

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
первый проректор

_____ Феокистов А.В.

«__» _____ 2018 г.

**ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника
(направление подготовки)

Промышленная теплоэнергетика
(направленность)

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
заочная

Новокузнецк
2018

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины «Гидрогазодинамика»

Преподавание дисциплины ставит своей целью приобретение обучающимися основных теоретических знаний в области движения жидкостей и газов, овладение способностью производить расчеты параметров и характеристик движущихся потоков, управлять процессами и системами, в которых осуществляется движение жидкостей и газов.

Задачами изучения дисциплины является следующее: понимание физической природы явлений в жидкости и в газе; изучение математических моделей их; приобретение навыка приложения теоретических положений к практическим инженерным проблемам; выделение основных факторов для управления процессами гидрогазодинамики в промышленных агрегатах; приобретение опыта в производстве замеров и исследования движения сред, умение интерпретировать результаты экспериментов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки

Данная программа подготовлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования на основе учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Дисциплина изучается в рамках вариативной части. Дисциплина ориентирована на повышение профессиональной составляющей при подготовке бакалавров и базируется на знаниях, полученных при изучении естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин. Сочетается и дополняет такие дисциплины как: «Тепломасообмен», «Математика», «Физика», «Котельные установки и парогенераторы».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Результаты освоения ООП бакалавриата определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения данной ООП бакалавриата выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Общекультурные компетенции:

ОК-7 – способностью к самореализации и самообразованию.

Структура компетенции.

- *знать*: основные правила при усвоении информации, методы запоминания, основы психологической деятельности человека;
- *уметь*: строить планы своей деятельности, выделять основные моменты ситуации, видеть проблему в системном строении;
- *владеть*: методами планирования работы, способностью к анализу и синтезу, критической оценкой результатов своего труда.

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-2 – способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы

аналитического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Структура компетенции.

- *знать*: основы философии и мироустройства, законы физики и методы математики, место изучаемой дисциплины или проблемы в системе общих научных представлений;
- *уметь*: выделять сущность процесса, его физическое содержание и математические формы выражения; анализировать проблему с разбиением на отдельные явления, находить связь между отдельными явлениями;
- *владеть*: пониманием основных физических законов, методами математического анализа, навыками эксперимента, способностью интерпретировать полученные результаты и составлять математические модели найденных связей.

Профессиональные компетенции:

ПК-4 – способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Структура компетенции.

- *знать*: основы методологии теплотехнического эксперимента;
- *уметь*: планировать проведение опытов и уметь обрабатывать результаты;
- *владеть*: техникой проведения замеров.

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Программой учебной дисциплины «Гидрогазодинамика» предусмотрено проведение лекций, лабораторных работ, практических занятий, руководство курсовым проектированием. Особое место в овладении учебной дисциплины «Гидрогазодинамика» отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Дисциплина содержит 5 зачетных единиц (180 академических часов) и изучается на 3 и 4 курсах. Промежуточный контроль – экзамен, курсовой проект.

Тематический план учебной дисциплины «Гидрогазодинамика»

Раздел дисциплины	Всего	аудиторные занятия			самост. работа
		лекции	практич. занятия	лабор. занятия	
1. Введение	4	1	-	-	3
2. Статика	8	-	-	-	8
3. Кинематика	10	-	-	-	10
4. Динамика	16	2	2	2	10
5. Динамика 2-х фазных систем	8	-	-	-	8
6. Истечение жидкостей и газов	14	-	-	-	14
7. Истечение сжигаемых газов	10	-	-	-	10
8. Струйные течения и обтекание тел	12	-	-	-	12
9. Расчет трубопроводов и трактов	24	-	2	-	22
10. Насосы и вентиляторы. Тягодутьевые устройства.	16	-	-	-	16
11. Теория пограничного слоя	8	-	-	-	8
12. Прикладные вопросы гидрогазодинамики	21	1	-	-	20
Экзамен,	9	-	-	-	9
Курсовой проект	20	-	-	-	20
Всего по дисциплине	180	4	4	2	170
Всего по дисциплине з.е.	5				
Вид промежуточной аттестации	Экзамен на 3 курсе, курсовой проект на 4 курсе.				

Содержание учебной дисциплины «Гидрогазодинамика»

Раздел 1. Введение. Предмет и задачи курса. Физические свойства жидкостей и газов. Понятие об идеальной жидкости. Некоторые газовые законы.

Раздел 2. Статика.

2.1 Гидростатическое давление, измерение давления. Законы Архимеда. Дифференциальное уравнение Эйлера. Поверхности уровня. Основное уравнение гидростатики. Напоры. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.

2.2 Приборы для измерения давления. Закон Паскаля. Эпюры давления. Распределение давления в рабочих камерах и боровых. Принцип работы дымовой трубы. Гидропресс, гидроусилитель.

Раздел 3. Кинематика.

3.1 Основные задачи и методы кинематики. Виды движения жидкостей. Скорость и ускорение. Линия тока, трубка тока, элементарная струйка. Расход жидкости: массовый, объемный, весовой. Уравнение неразрывности.

3.2 Перемещение элементарной частицы жидкости. Скорость деформации и угловые скорости вращения. Вихревое движение.

Потенциальное движение. Потенциал скорости функции тока и расхода жидкости через элементарную поверхность.

Раздел 4. Динамика.

4.1 Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости Эйлера. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, его геометрический и энергетический смысл. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Потеря напора. Уравнение Бернулли для газов. Формула Дарси-Вейсбаха.

4.2 Местные гидравлические сопротивления, их расчет. Потери давления на трение и их определение. Расчет трубопроводов. Типовые задачи и алгоритм их решения.

4.3 Коэффициент гидравлического сопротивления и его зависимость от характеристик потока. Режимы течения жидкости. Опыты Рейнольдса.

4.4 Экспериментальное исследование проблем гидрогазодинамики на основе теории подобия. Число гидромеханического подобия. Организация экспериментов по гидрогазодинамике.

Раздел 5. Динамика 2-х фазных потоков.

5.1 Определение и виды 2-х фазных потоков. Способы задания 2-х фазной среды и определение ее физических параметров. Особенности гидравлических (аэромеханических) 2-х фазных потоков.

5.2 Расчетные уравнения фильтрационного движения.

Раздел 6. Истечение жидкостей и газов

6.1 Истечение жидкости из малых отверстий. Коэффициенты скорости и сжатия струи. Истечение из больших отверстий. Истечение из насадок. Определение расхода жидкости.

6.2 Истечение газов. Истечение при переменном давлении (напоре)

Раздел 7. Истечение сжимаемых газов. Первый закон термодинамики для газового потока. Изоэнтальпическое истечение газов из сужающегося сопла. Критические условия истечения газов. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья. Располагаемая работа при истечении газов.

Раздел 8. Струйные течения и обтекание тел

8.1 Свободная струя. Основные закономерности. Постоянство количества движения. Соударение и слияние двух струй. Набегание струй на стену, влияние угла атаки. Настильная струя, ее дальность. Полуограниченные и ограниченные струи. Перемешивание струй в ограниченном пространстве. Давление струи и сила давления на стенки.

8.2 Внешнее обтекание шара и цилиндра, закон Стокса, сила сопротивления. Зависимость коэффициента сопротивления от угла атаки.

Раздел 9. Расчет трубопроводов и трактов. Типовые задачи расчета трубопроводов. Типичные конструкции трубопроводов – простые и сложные. Алгоритм расчета трубопроводов. Построение геометрической схемы и определение местных сопротивлений и линейных участков трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет трубопровода с параллельными ветвями, расчет кольцевого трубопровода.

Раздел 10. Насосы и вентиляторы. Тягодутьевые устройства

10.1 Движение газа в рабочем пространстве печей и котлов, виды потоков. Распределение давления по высоте и длине агрегата. Дымовая труба и ее расчет. Эжекторы, уравнение эжекции, кратность эжекции. Принцип расчета эжекторов.

10.2 Вентиляторы и дымососы. Характеристика вентилятора и сети. Рабочая точка. Зависимость производительности, напора и потребляемой мощности от числа оборотов. Подбор и регулирование вентиляторов. Последовательная и параллельная работа двух вентиляторов.

Тема 11. Теория пограничного слоя. Понятие пограничного слоя. Условия его образования. Структура пограничного слоя при ламинарном и турбулентном течениях. Уравнения Прандтля для ламинарного и турбулентного слоев. Расчет параметров пограничного слоя.

Тема 12. Прикладные вопросы гидрогазодинамики. Организация движения газов в рабочем пространстве теплоэнергетических агрегатов. Регулирование давления по высоте. Выбивание газов и подсосы воздуха. Организация движения и конструкции газовых трактов. Влияние гидрогазодинамики процесса на его энергетическую эффективность.

5 Перечень тем практических занятий

№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, часы
4	Расчет местных сопротивлений	1
	Расчет линейных потерь давления	1
9	Расчет гидравлических потерь	2
Всего по дисциплине		4

6 Перечень тем курсового проекта

Обучающиеся выполняют одну курсовой проект по теме указанной руководителем.

№ раздела дисциплины	Наименование курсового проекта	Трудоемкость, часов
1-12	Расчет дымового тракта или Расчет трубопровода горячего воздуха	20

7 Виды самостоятельной работы

На самостоятельную работу обучающихся отводится 170 часов, в том числе на подготовку к лекциям, лабораторным работам, практическим занятиям, выполнение контрольной работы – 139 часов, выполнение курсового проекта – 20 часов, подготовку к экзамену – 9 часов.

№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
1-12	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	103
4	2 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	3
4,9	3 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	28
1-12	4 Выполнение контрольной работы.	7
4	5 Подготовка курсового проекта.	20
Экзамен	Подготовка к экзамену.	9
Итого		170

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература

1 Теплотехника металлургического производства : учебное пособие для вузов. Т. 1 : Теоретические основы / В.А. Кривандин [и др.] ; под ред. В.А. Кривандина. – М. : МИСИС, 2002. – 607 с. : ил.

2 Гидравлика и гидропривод : учебное пособие для вузов / Н.С. Гудилин, Е.М. Кривенко, Б.С. Маховиков, И.Л. Пастоев ; под ред. И.Л. Пастоева. – 3-е изд., стер. – М. : МГГУ, 2001. – 519 с.

3 Механика жидкости и газа : учебник для вузов / С.И. Аверин, А.Н. Минаев, В.С. Швыдкий [и др.] ; под ред. А.Н. Минаева. – М. : Металлургия, 1987. – 302 с.

4 Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод : учебное пособие для вузов. Ч.1 : Основы механики жидкости и газа 4-е изд., стер. – М. : МГИУ, 2005. – 192 с. : ил.

б) дополнительная литература

1 Механика жидкости и газа : учебное пособие для вузов / В. С. Швыдкий, Ю. Г. Ярошенко, Я. М. Гордон [и др.] ; под ред. В. С. Швыдкого. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академкнига, 2003. – 462 с. : ил.

2 Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация : учебное пособие для вузов / В.И. Калицун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 2001. – 397 с. : ил.

3 Альтшуль А. Д. Гидравлика и аэродинамика : учебник для вузов / А. Д. Альтшуль, Л. С. Животовский, Л. П. Иванов. – М. : Стройиздат, 1987. – 414 с. : ил.

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронный каталог Научно-технической библиотеки СибГИУ [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд НТБ СибГИУ. – Электрон. дан. – Новокузнецк, [199-]. – Режим доступа: <http://libr.sibsiu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронная библиотека СибГИУ [Электронный ресурс] : база данных содержит полнотекстовые электронные документы, поступающие в фонд НТБ СибГИУ. – Электрон. дан. – Новокузнецк, [200-]. – Режим доступа: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Загл. с экрана.

3. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>. – Загл. с экрана.

4. Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС Лань». – Электрон. дан. – Санкт-Петербург, [200-]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>. – Загл. с экрана.

5. Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>. – Загл. с экрана.

6. Юрайт. Электронная библиотека [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>. – Загл. с экрана.

7. Электронно-библиотечная система eLIBRARY / ООО «РУНЭБ». – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>. – Загл. с экрана.

8. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) [Электронный ресурс] : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>. – Загл. с экрана.

г) программное обеспечение: ABBYY FineReader 11, CorelDRAW X6, Corel PHOTO-PAINT X6, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», WinRAR 3.6, 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, Microsoft Office 2003, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows 7.

д) информационно-справочные системы:

1 Техэксперт [Электронный ресурс] : информационно-справочная система / ООО «Кузбасский центр нормативно-технической документации». – Электрон. дан. – Кемерово, [200-]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Электрон. дан. – Москва, [199-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ [Электронный ресурс] : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Электрон. дан. – Кемерово, [2016-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) [Электронный ресурс] : база данных / ВИНТИ РАН. – Электрон. дан. – Москва, [200-]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Включает в себя: предметную аудиторию кафедры теплофизики и промышленной экологии с мультимедийным оборудованием, компьютерный класс с сервером, имеющим выход в Интернет, учебную лабораторию механики жидкости и газа, а так же лабораторию исследования теплофизических процессов (стенд «Динамика жидкости и газа»).

10 Методические рекомендации по организации изучения учебной дисциплины

Текущий контроль успеваемости обучающихся по учебной дисциплине проводится в форме аттестации на основе оценки выполнения лабораторных и практических работ, результатов выполнения контрольной работы, контроля за посещаемостью и т.п. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине проводится в форме экзамена на основе оценки результатов ответов обучаю-

щихся на теоретические вопросы, составленные по всем разделам изучаемой учебной дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом ООП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплотехника и теплоэнергетика».

Составитель:
к.т.н., профессор кафедры
теплоэнергетики и экологии

В.В. Стерлигов

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 20 марта 2018 г. протокол № 20.
Зав. кафедрой теплоэнергетики и экологии

С.Г. Коротков

Согласовано:
Старший методист методического отдела

Приложение А
Аннотация
программы учебной дисциплины «Гидрогазодинамика»
по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность «Промышленная теплоэнергетика»)
форма обучения – заочная.

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины.

Преподавание дисциплины ставит своей целью приобретение обучающимися основных теоретических знаний в области движения жидкостей и газов, овладение способностью производить расчеты параметров и характеристик движущихся потоков, управлять процессами и системами, в которых осуществляется движение жидкостей и газов.

Задачи преподавания этой дисциплины: изучение физических свойств жидкости и газа, получение практики решения инженерных задач, практическая проверка основных положений курса в лабораториях, овладение методикой расчетов трубопроводов, получение навыков инструментальных замеров.

2. Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки.

Данная программа подготовлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования на основе учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Дисциплина изучается на 3 и 4 курсах в рамках вариативной части. Дисциплина ориентирована на повышение профессиональной составляющей при подготовке бакалавров и базируется на знаниях, полученных при изучении естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин. Сочетается и дополняет такие дисциплины как: «Тепломассообмен», «Математика», «Физика», «Котельные установки и парогенераторы».

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Результаты освоения ООП бакалавриата определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения данной ООП бакалавриата выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Общекультурные компетенции:

ОК-7 – способностью к самореализации и самообразованию.

Структура компетенции.

- *знать*: основные правила при усвоении информации, методы запоминания, основы психологической деятельности человека;
- *уметь*: строить планы своей деятельности, выделять основные моменты ситуации, видеть проблему в системном строении;
- *владеть*: методами планирования работы, способностью к анализу и синтезу, критической оценкой результатов своего труда.

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-2 – способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы аналитического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Структура компетенции.

- *знать*: основы философии и мироустройства, законы физики и методы математики, место изучаемой дисциплины или проблемы в системе общих научных представлений;
- *уметь*: выделять сущность процесса, его физическое содержание и математические формы выражения; анализировать проблему с разбиением на отдельные явления, находить связь между отдельными явлениями;
- *владеть*: пониманием основных физических законов, методами математического анализа, навыками эксперимента, способностью интерпретировать полученные результаты и составлять математические модели найденных связей.

Профессиональные компетенции:

ПК-4 – способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Структура компетенции.

- *знать*: основы методологии теплотехнического эксперимента;
- *уметь*: планировать проведение опытов и уметь обрабатывать результаты;
- *владеть*: техникой проведения замеров.

4. Трудоемкость учебной дисциплины.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

5. Краткое содержание учебной дисциплины.

В структуре учебной дисциплины излагаются следующие основные темы: введение, основные свойства жидкости и газов, гидростатика - её основные законы и практическая реализация, кинематика, основные уравнения динамики: неразрывности, движения, пограничного слоя, движение потоков в трубах и внешнее обтекание, тягодутьевые устройства: трубы, эжекторы, вентиляторы и насосы, решетка в газовом потоке, сверхзвуковые течения, скачки уплотнения, диффузоры.

6. Форма организации учебного процесса.

Лекции, практические занятия, курсовой проект, самостоятельная работа, контрольная работа.

7. Виды промежуточных аттестаций.

Экзамен на 3 курсе, курсовой проект на 4 курсе.

8. Составитель:

К.т.н., профессор кафедры теплоэнергетики и экологии Стерлигов В.В.

**Дополнения и изменения к программе учебной дисциплины
«Гидрогазодинамика»
основной образовательной программы
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
на период 2018 – 2023 г.г.**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.