модельная схема исследования элемента пространства методом Эйлера. Законы сохранения массы, импульса и энергии.	Число Кнудсена. Модель сплошной среды. Подходы Лагранжа и Эйлера. Понятие контрольного микрообъема газа. Важнейшие допущения.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
2	2	2	Закон сохранения массы. Вывод уравнения сплошности (неразрывности).	Закон сохранения массы для динамики газа. Уравнение Гаусса-Остроградского. Уравнение сплошности в интегральной и дифференциальной форме записи.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
3	3	4	Закон сохранения количества движения (импульсов). Вывод уравнений движения газа. Понятия вязкости и турбулентности газа.	Силы, действующие на элемент исследуемого пространства газа и их оценка. Система уравнений Навье-Стокса.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
4	4	2	Закон сохранения энергии. Вывод уравнения энергии.	Виды энергии, учитываемые при выводе уравнения энергии.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
5	5	2	Уравнение состояния газа. Итоговая запись системы основных уравнений газовой динамики. Интегрирование основных уравнений газодинамики.	Допустимость применения уравнения состояния идеального газа для описания свойств реального газа. Условия однозначности решения.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
6	6	2	Применение основных уравнений для решения частных задач газодинамики. Модели жидкости и газа. Виды движения среды. Уравнение Бернулли.	Одномерный стационарный поток газа. Интеграл Бернулли для случаев идеальной несжимаемой жидкости и адиабатного течения идеального газа.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
7	7	2	Основные положения теории пограничного слоя.	Развитие пограничного слоя при движении газа вдоль плоской поверхности.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
8	8	2	Уравнения движения для одномерного стационарного потока газа с учетом вязкости. Влияние шероховатости стенок каналов.	Формула Дарси-Вейсбаха. Опыты Никурадзе.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
9	9	2	Распространение малых возмущений в газе. Понятие скорости звука. Обтекание тел дозвуковым и	Истечение газа из бесконечно большого резервуара. Характерные скорости: скорость звука, и максимальная скорость. Газодинамические	ОК-1 ОПК-1 ПК-1

			сверхзвуковым потоком.	функции потока газа.	
10	10	2	Уравнение обращения воз- действий. Уравнение Гюго- нио. Комбинированное сопло – сопло Лаваля.	Геометрическое воздействие на поток газа. Анализ уравнения Гюгонио.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1

6. Содержание практических занятий

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Газодинамика» в объёме 12 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	6	4	Параметры потока газа. Уравнения изоэнтропного течения газа.	Основные параметры потока газа: давление, скорость, температура и плотность. Основное уравнение идеального газа. Уравнение Бернулли. Уравнение Гюгонио	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
2	9	4	Обтекание сверхзвуковым потоком внешнего тупого угла.	Параметры торможения. Газодинамические функции и определение их значений по формулам и таблицам. Интерполяция и экстраполяция.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
3	9	4	Скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке.	Прямой скачок уплотнения. Косой скачок уплотнения. Отсоединенный скачок уплотнения.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение и закрепление материалов лекционных и практических занятий, получения навыков экспериментальных газодинамических исследований.

Режим проведения лабораторных занятий - один раз в неделю по 4 часа, после завершения изложения лекционного материала.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	6 – 8, 10	4	Лаб. раб. №1. Измерение параметров воздушно-го потока	ОК-1, ОПК-1, ПК-1
2	6 – 8, 10	4	Лаб. раб. №2. Изучение параметров потока газа и потерь в плоском диффузоре	ОК-1, ОПК-1, ПК-1
3	6 – 8, 10	4	Лаб. раб. №3. Исследование течения воздуха в цилиндрической трубе	ОК-1, ОПК-1, ПК-1
4	6 – 8, 10	4	Лаб. раб. №4. Исследование пограничного слоя на плоской стенке	ОК-1, ОПК-1, ПК-1
5	6 – 8, 10	2	Отчёт по лабораторным работам	ОК-1, ОПК-1, ПК-1

Лабораторные работы проводятся в помещении лабораторий кафедры с использованием специального оборудования и компьютеров. Студенты самостоятельно проводят обработку результатов эксперимента.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируе- мые компе- тенции
1	Разделы дисциплины 1-10	54	СРС проводится с использованием доступных студентам ресурсов (литература, учебные фильмы и видеоконференции), которыми наполнен раздел дисциплины «Газодинамика» виртуальной среды обучения КНИТУ (КХТИ) MOODLE.	ОК-1 ОПК-1 ПК-1
Итого:		54		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Газодинамика» используется балльно-рейтинговая система. При этом контролируется текущая работа студента в течение семестра (рейтинг $R_{\text{тек}}$). Зачёт по дисциплине выставляется с учетом рейтинга студента по дисциплине $R_{\text{дис}} = R_{\text{тек}}$, на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.).

При изучении дисциплины «Газодинамика» предусматривается применение нижеследующих оценочных средств:

Описание оценочных средств
Отчёты по лабораторным работам, практические занятия, промежуточное тестирование, итоговое тестирование

Цифровое и словесное выражение оценки	Выражение в баллах балльно-рейтинговой системы	Описание оценки в требованиях к уровню и объёму компетенций	Описание примерной шкалы оценочных средств, с позиций балльно-рейтинговой системы (БРС)
Зачтено	От 87 до 100 баллов	Освоен превосходный уровень компетенций ОК-1, ОПК-1, ПК-1	Лабораторные работы – 17-20 баллов. Практические занятия - 9-10 баллов. Промежуточное тестирование – 17-20 баллов. Итоговое тестирование – 44-50 баллов. Итого: 87-100 баллов
Зачтено	От 73 до 87 баллов	Освоен продвинутый уровень компетенций ОК-1, ОПК-1, ПК-1	Лабораторные работы – 14-17 баллов. Практические занятия - 7-9 баллов. Промежуточное тестирование – 14-17 баллов. Итоговое тестирование – 38-44 баллов. Итого: 73- 87 баллов
Зачтено	От 60 до 73 баллов	Освоен пороговый уровень компетенций ОК-1, ОПК-1, ПК-1	Лабораторные работы – 11-14 баллов. Практические занятия - 4-7 баллов. Промежуточное тестирование – 11-14 баллов. Итоговое тестирование – 34-38 баллов. Итого: 60-73 балла
Не зачтено	Менее 60 баллов	Не освоен пороговый уровень компетенций ОК-1, ОПК-1, ПК-1	Лабораторные работы – 0-11 баллов. Практические занятия - 0-4 баллов. Промежуточное тестирование – 0-11 баллов. Итоговое тестирование – 0-34 баллов. Итого: 0-60 баллов

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

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

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Брушлинский, К.В. Математические основы вычислительной механики жидкости, газа и плазмы: учебное пособие.— Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2017.— 272 с. — ISBN 978-5-91559-224-6.	Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=858951 доступ с любой точки интернет после регистрации IP адреса в КНИТУ
2. Крайнов, В.П. Лекции по избранным проблемам механики сплошных сред: учеб. пособие.— Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2014.— 120 с. — ISBN 978-5-91559-181-2.	Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=552609 доступ с любой точки интернет после регистрации IP адреса в КНИТУ
3. Кураев, А.А. Аэрогидромеханика: учебное пособие.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2010.— 116 с. — ISBN 978-5-7782-1423-1.	Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=549075 доступ с любой точки интернет после регистрации IP адреса в КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Газовая динамика : Избранное: В 2 т. / Под общ.ред. А.Н.Крайко; Ред.-сост. А.Н.Крайко (отв.), А.Б.Батажный, А.Н.Секундов. Т.1 .— М. : Физматлит, 2000.— 720 с. : ил. — Библиогр.в конце глав. - ISBN 5-9221-0081-5 .— ISBN 5-9221-0089-0.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Газовая динамика : В 2 т. / Ред.-сост.: А.Н.Крайко, А.Б.Ватажин, А.Н.Секундов.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ

Т.2: Избранное. — М. : Физматлит, 2001.— 765 с. : ил. — Библиогр. в конце глав. ISBN 5-9221-0089-0; 5-9221-0144-7 (т.2).	
3.Овсянников, Л.В. Лекции по основам газовой динамики / Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). — 2-е изд., доп. — М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. — 336 с.: ил. — Библиогр.: с.334-335 (16 назв.). ISBN 5-93972-201-6.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
4.Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций. [Электронный ресурс]: курс лекций / Б.Е. Победря, Д.В. Георгиевский.— М. : Физматлит, 2006. — 272 с. — ISBN 5-9221-0649-X.	Режим доступа: http://znanium.com/go.php?id=544635 доступ с любой точки интернет после регистрации IP адреса в КНИТУ
5. Горшков, А.Г. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды: учебник для студ.вузов, обуч.по машиностр.напр. / Ин-т проблем механики; Под ред.Д.М.Климова.— М. : Наука, 2000. — 214 с.: ил. — Библиогр.: с.213-214 (29 назв.) .— ISBN 5-02-002494-5	10 экз. в УНИЦ КНИТУ

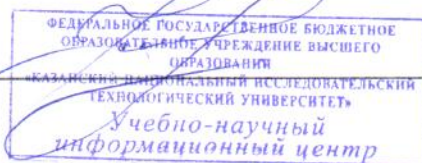
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Газодинамика» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
3. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «IPR books» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
6. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>

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 и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины «Газодинамика» предусмотрено использование следующих материально-технических средств: учебные лабораторные установки, плакаты, чертежи серийно выпускаемых компрессоров и насосов, макеты компрессоров, детали и узлы компрессорных машин, компьютерный класс укомплектованный необходимым количеством (15 штук) персональных компьютеров и программным обеспечением.

13. Образовательные технологии

Учебным планом по дисциплине «Газодинамика» предусмотрено 2 часа лекций и 12 часов практических занятий, проводимых в интерактивной форме. Занятия проводятся с использованием доступных студентам ресурсов виртуальной среды обучения КНИТУ (КХТИ) MOODLE

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Газодинамика»,
по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
профилю подготовки: «Компрессорные машины и установки»,
для набора обучающихся 2019 г.
форме обучения – очная,
пересмотрена на заседании кафедры «Компрессорные машины и установки».

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
				Сагбиев И.Р.	Сагбиев И.Р.	Китаева Л.А.
1	№11 от 28 июня 2019 г.	есть*	нет			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<http://www.elibrary.ru>

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Газодинамика»:

MS Office,

HyperWorks