

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра авиационной теплотехники и теплоэнергетики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Гидрогазодинамика»

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность подготовки (профиль)
Тепловые электрические станции

Квалификация выпускника
Бакалавр

Программа подготовки
Академический бакалавриат

Форма обучения
Очная

УФА 2015

Исполнитель: доцент

Клеванский В.М.

Заведующий кафедрой:

Бакиров Ф. Г.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидрогазодинамика» является дисциплиной *базовой части учебного плана Б1.Б.16* направления подготовки бакалавров 13.03.01 – *Теплоэнергетика и теплотехника*, программы подготовки – академический бакалавриат.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров *13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «01» октября 2015г., № 1081.

Цели освоения дисциплины :

- формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для решения задач, связанных с расчётами течений жидкостей и газов и их взаимодействием с твёрдыми телами в статических и динамических условиях и между собой с учётом процессов тепло- и массообмена в теплоэнергетических установках и различных технических устройствах;
- формирование у студентов способности 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 математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- формирование способности к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Задачи дисциплины подразделяются на:

- учебные;
- воспитательные;
- развивающие.

Учебными задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов системы знаний по основным законам механики жидкостей и газов, знаний и умений по формулированию и постановке задач дисциплины, выбору и использованию соответствующих законов и фор-

мул для решения возникающих в ходе профессиональной деятельности задач;

- формирование у студентов способности 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 математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- формирование у студентов навыков проведения расчетов, анализа и интерпретации результатов расчета, навыков проведения экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Воспитательными задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов убежденности в необходимости непрерывного обучения при работе по специальности, уверенности в своих силах и возможностях.

Развивающей задачей дисциплины является развитие у студента системного логического мышления.

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций:

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

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1.	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных	ОПК-2	- основные физические свойства жидкостей и газов; общие законы и уравнения статики и	- выбирать и использовать основные законы, модели и расчётные формулы гид-	-методами теоретического исследования в гидрогазодинамике с использованием осно-

	<p>дисциплин, готовность выявлять естественнанаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>		<p>динамики жидкостей и газов; широко распространенные модели жидкой среды; уравнения одномерных потоков жидкостей и газов; режимы течения вязкой жидкости.</p>	<p>рогазодинамики при решении стандартных задач профессиональной деятельности. осуществлять математическую постановку задач и их решение; проводить расчеты одномерных течений жидкостей и газов в трубах с учетом гидравлических сопротивлений, использовать справочный материал по физическим свойствам жидких и газообразных сред.</p>	<p>вных понятий механики жидкостей и газов, моделей и формул; методами проведения расчетов одномерных течений несжимаемых жидкостей, в трубах и каналах с учетом гидравлических сопротивлений и различных физических воздействий; методами проведения изменений гидрогазодинамических параметров в потоках жидкостей, приобретя соответствующий опыт в ходе проведения лабораторных работ; навыками использования справочных материалов по физическим свойствам жидких и газообразных сред, в том числе с использованием интернет-ресурсов.</p>
2.	<p>Способность к проведению экспериментов по заданной методике, об-</p>	ПК-4	<p>- основные законы и уравнения гидрогазодинамики, уравнения</p>	<p>-применять основные законы и уравнения гидрогазодина</p>	<p>-методами теоретического и экспериментального исследования в гид-</p>

	<p>работке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.</p>		<p>одномерных потоков жидкостей и газов, знать соответствующий физико-математический аппарат.</p>	<p>мики при проведении и обработке результатов экспериментов с привлечением соответствующего математического аппарата.</p>	<p>рогазодинамике с использованием основных понятий механики жидкостей и газов, моделей и формул; методами моделирования и экспериментального исследования гидрогазодинамических процессов и явлений; методами проведения расчетов одномерных течений жидкостей и газов в трубах и каналах с учетом гидравлических сопротивлений и различных видов физических воздействий; методами проведения измерений гидрогазодинамических параметров в потоках жидкостей и газов и приобрести соответствующий опыт в ходе проведения лабораторных работ.</p>
--	---	--	---	--	---

Содержание дисциплины

№	Наименование и содержание разделов
1.	<p>Жидкости и газы как сплошные деформируемые среды и объекты изучения в гидрогазодинамике.</p> <p>Определение целей и задач дисциплины, объекта и базы для её изучения. Общая постановка задач гидрогазодинамики (ГГД). Методы решения задач ГГД. Отличительные свойства жидкостей и газов. Гипотеза сплошности жидкости. Основные понятия жидкого континуума. Силы, действующие в жидкости. Напряжения.</p>
2.	<p>Основы кинематики жидкости.</p> <p>Методы изучения движения жидкости. Трубка тока. Живое сечение. Расход жидкости. Расхождение вектора скорости и его гидродинамический смысл. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности. Скорость движения жидкой частицы. Первая теорема Гельмгольца (Коши Гельмгольца). Краткие сведения о вихревых движениях. Циркуляция скорости и теорема Стокса. Теореме Томсона (Кельвина). Безвихревое течение жидкости.</p>
3.	<p>Основные уравнения гидрогазодинамики.</p> <p>Свойства напряжений поверхностных сил. Давление и его свойства. Уравнение движения жидкости в напряжениях. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоростями деформаций. Уравнения движения Навье-Стокса для вязкой сжимаемой жидкости. Уравнения движения идеальной жидкости. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости. Интегральная форма закона сохранения количества движения (импульса). Определение сил, действующих на тело, по состоянию потока на границах. Интегральная форма закона сохранения момента количества движения (момента импульса). Закон сохранения энергии. Уравнение энергии для жидкой среды.</p>
4.	<p>Режимы течения вязкой жидкости.</p> <p>Ламинарное и турбулентное течения вязкой жидкости. Особенности турбулентного режима движения жидкости. Дифференциальные уравнения Рейнольдса для турбулентных течений. Модели турбулентной вязкости или некоторые гипотезы о турбулентных напряжениях.</p>
5.	<p>Одномерные течения. Установившиеся течения несжимаемой жидкости в трубах.</p> <p>Основные понятия. Уравнение неразрывности (расхода). Уравнение количества движения. Уравнение Бернулли как механическая форма уравнения энергии. Обобщенное уравнение Бернулли. Гидравлические потери и принципы их расчета. Ламинарное течение вязкой несжимаемой жидкости в цилиндрической трубе. Турбулентное течение вязкой несжимаемой жидкости в трубе. Опытные данные о коэффициенте гидравлического сопротивления в трубах. Расчет сопротивления для труб с технической шероховатостью. Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Гидравлический расчет трубопроводов. Гидравлический удар в трубопроводах.</p>
6.	<p>Одномерный поток газа.</p> <p>Скорость звука. Уравнение энергии в форме энтальпии. Преобразование</p>

	<p>полной энтальпии в кинетическую энергию потока. Газодинамические функции: газодинамические функции параметров торможения; газодинамические функции, характеризующие поток массы; газодинамическая форма уравнения расхода; газодинамические функции, характеризующие полный импульс потока; газодинамическая форма для полного импульса; формулы для определения сил, действующих на твердое тело; потери при внезапном расширении. Уравнение обращения воздействий: геометрическое воздействие на газовый поток: истечение газа из сосуда неограниченной емкости через сужающееся сопло; критерии, определяющие режим истечения газа в среду с заданным противодавлением; движение подогреваемого газа по каналу постоянного сечения, тепловое сопло; адиабатическое течение газа с трением. Об универсальности критериев, определяющих режим истечения газа из канала в среду с заданным противодавлением. Некоторые методы контактных измерений параметров потоков жидкостей и газов при дозвуковых скоростях течения.</p>
7.	<p>Основы теории пограничного слоя. Основные понятия пограничного слоя. Интегральные характеристики пограничного слоя. Принципы расчета пограничного слоя: дифференциальные уравнения Прандтля для ламинарного пограничного слоя; интегральное соотношение для пограничного слоя; расчёт толщины пограничного слоя и сопротивления трения при внешнем продольном безградиентном обтекании плоской стенки ламинарным потоком несжимаемой жидкости. Сравнение характеристик ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Отрыв пограничного слоя. Управление пограничным слоем.</p>
8.	<p>Общие сведения о свободных струях. Свойства и структура турбулентных струй.</p>
9.	<p>Плоское сверхзвуковое течение идеального газа. Распространение слабых возмущений в движущемся газе. Плоское потенциальное установившееся течение идеального газа: основное дифференциальное уравнение газовой динамики для плоского потенциального установившегося течения идеального газа (дифференциальное уравнение потенциала скорости) и его частные случаи. Понятие о методе характеристик для расчёта сверхзвуковых течений. Обтекание сверхзвуковым потоком внешнего тупого угла (течение Прандтля-Майера или сверхзвуковое течение газа с непрерывным увеличением скорости). Физическая картина течения. Расчёт течения Прандтля-Майера: расчёт скорости, угла расширения, угла поворота потока; предельные углы поворота и расширения потока; уравнение линии тока. Расчёт течения Прандтля-Майера с помощью таблиц. Пересечение и отражение слабых волн: взаимодействие (пересечение) волн разрежения, искривление характеристик; отражение от твёрдой стенки слабых возмущений (линий разрежения и линий сжатия); отражение слабых возмущений от границы свободной струи. Сопло с косым срезом.</p>
10.	<p>Скачки уплотнения. Понятие о сильных разрывах: скачки уплотнения или ударные волны.</p>

	<p>Основные соотношения для прямого скачка уплотнения: кинематические соотношения для прямого скачка, уменьшение скорости на прямом скачке до дозвуковой. Изменение параметров состояния газа на прямом скачке уплотнения. Падение полного давления и возрастание энтропии на прямом скачке уплотнения. Невозможность образования адиабатных скачков разрежения. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио) и отличие ударного сжатия от изоэнтропного. Динамическое соотношение на прямом скачке уплотнения. Косые скачки уплотнения: образование плоского косого скачка уплотнения; треугольники скоростей на фронте скачка (неизменность тангенциальной составляющей и падение нормальной составляющей скорости потока за косым скачком уплотнения); неизменность температуры торможения на косом скачке уплотнения; температура частичного торможения и условная критическая скорость звука. Связь между уравнениями для расчёта параметров газового потока после прямых и косых скачков уплотнения. Некоторые формулы для расчёта косых скачков уплотнения. Отклонение потока в косом скачке: связь между углами, определяющими положение вектора скорости потока до и за скачком и скоростью набегающего потока, диаграмма α-ω и её анализ. Сильные и слабые косые скачки уплотнения, отсоединённые криволинейные скачки уплотнения. Применение пневмометрического насадка (трубки Пито-Прандтля) в сверхзвуковом потоке. Формула Релея. Система скачков уплотнения: ступенчатое торможение сверхзвукового потока. Взаимодействие и отражение скачков уплотнения: пересечение скачков; взаимодействие скачка с волной разрежения; отражение скачка от твердой стенки (правильное и неправильное) и от оси сопла; отражение косого скачка от границы свободной струи. Работа идеального сопла Лаваля на: расчетном режиме, режимах с недорасширением и с перерасширением. Взаимодействие пограничного слоя со скачками уплотнения. Критерии отрыва пограничного слоя. Работа реального сопла Лаваля на режимах с перерасширением: отрыв пограничного слоя и его влияние на течение в сопле.</p>
11.	<p>Теория подобия и анализ размерностей. Понятие о подобии физических явлений и моделировании. Метод подобия. Анализ размерностей.</p>
12.	<p>Основы гидростатики. Дифференциальные уравнения равновесия покоящейся жидкости. Уравнение поверхности уровня. Абсолютное равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Равновесие газа в поле земного тяготения. Стандартная атмосфера. Равновесие жидкости в движущихся сосудах при наличии негравитационных массовых сил. Давление жидкости на твердые поверхности. Гидростатический парадокс. Закон Архимеда.</p>
13.	<p>Двухфазные и двухкомпонентные течения. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Совершенный пар. Гомогенное течение газа с постоянной концентрацией примесей; предельные случаи: фазы находятся в тепловом равновесии; теплообмена между фазами нет. Гомогенное течение жидкости с пузырьками газа. Особенности скачка уплотнения в двухфазной среде пузырьковой структуры. Степень повышения</p>

	<p>давления в ударной волне, распространяющейся в жидкости с пузырьками газа. Течение двухфазной среды: пар при расширении полностью переохлаждается; пар расширяется, находясь в тепловом равновесии с капельками жидкости. Скорость звука в жидкости с пузырьками пара. Тепловой скачок. Связь между безразмерными скоростями до и после теплового скачка. Скачок конденсации. Степень повышения давления в скачке конденсации. Об учете рассогласования скоростей жидкой и газообразной фаз. Задача о разгоне капель потоком газа.</p>
14.	<p>Взаимодействие профиля с плоским потенциальным потоком. Плоское установившееся потенциальное течение несжимаемой жидкости. Функция тока и уравнение линии тока. Уравнение Лапласа для функции тока. Связь между потенциалом скорости и функцией тока. Метод наложения или суперпозиции полей течений. Простейшие потенциальные потоки: плоскопараллельный поток, плоский точечный источник и сток, потенциальный вихрь (безвихревое циркуляционное движение). О применении численных методов для решения задач гидрогазодинамики. Решение уравнения Лапласа методом конечных разностей. Л.И.Турчак. Основы численных методов. М.: Наука, 1987, с.209, 238-240, 286-288. Теорема Н.Е.Жуковского о подъемной силе (1906г.). Сила взаимодействия между идеальной несжимаемой жидкостью и цилиндром при его циркуляционном обтекании. Постулат Жуковского-Чаплыгина и его роль в определении циркуляции по профилю. Элементы теории решёток профилей. Теорема Н.Е.Жуковского для решётки профилей.</p>
	<p>Заключение. Краткая характеристика гидрогазодинамических задач, возникающих в теплоэнергетических установках; вычислительная гидрогазодинамика как важный фактор удешевления гидрогазодинамических исследований.</p>

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-методического совета

по направлению подготовки (специальности)
по УГСН 13.00.00 Электро- и теплотехника
(шифр и наименование образовательной программы)

Настоящим подтверждаю, что представленный комплект аннотаций рабочих программ учебных дисциплин по направлению подготовки (специальности)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат)
(шифр и наименование образовательной программы)

по профилю (направленности) Тепловые электрические станции,

реализуемой по форме обучения очной,
(указать нужное: очной, очно-заочной (вечерней), заочной)

соответствует рабочим программам учебных дисциплин указанной выше образовательной программы.

Председатель НМС


_____ *подпись*

Исмагилов Ф.Р.

« 26 » 06 2015 г.
дата