

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

Л.В.Болотских

«02» сентября 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.В.ДВ.07.02 «Аэродинамика»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение и вентиляция

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года/4 года и 11 м.

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

/Зверков А.П./

Заведующий кафедрой
Теплогазоснабжения и
вентиляции

/Чудинов Д.М./

Руководитель ОПОП

/Чудинов Д.М./

Борисоглебск 2019

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Аэродинамика" является формирование фундаментальной базы знаний, необходимых при расчете устройств, систем и процессов теплогазоснабжения, отопления и вентиляции

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами дисциплины «Аэродинамика» является научить студента:

- общими теоретическими методами постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред;
- приобретают навыки работы с измерительными приборами (микроманометры, расходомеры, пневмометрические трубки и т.д.), лабораторным исследовательским гидрооборудованием;
- навыкам решения практических задач расчета трубопроводных систем для перемещения газов, сооружения для передачи тепловой энергии, вентиляционных систем.

При освоении дисциплины необходимо изучить следующие вопросы:

- Основы кинематики и динамики газов;
- Равновесие газов;
- Расчет трубопроводов для газов;
- Истечение газов из отверстий и через насадки;
- Теорию воздушных струй;
- Моделирование гидроаэродинамических явлений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Аэродинамика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Аэродинамика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту, реконструкции систем ТГВ, разрабатывать и внедрять мероприятия по ресурсо- и энергосбережению

ПК-5 - Способен выполнять и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции зданий, сооружений, населённых мест

ПК-6 - Способен выполнять и организовывать авторский надзор по проектным решениям систем ТГВ

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 | Знать – методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред |
| | Уметь |

| | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять аэродинамические расчеты трубопроводных систем с подбором вентиляционного оборудования; – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой |
| | <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками технического мышления и работы с измерительными приборами |
| ПК-5 | <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, определения и законы дисциплины; – методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред |
| | <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять аэродинамические расчеты трубопроводных систем с подбором вентиляционного оборудования; – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой |
| | <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками технического мышления и работы с измерительными приборами |
| ПК-6 | <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, определения и законы дисциплины; – методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред |
| | <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой |
| | <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками технического мышления и работы с измерительными приборами и нормативной литературой |

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Аэродинамика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
заочная форма обучения

| Виды учебной работы | Всего часов | Курс | |
|-----------------------------------|-------------|------|-----|
| | | | 4 |
| Аудиторные занятия (всего) | 16 | - | 8 |
| В том числе: | | | |
| Лекции | 8 | - | 4 |
| Практические занятия (ПЗ) | 8 | - | 4 |
| Самостоятельная работа | 326 | - | 163 |
| Курсовой проект | + | | + |

| | | | |
|-----------------------------------------|-----|---|-----|
| Часы на контроль | 18 | - | 9 |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | + | | + |
| Общая трудоемкость: | | | |
| академические часы | 180 | 0 | 180 |
| зач.ед. | 5 | 0 | 5 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела | Лекц | Прак зан. | СРС | Всего, час |
|--------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| 1 | Равновесие газов | Термодинамические и физические свойства газов. Равновесие газов в поле силы тяжести. | 8/0,5 | 6/0,5 | 8/23 | 22/24 |
| 2 | Основы кинематики и динамики газов | Уравнение сохранения расхода. Уравнение Бернулли для потоков газа. Изменение параметров газа вдоль трубы. Обтекание твердых тел потоком газа. Сопротивление трения. | 8/0,5 | 6/0,5 | 10/27 | 24/28 |
| 3 | Расчет трубопроводов для газов | Расчет каналов систем естественной вентиляции. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давлений. Аэродинамический расчет всасывающих и нагнетательных воздухопроводов. Принцип расчета воздухораспределителей. Особенности расчета трубопроводов пневмотранспорта. | 6/1 | 8/1 | 18/35 | 32/37 |
| 4 | Истечение газов из отверстий и через насадки. Воздушные струи | Истечение газов из отверстий и через насадки. Истечение газов при переменном давлении. Теория воздушных струй. Взаимодействие струй. Распространение струи в ограниченном пространстве. | 6/1 | 8/1 | 18/35 | 32/37 |
| 5 | Моделирование гидроаэродинамических явлений | Теория размерностей. Механическое подобие. Гидродинамические критерии подобия. Моделирование гидроаэродинамических явлений. Методы аналогий. | 8/1 | 8/1 | 18/35 | 34/37 |
| 6 | Контроль | | | | | 9 |
| Итого | | | 36/4 | 36/4 | 72/163 | 180/180 |

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовых проектов в зимнюю сессию на 4 курсе для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Аэродинамический расчёт приточных и вытяжных вентиляционных сетей с механическим побуждением»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

Микроклимат помещения зависит от качества и количества подаваемого и удаляемого воздуха в помещении. В целях обеспечения необходимого количества приточного и вытяжного воздуха выполняется аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем.

Результатом аэродинамического расчета являются: определение диаметров воздуховодов; подбор вентилятора в соответствии с аэродинамической характеристикой сети; расстановка дросселирующих устройств для проведения пусконаладочных работ. Поскольку результаты аэродинамического расчета используются для выполнения курсовых проектов «Вентиляция гражданского здания» и «Отопление и вентиляция промышленного здания», то полученные результаты рекомендуется использовать при проведении курсового проектирования по вышеназванным темам, а также при дипломном проектировании. Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Аттестован | Не аттестован |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 | Знать – методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | Посещение лекционных и практических занятий. | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий, выполнение текущих и контрольных заданий, выполнение этапов | Непосещение лекционных и практических занятий, нет отчета о выполненных контрольных заданиях, не выполнение заданий |

| | | | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | курсового проекта | по курсовому проекту и тестовых заданий. |
| | <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять аэродинамические расчеты трубопроводных систем с подбором вентиляционного оборудования; – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой | Выполнение текущих и контрольных заданий | Выполнение необходимых расчетов и решение практических задач, выполнение этапов курсового проекта | Не выполнение расчетов, решение задач, не выполнение заданий КП, не умение пользоваться нормативно-технической литературой |
| | <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками технического мышления и работы с измерительными приборами | Выполнение практических заданий, измерений и расчетов, с использованием измерительных приборов | Выполнение заданий, измерений, расчетов в срок предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение заданий практических занятий, не выполнение заданий курсового проекта в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-5 | <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, определения и законы дисциплины; – методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | Посещение лекционных и практических занятий. | Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий, выполнение текущих и контрольных заданий, выполнение этапов курсового проекта | Непосещение лекционных и практических занятий, нет отчета о выполненных контрольных заданиях, не выполнение заданий по курсовому проекту и тестовых заданий. |
| | <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять аэродинамические расчеты трубопроводных систем с подбором вентиляционного оборудования; – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой | Выполнение текущих и контрольных заданий | Выполнение необходимых расчетов и решение практических задач, выполнение этапов курсового проекта | Не выполнение расчетов, решение задач, не выполнение заданий КП, не умение пользоваться нормативно-технической литературой |
| | <p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, определения и законы дисциплины; – методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | Выполнение практических заданий, измерений и расчетов, с использованием измерительных приборов | Выполнение заданий, измерений, расчетов в срок предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение заданий практических занятий, не выполнение заданий курсового проекта в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-6 | Знать | Посещение | Полное или частичное | Непосещение |

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> основные понятия, определения и законы дисциплины; методы постановки, исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | лекционных и практических занятий. | посещение лекционных и практических занятий, выполнение текущих и контрольных заданий, выполнение этапов курсового проекта | лекционных и практических занятий, нет отчета о выполненных контрольных заданиях, не выполнение заданий по курсовому проекту и тестовых заданий. |
| <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; пользоваться нормативно-технической литературой | Выполнение текущих и контрольных заданий | Выполнение необходимых расчетов и решение практических задач, выполнение этапов курсового проекта | Не выполнение расчетов, решение задач, не выполнение заданий КП, не умение пользоваться нормативно-технической литературой |
| <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками технического мышления и работы с измерительными приборами и нормативной литературой | Выполнение практических заданий, измерений и расчетов, с использованием измерительных приборов и нормативной литературы | Выполнение заданий, измерений, расчетов в срок предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение заданий практических занятий, невыполнение заданий курсового проекта в срок, предусмотренный в рабочих программах |

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в зимнюю сессию 4 курса для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неудовл. |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-4 | Знать <ul style="list-style-type: none"> методы постановки исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | Тест | Выполнение теста на 90- 100% | Выполнение теста на 80- 90% | Выполнение теста на 70- 80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | Уметь <ul style="list-style-type: none"> выполнять аэродинамические расчеты трубопроводных систем с подбором вентиляционного оборудования; решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

| | | | | | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| | газов; – пользоваться нормативно-технической литературой | | | | | |
| | Владеть – навыками технического мышления и работы с измерительным и приборами | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| ПК-5 | Знать – основные понятия определения и законы дисциплины; – методы постановки исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | Тест | Выполнение теста на 90- 100% | Выполнение теста на 80- 90% | Выполнение теста на 70- 80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | Уметь – выполнять аэродинамические расчеты трубопроводных систем с подбором вентиляционного оборудования; – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| | Знать – основные понятия определения и законы дисциплины; – методы постановки исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сред | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| ПК-6 | Знать – основные понятия определения и законы дисциплины; – методы постановки | Тест | Выполнение теста на 90- 100% | Выполнение теста на 80- 90% | Выполнение теста на 70- 80% | В тесте менее 70% правильных ответов |

| | | | | | | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| | исследования и решения задач, связанных с перемещением газообразных сре | | | | | |
| | Уметь – решать практические задачи расчета трубопроводных систем для перемещения газов; – пользоваться нормативно-технической литературой | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| | Владеть – навыками технического мышления и работы с измерительным и приборами и нормативной литературой | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Тесты контроля качества усвоения дисциплины

- Чему равна универсальная газовая постоянная R:
 - 8314 Дж/(кмоль*К);
 - 10^5 Па;
 - 273,15 К;
 - 287 Дж/(кмоль*К);
- Как можно записать первый закон термодинамики:
 - $PV = MRT$;
 - $\Delta Q = \Delta U - A$;
 - $\Delta Q = \Delta U + A$;
 - $pV = R_0 T$;
- При изохорном процессе справедливо уравнение:
 - $P_1/P_2 = T_1/T_2$;
 - $PV = \text{const}$;
 - $PV^k = \text{const}$;
 - $V_1/V_2 = T_1/T_2$;
- При изотермическом процессе справедливо уравнение:
 - $P_1/P_2 = T_1/T_2$;
 - $PV = \text{const}$;
 - $PV^k = \text{const}$;
 - $V_1/V_2 = T_1/T_2$;
- Уравнение Майера имеет вид:
 - $C_p - C_v = R_0$;
 - $A = - \Delta U$;
 - $\Delta U = C_v \Delta T$;

Г. $PV = RT$;

6. Распределение давлений газов по высоте для случая однородной атмосферы можно представить:

А. $p = P_0 * e^{\frac{gh}{R\theta}}$;

Б. $p = \text{const}$;

В. $p = p_1 + p_2$;

Г. $p = p_0 + \rho gh$;

7. Распределение давлений газов по высоте для случая изотермической атмосферы можно представить:

А. $p = P_0 * e^{\frac{gh}{R\theta}}$;

Б. $p = \text{const}$;

В. $p = p_1 + p_2$;

Г. $p = P_0 + \rho gh$;

8. Какой член уравнения Бернулли ($P + \rho yz + \rho u^2/2 = \text{const}$) называют весовым давлением:

А. P ;

Б. ρyz ;

В. $\rho u^2/2$;

Г. $P + \rho yz$;

9. Какой член уравнения Бернулли ($P + \rho yz + \rho u^2/2 = \text{const}$) называют статическим давлением:

А. P ;

Б. ρyz ;

В. $\rho u^2/2$;

Г. $P + \rho yz$;

10. Какой член уравнения Бернулли ($P + \rho yz + \rho u^2/2 = \text{const}$) называют динамическим (скоростным) давлением:

А. P ;

Б. ρyz ;

В. $\rho u^2/2$;

Г. $P + \rho yz$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

1. Какое из приведенных ниже уравнений называют уравнением сохранения массового расхода газа:

А. $P + \rho yz + \rho u^2/2 = \text{const}$;

Б. $G = \rho * v * \omega$;

В. $M = \rho * v * \omega$;

Г. $M = v * \omega$;

2. Какое из приведенных ниже уравнений называют уравнением сохранения весового расхода газа:

А. $P + \rho yz + \rho u^2/2 = \text{const}$;

Б. $G = \gamma * v * \omega$;

В. $M = \rho * v * \omega$;

Г. $M = v * \omega$;

3. Через поперечное сечение воздухопровода за 10 с проходит воздух объемом $V = 100 \text{ м}^3$, $\rho_v = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Чему равен массовый расход воздуха.

А. 120 кг/с;

Б. 12 кг/с ;

В. 10 кг/с;

Г. 1,2 кг/с;

4. При обтекании твердых тел потоком газа полная сила сопротивления равна:

А. $F = F_{\text{давл}} \cdot F_{\text{трэн}}$;

- Б. $F = F_{\text{давл}} - F_{\text{трэн}}$;
 В. $F = F_{\text{давл}} / F_{\text{трэн}}$;
 С. $F = F_{\text{давл}} + F_{\text{трэн}}$;
5. Как определить силу сопротивления давления при обтекании твердых тел потоком газа:
 А. $F_{\text{давл}} = C_D \omega$;
 Б. $F_{\text{давл}} = 2 C_D \omega \rho v^2$;
 В. $F_{\text{давл}} = \rho v^2 / 2$;
 С. $F_{\text{давл}} = 2 C_D \omega \rho v^2 / 2$;
6. Как определить силу сопротивления трения при обтекании твердых тел потоком газа:
 А. $F_{\text{трэн}} = C_f \omega$;
 Б. $F_{\text{трэн}} = 2 C_f \omega \rho v^2$;
 В. $F_{\text{трэн}} = \rho v^2 / 2$;
 С. $F_{\text{трэн}} = C_f \omega \rho v^2 / 2$;
7. Чем отличается расчет трубопроводов для газов при малых относительных перепадах давлений от расчета трубопровода для газов при больших относительных перепадах давления:
 А. При малом относительном перепаде давления сжимаемостью газа можно пренебречь;
 Б. При большом относительном перепаде давления сжимаемостью газа можно пренебречь;
 В. При малом относительном перепаде давления потери давления можно принять равными нулю;
 Г. При большом относительном перепаде давления потери давления можно принять равными нулю;
8. Из чего складываются потери давления при движении газа по трубопроводу:
 А. из разности потерь давления на трение по длине и потерь в местных сопротивлениях;
 Б. из произведения потерь давления на трение по длине и потерь в местных сопротивлениях;
 В. из суммы потерь давления на трение по длине и потерь в местных сопротивлениях;
 Г. потери давления во всех случаях равны нулю;
9. Чему равны потери давления на трение по длине:
 А. $\Delta p = \sum \xi + \rho v^2 / 2$;
 Б. $\Delta p = \lambda * l / d * \rho v^2 / 2$;
 В. $\Delta p = \lambda * (1/d + \rho v^2 / 2)$;
 Г. $\Delta p = \sum \xi * \rho v^2 / 2$;
10. Чему равны потери давления в местных сопротивлениях:
 А. $\Delta p = \sum \xi + \rho v^2 / 2$;
 Б. $\Delta p = \lambda * l / d * \rho v^2 / 2$;
 В. $\Delta p = \lambda * (1/d + \rho v^2 / 2)$;
 Г. $\Delta p = \sum \xi * \rho v^2 / 2$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

1. Определить потери давления на участке воздуховода длиной $l = 10 \text{ м}$, если сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi = 2$, (удельные потери давления на трение $R_l = 1,5 \text{ Па/м}$; $p_{\text{дин}} = 15 \text{ Па}$)
 А. 45 Па;
 Б. 15 Па;
 В. 30 Па;
 Г. 153 Па;
2. На что расходуется давление, развиваемое вентилятором:
 А. на преодоление сопротивлений всасывающей сети воздухопроводов;
 Б. на преодоление сопротивлений нагнетательной сети воздухопроводов;
 В. на создание динамического давления на выходе из воздуховода;
 Г. на преодоление сопротивлений всасывающей и нагнетательной сети воздухопроводов, а также на создание динамического давления на выходе из воздуховода;

3. Цель аэродинамического расчета сети воздуховодов:
 - А. подобрать размеры поперечного сечения сети воздуховодов;
 - Б. определить потери давления на отдельных участках и по сети в целом;
 - В. подобрать вентилятор;
 - Г. подобрать размеры поперечного сечения сети воздуховодов; определить потери давления на отдельных участках и по сети в целом; подобрать вентилятор;
4. В приточном воздухораспределителе постоянного поперечного сечения средняя скорость потока по направлению от входа вдоль его длины:
 - А. не изменяется;
 - Б. уменьшается;
 - В. увеличивается;
 - Г. не зависит от площади поперечного сечения;
5. Одинаковый расход воздуха по всей длине щели приточного воздухораспределителя может быть обеспечен:
 - А. изменением поперечного сечения воздухораспределителя;
 - Б. изменением ширины боковой щели;
 - В. не может быть обеспечен;
 - Г. как изменением поперечного сечения воздухораспределителя, так и изменением ширины боковой щели;
6. Скорость восходящего потока (при пневмотранспортировании), при которой твердые частицы остаются во взвешенном состоянии, называют:
 - А. скоростью света;
 - Б. критической скоростью;
 - В. скоростью витания;
 - Г. скоростью транспортирования;
7. Потери давления в системах пневмотранспорта можно определить по формуле:
 - А. $\Delta r_{см} = \Delta r_{в} (1 + \varphi * \mu_p)$;
 - Б. равны потерям давления при движении чистого воздуха, при тех же условиях;
 - В. $\Delta r_{см} = \Delta r_{в} * \varphi * \mu_p$;
 - Г. $\Delta r_{см} = \Delta r_{в} (1 + \mu_p)$;
8. Определить потери давления при пневмотранспортировании твердых частиц по воздуховоду $\mu_p = 0,5$ и $\varphi = 0,6$. Потери давления при движении чистого воздуха при тех же условиях $R_{в} = 100$ Па.
 - А. 50 Па;
 - Б. 70 Па;
 - В. 130 Па;
 - Г. 100 Па;
9. При истечении газов из отверстий основным вопросом является:
 - А. определение скорости истечения и расхода жидкости;
 - Б. определение необходимого диаметра отверстий;
 - В. определение объема резервуара;
 - г) определение гидравлического сопротивления отверстия;
10. Опорожнение сосудов (резервуаров) это истечение через отверстия и насадки:
 - А. при постоянном напоре;
 - Б. при переменном напоре;
 - В. при переменном расходе;
 - Г. при постоянном расходе;
11. Из какого сосуда за единицу времени вытекает больший объем жидкости или газа (сосуды имеют одинаковые геометрические характеристики)?
 - А. сосуд с постоянным напором;
 - Б. сосуд с уменьшающимся напором;
 - В. расход не зависит от напора;
 - Г. сосуд с увеличивающимся напором;

12. Толщина пограничного слоя струи:
 - А. уменьшается с увеличением расстояния от выходного отверстия;
 - Б. возрастает с увеличением расстояния от выходного отверстия;
 - В. остается неизменной не зависимо от расстояния от выходного отверстия;
 - Г. уменьшается с увеличением расстояния от выходного отверстия и на некотором расстоянии становится неизменной;
13. Основными параметрами, характеризующими турбулентную струю являются:
 - А. осевая скорость;
 - Б. диаметр (для круглых) и ширина (для прямоугольных) выходных отверстий;
 - В. расход воздуха и средняя скорость;
 - Г. все вышеперечисленные параметры;
14. При решении задач по взаимодействию воздушных потоков расчет состоит:
 - А. в определении параметров результирующего потока;
 - Б. в определении параметров взаимодействующих потоков;
 - В. в определении параметров одного из взаимодействующих потоков;
 - Г. в определении параметров взаимодействующих и результирующего потока;
15. По каким основным характеристикам подбирают вентилятор:
 - А. По развиваемому давлению;
 - Б. По максимальному расходу;
 - В. По номеру вентилятора;
 - Г. По развиваемому давлению и максимальному расходу;
16. КПД вентилятора представляет собой:
 - А. потребляемую мощность;
 - Б. отношение полезной теоретической мощности, передаваемой вентилятором перемещаемой среде к потребляемой мощности;
 - В. разность полезной теоретической мощности, передаваемой вентилятором перемещаемой среде и потребляемой мощности;
 - Г. произведение полезной теоретической мощности, передаваемой вентилятором перемещаемой среде и потребляемой мощности;

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Вопросы для экзамена

1. Термодинамические и физические свойства газов.
2. Равновесие газов в поле силы тяжести.
3. Уравнение сохранения расхода.
4. Уравнение Бернулли для потоков газа.
5. Изменение параметров газа вдоль трубы.
6. Обтекание твердых тел потоком газа.
7. Сопrotивление трения.
8. Расчет каналов систем естественной вентиляции.
9. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давлений.
10. Аэродинамический расчет всасывающих и нагнетательных воздухопроводов.
11. Принцип расчета воздухораспределителей.
12. Особенности расчета трубопроводов пневмотранспорта.
13. Истечение газов из отверстий и через насадки.
14. Истечение газов при переменном давлении.
15. Теория воздушных струй.
16. Взаимодействие струй.
17. Распространение струи в ограниченном пространстве.
18. Теория размерностей.

19. Механическое подобие.
20. Гидродинамические критерии подобия.
21. Моделирование гидроаэродинамических явлений.
22. Методы аналогий

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|-------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | Равновесие газов | ПК-4, ПК-5, ПК-6 | Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту |
| 2 | Основы кинематики и динамики газов | ПК-4, ПК-5, ПК-6 | Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту |
| 3 | Расчет трубопроводов для газов | ПК-4, ПК-5, ПК-6 | Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту |
| 4 | Истечение газов из отверстий и через насадки. Воздушные струи | ПК-4, ПК-5, ПК-6 | Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту |
| 5 | Моделирование гидроаэродинамических явлений | ПК-4, ПК-5, ПК-6 | Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту |

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Каменев, Петр Николаевич. Вентиляция [Текст] : учебник : допущено МО РФ / Каменев, Петр Николаевич, Тертичник, Евгений Иванович. - М. : АСВ, 2008 (Киров : ОАО "Дом печати - Вятка", 2007). - 614 с. : ил. – 25 экз.
2. Аэродинамика вентиляции [Текст] : учебное пособие / Полушкин Виталий Иванович [и др.] ; под ред. В. И. Полушкина. - Москва : Академия, 2013 (Тверь : ОАО "Твер. полиграф. комбинат", 2013). - 203, [1] с., [16] л. цв. ил. : ил. – 25 экз.

Дополнительная литература

1. Феоктистов А.Ю. Аэродинамика вентиляции. Механика Аэрозолей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Феоктистов А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011.— 92 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28339>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Свистунов, Василий Михайлович. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства [Текст] : учебник для вузов / Свистунов, Василий Михайлович, Пушняков, Николай Карпович. - 2-е изд. - СПб. : Политехника, 2007 (Петрозаводск : ГУП РК "Респ. тип.им. П. Ф. Анохина", 2006). - 421 с. : ил. – 25 экз.
3. Посохин, Владимир Николаевич. Аэродинамика вентиляции [Текст] / Посохин, Владимир Николаевич ; Техн. б-ка НП "АВОК". - М. : АВОК-ПРЕСС, 2008 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2008). - 208 с. : ил. – 25 экз.
4. Кудинов, Василий Александрович. Гидравлика [Текст] : учеб.пособие для вузов : допущено МО РФ / Кудинов, Василий Александрович, Карташов, Эдуард Михайлович. - М. : Высш. шк., 2006 (Смоленск : Смоленская обл. типография им. В. И. Смирнова, 2005). - 174 с. : ил. – 25 экз.
5. Бабкин, Виктор Филиппович. Гидравлика [Текст] : учеб.-метод. пособие / Бабкин, Виктор Филиппович, Яценко, Валентин Николаевич, Китаев, Дмитрий Николаевич ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2006 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2006). - 53 с. – 25 экз.
6. Сайриджинов, Сайриджинов Шахобович. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Текст] : учеб.пособие: допущено МО РФ / Сайриджинов, Сайриджинов Шахобович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : АСВ, 2008 (Киров : ОАО "Дом печати - Вятка", 2007). - 351 с. – 25 экз.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных

профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Электронная версия периодического справочника «Система ГАРАНТ».
2. Компьютерная система «Стройконсультант».
3. <http://www.megapetroleum.ru>.
4. Программа GIDROGRAF, разработанная кафедрой ТГС ВГАСУ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий.

Лекционные и практические занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, с использованием интерактивных досок, проекционного и мультимедийного оборудования.

В самостоятельной и аудиторной работе студентами активно используются единая информационная база (новая литература, периодика, электронные образовательные ресурсы, электронные учебники, справочники, цифровые образовательные ресурсы):

- ИВМРС- совместимые компьютеры (ауд. 6,7);
- мультимедийное оборудование;
- лабораторные установки по исследованию:
 - круглой изотермической струи
 - воздухопотомерных и воздухозаборных устройств

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Аэродинамика» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета аэродинамики зданий и сооружений. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Практическое занятие | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | по алгоритму. |
| Самостоятельная работа | <p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | <p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p> |