



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образование
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»



Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

УТВЕРЖДЕНО
Факультет транспортных, инженерных систем и
техносферной безопасности
Декан Мензелинцева Надежда Васильевна
31.08.2024 г.

Гидрогазодинамика

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция
Учебный план 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль Энергообеспечение предприятий
Квалификация бакалавр
Срок обучения 4 года

Форма обучения очная
Общая трудоемкость 5 ЗЕТ
Виды контроля в экзамены 3 семестрах:

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	3(2.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	32	32	32	32
Практические	24	24	24	24
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72.35	72.35	72.35	72.35
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	35.65	35.65	35.65	35.65
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	180	180	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Усадский Денис Геннадиевич ктн

Рецензент(ы):

(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Гидрогазодинамика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Энергообеспечение предприятий

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция

04.07.2024 номер протокола 11 2023 г.

Зав. кафедрой Стефаненко Игорь Владимирович

СОГЛАСОВАНО:

Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

Председатель НМС факультета: Мензелинцевой Надежды Васильевны

Протокол заседания НМС от

31.08.2024 г. № 1

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.
Целями освоения дисциплины является ознакомление студента со схемами и устройством гидравлических и аэродинамических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика
2.1.2	Химия
2.1.3	Материаловедение, технологии конструкционных материалов
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях
2.2.3	Энергетические обследования предприятий
2.2.4	Газоснабжение промпредприятий
2.2.5	Теплогенерирующие установки

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)	
ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	
<i>ОПК-4.1: Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа.</i>	
Результаты обучения: Знает основные законы движения жидкости и газа Умеет применять основные законы движения жидкости и газа Владеет методами расчетов режимов движения жидкости и газа	
<i>ОПК-4.2: Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</i>	
Результаты обучения: Знает основы применения законов движения жидкости и газа Умеет применять основные законы движения жидкости и газа Владеет методами расчетов режимов движения жидкости и газа	
ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	
<i>ОПК-6.1: Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.</i>	
Результаты обучения: Знает средства измерения, методы обработки результатов измерений Умеет применять средства измерения, выполнять обработку результатов измерений Владеет способами применения средств измерений	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	Раздел 1. Обучение			
1.1	Предмет механики газов. /Тема/	3	0	
1.1.1	Предмет механики газов. Основные физические свойства газов. Многофазные системы. Аномальные жидкости. Невязкая жидкость. Закон сохранения массы. Уравнение Навье-Стокса. Определение расхода воздуха в воздухопроводах. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Поверхность уровня. Равновесие газов. Распределение температуры и давления. /Лек/	3	6	экз
1.2	Установившееся и неустойчивое движение /Тема/	3	0	
1.2.1	Установившееся и неустойчивое движение. Понятие элементарного расхода, живое сечение потока, гидравлический радиус, средняя скорость потока. Уравнение неразрывности. Уравнение количества движения. Вихревые и безвихревые движения. Уравнение компонентов вихря. Напряжение вихря. Плоское потенциальное течение. Интегрирование уравнения Эйлера для установившегося движения. Уравнение Бернулли для газов. Потери энергии при движении газов. /Лек/	3	6	экз

1.3	Виды аэродинамических сопротивлений /Тема/	3	0	
1.3.1	Виды аэродинамических сопротивлений. Общие зависимости для определения потерь напора при движении газа в трубах (формула Дарси-Вейсбаха). Ламинарное и турбулентное движение. Число Рейнольдса. Особенности ламинарного и турбулентного движения газа в трубах (распределение скоростей движения по сечению воздухопровода) Скорости движения газа: мгновенная, осредненная, пульсирующая. Потери давления на трение. Коэффициент гидравлического трения. Его зависимость от шероховатости и режима движения потока. Местные гидравлические сопротивления. Отрывные течения. Слияние и разделение по-токов. Отверстия, тройники. Формула Вейсбаха для определения местных потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений. /Лек/	3	6	экз
1.4	Цели и задачи гидравлического расчета /Тема/	3	0	
1.4.1	Общие сведения. Цели и задачи гидравлического расчета. Расчет сложных сетей воздухопроводов. Параллельное соединение участков сети. Последовательность расчета сети. Особенности расчета систем вентиляции с естественным и механическим побуждением движения воздуха. Последовательность расчета круглых и прямоугольных воздухопроводов. Невязка расходов и потерь давления по ответвлениям. Понятие о движении двухфазных потоков. Лобовые сопротивления. Движение твердой частицы в восходящем потоке воздуха. Скорость витания, трогания, гидравлическая крупность. Определение потерь давления на подъем и разгон материала, суммарные потери давления в системах пневмотранспорта. /Лек/	3	6	экз
1.5	Истечение газов из отверстий /Тема/	3	0	
1.5.1	Истечение газов из отверстий. Понятие струи. Классификация струй. Приточные струи. Механизм образования и аэродинамическая схема струи. Изотермические струи. Распределение скоростей в зоне свободного турбулентного перемешивания струй. Вычисление траектории струи. Три теории расчета струй. Количество движения в приточной струе. Количество избыточной теплоты в приточной струе. Формулы для расчета основного участка приточной струи. Неизотермические струи. Критерий Ag и Gg . Влияние гравитационных сил в неизотермической струе на ее развитие при выпуске струи вертикально вверх, вертикально вниз и горизонтально. Развитие струи в ограниченном пространстве. Первое и второе сечения. Обратный поток. Выпуск воздуха из воздухопроводов с затененными отверстиями. Конвективные струи. Способы подачи воздуха в помещение и их применение. Воздухораспределители. Расчет воздухораспределительных устройств. Местные отсосы. Спектры всасывания. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. /Лек/	3	4	экз
1.6	Истечение жидкости из отверстий и насадков /Тема/	3	0	
1.6.1	Истечение через малое отверстие в тонкой стенке. Истечение через насадки. Осесимметричная струя. /Лек/	3	4	экз
1.6.2	Решение задач /Пр/	3	24	контрольная
1.6.3	Подготовка к решению задач /Ср/	3	72	Контрольная
1.7	Занятия лабораторного типа /Тема/	3	0	
1.7.1	Изучение поле скоростей в трубопроводе /Лаб/	3	4	
1.7.2	Изучение характеристик сети трубопроводов /Лаб/	3	4	
1.7.3	Изучение характеристики насосов и вентиляторов /Лаб/	3	4	
1.7.4	Изучение местных сопротивлений /Лаб/	3	4	
2	Раздел 2. Промежуточная аттестация			
2.1	Экзамен /Тема/	3	0	
2.1.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	3	35.65	
2.1.2	Контактная работа с ППС /КоРа/	3	0.35	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике, Зд-задание, Р-реферат.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины:

ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.

ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1-1.7

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

ОПК-3, ОПК-5: контролируемые разделы - темы 1.1 - 1.7; оценочные средства - контрольная работа, тест, экзамен.

3. Описание шкал оценивания

3.1. Оценочное средство - контрольная работа:

18,0 – 20,0 контрольная работа выполнены на высоком уровне (расчет выполнен без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные)

14,0 – 17,0 контрольная работа выполнены на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные)

10,0 – 13,0 контрольная работа выполнены на удовлетворительном уровне (работа в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев) менее 10,0 курсовой проект, курсовая работа выполнены на неудовлетворительном уровне (работа отсутствует, выполнена с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные менее, чем в 65 %)

3.2. Оценочное средство - тест*:

4,0 – 5,0 если правильные ответы даны на 95 – 100 % вопросов

3,0 – 4,0 если правильные ответы даны на 60 – 94 % вопросов

2,0 – 3,0 если правильные ответы даны на 51 – 59 % вопросов

менее 2,0 правильные ответы даны менее чем на 50 % включительно

*Примечание: критерии и шкала оценивания за выполнение одного теста.

3.3. Оценочное средство - собеседование*:

5,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 95 – 100 % вопросов

4,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 60 – 94 % вопросов

3,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 51 – 59 % вопросов

менее 3,0 правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны менее чем на 50 % включительно

*Примечание: Критерии и шкала оценивания за отчет одной выполненной лабораторной работы

3.4. Оценочное средство - экзамен:

35 – 40 баллов: экзамен сдан на отлично (ответы на 80-100 % правильные);

25 – 34 балла: экзамен сдан на хорошем уровне (ответы на 70-79 % правильные);

15 – 24 балла: экзамен сдан на удовлетворительном уровне (ответы на 50 - 69 % правильные);

0 - 14 баллов: экзамен не сдан (ответы правильные менее, чем на 50 %).

4. Примеры типовых контрольных заданий по каждому оценочному средству и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

4.1 Контрольная работа

контрольная работа включает в себя следующие основные разделы:

Расчёт воздухопроводов механической вентиляции.

Расчёт воздухопроводов естественной вентиляции.

Расчёт воздухопроводов системы аспирации.

Расчёт приточных струй и вытяжных факелов вентиляции

Защита контрольной работы проводится устно в виде собеседования.

4.2. Тест

Тест - система стандартизованных заданий, позволяющих автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тест проводится в форме тестирования аудиторно или средствами ЭИОС.

При проведении контрольного опроса в форме тестирования средствами ЭИОС студент должен ответить "верно" или "неверно" на 10 вопросов. Время прохождения тестирования может быть установлено в пределах 10-15 мин.

4.3. Экзамен

Экзамен - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные

с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний обучающихся по определенному разделу после выполнения им лабораторной работы. Примерные вопросы по экзамену в зависимости от выполненной работы и рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки к отчету.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Уравнение расхода. Уравнение количества движения. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение Бернулли. Уравнения движения (Эйлера, Навье-Стокса). Уравнения равновесия несжимаемого газа в состоянии покоя.
3. Математическая модель движения потока. Траектории частиц, линии тока. Вихревой, безвихревой и винтовой потоки. Виды простейших потоков.
4. Потери энергии во время движения воздушного потока. Особенности движения воздушного потока в трубопроводах. Потери давления в воздуховоде постоянного сечения. Коэффициент сопротивления трения.
5. Потери давления при входе в воздуховод постоянного сечения, при расширении и сужении поперечного сечения. Взаимное влияние местных сопротивлений.
6. Основные уравнения аэродинамического расчета. Особенности расчета воздухопроводов. Порядок выполнения аэродинамического расчета. Узкая ответвлений.
7. Характеристика вентиляционной сети. Эпюры давлений в сети воздухопроводов.
8. Расчет воздухопроводов для двухфазных потоков (системы аспирации и пневмотранспорта). Аэродинамические сила и момент при движении частицы. Скорости витания и трогания частицы.
9. Аэродинамика зданий. Давление ветра на здания и сооружения
10. Струи, их схемы, типы. Свободные изотермические струи.
11. Всасывающие факелы.
12. Бортовые отсосы. Расчёт бортовых отсосов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Электронный адрес
ЛП.1	Смирнова	Аэродинамический расчет систем вентиляции: метод. указания с примерами расчетов для 4-6-го курсов специальности ТГВ, ВИБ всех форм обучения	Волгоград: Изд-во ВолгГАСА, 1999	
ЛП.2	Кавеева О. Т.	Аэродинамический расчет систем вентиляции: метод. указания и примеры расчетов	Волгоград: Изд-во ВолГИСИ, 1985	
ЛП.3	Смирнова	Аэродинамический расчет систем вентиляции: метод. указания с примерами расчетов [для 3-6 курсов профилей "Теплогасоснабжение и вентиляция" и "Водоснабжение и водоотведение" (направление "Стр-во") всех форм обучения]	Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2013	
ЛП.4	Граупель, Трояновский Б. М.	Тепловой и аэродинамический расчёт: пер. с нем. : в 2-х т.	М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ЭБС "Лань"
Э2	ЭБС "Book.ru"
Э3	Электронный каталог ИБЦ ИАиС

6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Windows
6.3.1.2	Adobe Acrobat Reader DC
6.3.1.3	LibreOffice

6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

6.3.2.1	ЭБС "Лань"
6.3.2.2	ЭБС "Book.ru"
6.3.2.3	Электронная информационная образовательная среда университета
6.3.2.4	Электронный каталог ИБЦ ИАиС
6.3.2.5	Электронный каталог ИБЦ ВолгГТУ

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	1. Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / Учебная мебель, учебная доска, интерактивная трибуна, проектор.
-----	--

7.2	2. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.3	3. Лаборатория "Теплотехника" для проведения лабораторных работ.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачёт (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Практические занятия представляют собой систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первом занятии лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.

В течение семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.