

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий
Кочевский А.А.



« 19 » апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Аэродинамика вентиляционных систем»

По направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование

Магистерская программа: «Компьютерная аэрогидродинамика»

Луганск – 2023 г.

Лист согласования РИУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Аэродинамика вентиляционных систем» по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Аэродинамика вентиляционных систем» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «10» января 2018 года № 14.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Мальцева М.О.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики «18» апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики _____  В.В.Малый

Переутверждена: « ___ » _____ 20__ г., протокол № _____

Переутверждена: « ___ » _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий «19» апреля 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____

 Н.Н. Ветрова.

© Мальцева М.О., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – заключается в изучении студентами методов применения законов аэродинамики для решения задач вентиляции, включающих расчет обтекания тел потоком, расчет потерь давлений в воздуховодах, на местных гидравлических сопротивлениях в вентиляционных системах, расчет параметров изотермических и неизотермических, конвективных струй, конструкций воздухораспределителей, вытяжных воздуховодов и методов их расчета

Задачи: изучить методику расчета распределения давлений по поверхностям обтекаемых тел, аэродинамических сил и моментов, коэффициентов лобового сопротивления, скорости витания, методику расчета потерь давления на устройствах вентиляционных систем, устройство и расчет воздуховодов, распределителей, вытяжных воздуховодов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Аэродинамика вентиляционных систем» входит в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 01.04.03 Механика и математическое моделирование.

Дисциплина реализуется кафедрой гидрогазодинамики.

Основывается на базе дисциплин предыдущего уровня подготовки: «Аэрогидромеханика», «Аэродинамика лопастных систем и ветросиловых установок».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Аэроакустика больших скоростей», «Неравновесная термодинамика».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Аэродинамика вентиляционных систем», должны:

знать методику расчета распределения давлений по поверхностям обтекаемых тел, аэродинамических сил и моментов, коэффициентов лобового сопротивления, скорости витания, методику расчета потерь давления на устройствах вентиляционных систем, расчет изотермических, неизотермических и конвективных струй, устройство и расчет воздуховодов, распределителей, вытяжных воздуховодов;

уметь рассчитать распределения давлений по поверхностям обтекаемых тел, аэродинамические силы и моменты, коэффициенты лобового сопротивления, скорости витания, потери давления на устройствах вентиляционных систем, характеристики изотермических, неизотермических и конвективных струй, спроектировать проточную часть воздуховодов, распределителей, вытяжных воздуховодов;

владеть навыками профессионального мышления, необходимыми при исследовании и проектировании воздухопроводов постоянного сечения, воздухораспределителей, моделировании вентиляционных систем.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с государственными образовательными стандартами ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ООП):

общепрофессиональных:

ОПК-1 способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	360 (10,0 зач. ед)	360 (10,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	180	80
в том числе:		
Лекции	90	40
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	90	40
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	180	280
Итоговая аттестация	зачет, экзамен	зачет, экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основы аэродинамики. Гидравлика газов.

Термодинамические свойства газов.

Тема 2. Сведения из статики и динамики газов.

Распределение давлений на поверхности, обтекаемых тел. Аэродинамические сила и момент. Скорости витания и трогания.

Тема 3. Уравнение Бернулли для идеального и реального потоков газа.

Тема 4. Потери давления в воздухопроводах.

Распределение скоростей в поперечном сечении воздухопровода. Потери давления на трение в воздухопроводе постоянного сечения. Коэффициент сопротивления трения.

Тема 5. Потери давления на местных сопротивлениях.

Общие сведения о местных сопротивлениях. Потери давления при входе в воздухопровод постоянного сечения. Потери давления при изменении поперечного сечения воздухопровода. Потери давления при изменении направления движения

потока потери давления в колене. Потери давления в тройнике. Потери давления при слиянии и разделении потоков в тройниках.

Тема 6. Воздушные струи. Основные положения теории свободной струи.

Распространение струи в ограниченном пространстве. Тепловые струи. Спектры всасывания. взаимодействие струй. Движение воздуха в помещениях.

Тема 7. Аэродинамический расчет воздухопроводов.

Классификация воздухопроводов. Методы аэродинамического расчета воздухопроводов. Порядок расчета воздухопроводов. Учет изменений параметров воздуха при определении потерь давления. Характеристика воздухопровода. Основы технико-экономического расчета воздухопроводов

Тема 8. Вентиляторы. принцип действия и конструктивные характеристики вентиляторов.

Осевые вентиляторы. Центробежные вентиляторы. Сравнение осевых вентиляторов с радиальными. Производительность и мощность вентиляторов.

Тема 9. Равномерная раздача и всасывание воздуха воздухопроводами с продольной щелью или с боковыми отверстиями.

Схема явлений при раздаче и всасывании воздуха воздухопроводами. Принцип расчета воздухораспределителей. Зависимости и уравнения, используемые при исследовании воздухопроводов. Способы обеспечения равномерной раздачи или всасывания воздуха.

Тема 10. Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины.

Воздухораспределитель постоянного сечения с продольной щелью переменной ширины. Конусный воздухораспределитель с продольной щелью переменной ширины. Клиновидный воздухораспределитель с продольной щелью переменной ширины. Расчет воздухораспределителей с продольной щелью переменной ширины.

Тема 11. Воздухораспределители с отверстиями различной площади.

Воздухораспределитель постоянного сечения с отверстиями различной площади. Конусный воздухораспределитель с отверстиями различной площади. Клиновидный воздухораспределитель с отверстиями различной площади. Расчет воздухораспределителей с отверстиями различной площади.

Тема 12. Воздуховоды постоянного статического давления.

Воздухораспределитель переменного прямоугольного поперечного сечения. Воздухораспределитель постоянного сечения с продольной щелью постоянной ширины. Конусный воздухораспределитель с продольной щелью постоянной ширины. Клиновидный воздухораспределитель с продольной щелью постоянной ширины. Расчет воздухораспределителей с продольной щелью постоянной ширины.

Тема 13. Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади.

Воздухораспределитель постоянного сечения с отверстиями одинаковой площади. Конусный воздухораспределитель с отверстиями одинаковой площади. Клиновидный воздухораспределитель с отверстиями одинаковой площади.

Тема 14. Вытяжные воздухопроводы постоянного сечения.

Вытяжной воздуховод с продольной щелью переменной ширины.
 Вытяжной воздуховод с отверстиями различной площади. Вытяжной воздуховод с продольной щелью постоянной ширины. Расчет вытяжных воздуховодов.

Тема 15. Пневматическое транспортирование.

Движение частицы материала в потоке газа. Скорости витания и трогания. Основные параметры пневматического транспорта.

Тема 16. Основы моделирования вентиляции.

Постановка задачи. Моделирование воздухообмена. Моделирование тепловыделений. Моделирование влаговыведений. Практические приемы моделирования.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	<i>1 семестр</i>		
1	Основы аэродинамики. Гидравлика газов	6	4
2	Сведения из статики и динамики газов	6	4
3	Уравнение Бернулли для идеального и реального потоков газа	6	4
4	Потери давления в воздуховодах.	6	4
5	Потери давления на местных сопротивлениях	6	4
6	Воздушные струи. Основные положения теории свободной струи	6	4
7	Аэродинамический расчет воздуховодов	6	3
8	Вентиляторы. принцип действия и конструктивные характеристики вентиляторов	6	3
	<i>2 семестр</i>		
9	Равномерная раздача и всасывание воздуха воздуховодами с продольной щелью или с боковыми отверстиями	5	2
10	Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины	5	2
11	Воздухораспределители с отверстиями различной площади	5	1
12	Воздуховоды постоянного статического давления	5	1
13	Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади	5	1
14	Вытяжные воздуховоды постоянного сечения	5	1
15	Пневматическое транспортирование	6	1
16	Основы моделирования вентиляции	6	1
Итого:		90	40

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
<i>1 семестр</i>			
1	Основы аэродинамики. Гидравлика газов	6	4
2	Сведения из статики и динамики газов	6	4
3	Уравнение Бернулли для идеального и реального потоков газа	6	4
4	Потери давления в воздуховодах.	6	4
5	Потери давления на местных сопротивлениях	6	4
6	Воздушные струи. Основные положения теории свободной струи	6	4
7	Аэродинамический расчет воздуховодов	6	3
8	Вентиляторы. принцип действия и конструктивные характеристики вентиляторов	6	3
<i>2 семестр</i>			
9	Равномерная раздача и всасывание воздуха воздуховодами с продольной щелью или с боковыми отверстиями	5	2
10	Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины	5	2
11	Воздухораспределители с отверстиями различной площади	5	1
12	Воздуховоды постоянного статического давления.	5	1
13	Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади	5	1
14	Вытяжные воздуховоды постоянного сечения	5	1
15	Пневматическое транспортирование	6	1
16	Основы моделирования вентиляции	6	1
Итого:		90	40

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Потери давления в воздуховодах	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	20	30
2	Потери давления на местных сопротивлениях		20	30
3	Расчет аэродинамических характеристик струйных течений		20	30
4	Бортовые отсосы. Конструкции и методика расчета		20	30
5	Бортовые отсосы. Конструкции и методика расчета		20	30
6	Расчет равномерной раздачи и всасывания воздуха воздуховодами		20	30
7	Конструкции и расчет воздухораспределителей		20	30
8	Расчет воздуховодов постоянного сечения		20	30
9	Основы моделирования вентиляции, опытные установки, приборы и аэродинамический эксперимент в вентиляции		20	40
Итого:			180	280

4.7. Курсовые проекты.

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей

к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведётся с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.;

- информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, книги, периодические издания, методические указания, к практическим занятиям размещенные во внутренней сети) при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

- работа в команде: совместная работа студентов в группе при решении некоторых задач на практических занятиях, при написании рефератов по выбранным студентами темам.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной,

диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится, в дискретные временные интервалы, лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- задачи к практическим занятиям;
- устный опрос;
- рефераты;
- вопросы к зачёту;
- экзаменационные вопросы;
- самоконтроль.

Фонды оценочных средств, включающие типовые индивидуальные задания, контрольные работы, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачёта и письменного экзамена, включающего теоретические вопросы. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания письменного экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. Допуск к промежуточной аттестации производится на основании результатов текущего контроля, а именно отсутствию задолженностей по всем видам текущего контроля. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенные в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено

хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции - М.: Стройиздат, 1979. - 256 с.
2. Меклер В.Я., Овчинников П.А. Агафонов Е.П. Вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Машиностроение, 1980. - 336 с.
3. Калинушкин М.П. Вентиляторные установки. – М.: Высшая школа, 1979. – 224 с.
4. Епифанова О.В. Аэродинамика вентиляционных систем / Конспект лекций. - Луганск: Издательство ВУГУ, 2003. – 86 с.

б) дополнительная литература:

1. Золотов С.С. Аэродинамика судовой вентиляции. - Л.: Судостроение, 1977. - 312 с.
2. Б. Экк. Проектирование и эксплуатация центробежных и осевых вентиляторов. - М.: Наука, 1959. - 566 с.
3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1975. –559 с.
4. Идельчик И.Е. Аэродинамика технологических аппаратов. - М.: Машиностроение, 1983. –351 с.

в) методические указания:

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «аэродинамика вентиляционных систем» для магистров по направлению подготовки «Механика и математическое моделирование». 2017 года. – 10 с.
Составитель: к.т.н., доцент кафедры гидрогазодинамика ГОУ ВПО ЛНР

з) Интернет-ресурсы:

1. http://www.library.snu.edu.ua/elib_php/page_lib.php
2. <http://ggd.snu.edu.ua>
3. <http://onyx>
4. www.education.kulichki.net

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Волны в сплошных средах» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащено компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com

Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Аэродинамика вентиляционных систем»
Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в
результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики	<p>Тема 1. Основы аэродинамики. Гидравлика газов.</p> <p>Тема 2. Сведения из статики и динамики газов.</p> <p>Тема 3. Уравнение Бернулли для идеального и реального потоков газа.</p> <p>Тема 4. Потери давления в воздуховодах.</p> <p>Тема 5. Потери давления на местных сопротивлениях.</p> <p>Тема 6. Воздушные струи. Основные положения теории свободной струи.</p> <p>Тема 7. Аэродинамический расчет воздуховодов.</p> <p>Тема 8. Вентиляторы. принцип действия и конструктивные характеристики вентиляторов.</p> <p>Тема 9. Равномерная раздача и всасывание воздуха воздуховодами с продольной щелью или с боковыми отверстиями.</p> <p>Тема 10. Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины.</p> <p>Тема 11. Воздухораспределители с отверстиями различной площади</p> <p>Тема 12. Воздуховоды постоянного статического давления.</p> <p>Тема 13. Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади.</p> <p>Тема 14. Вытяжные воздуховоды постоянного сечения.</p> <p>Тема 15. Пневматическое транспортирование</p>	1,2

			Тема 16. Основы моделирования вентиляции	
--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	<p><i>знать</i> методику расчета распределения давлений по поверхностям обтекаемых тел, аэродинамических сил и моментов, коэффициентов лобового сопротивления, скорости витания, методику расчета потерь давления на устройствах вентиляционных систем, расчет изотермических, неизотермических и конвективных струй, устройство и расчет воздухопроводов, распределителей, вытяжных воздухопроводов;</p> <p><i>уметь</i> рассчитать распределения давлений по поверхностям обтекаемых тел, аэродинамические силы и моменты, коэффициенты лобового сопротивления, скорости витания, потери давления на устройствах вентиляционных систем, характеристики изотермических, неизотермических и конвективных струй, спроектировать проточную часть воздухопроводов, распределителей, вытяжных воздухопроводов;</p> <p><i>владеть навыками</i> профессионального мышления, необходимыми при исследовании и проектировании воздухопроводов постоянного сечения, воздухораспределителей, моделировании вентиляционных систем.</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15, Тема 16.	Вопросы к письменному контролю усвоения теоретического материала, задачи по практическим занятиям, рефераты, вопросы к зачёту, вопросы к экзамену

Фонды оценочных средств по дисциплине

«Аэродинамика вентиляционных систем»

Вопросы к письменному контролю усвоения теоретического материала:

1. Какие свойства воздуха и процессы изменения его состояния вы знаете?
2. Как распределяется давление на поверхности обтекаемых тел?
3. Состав и свойства влажного воздуха?
4. Сухой воздух.
5. Что такое аэродинамический момент и сила?
6. Дайте определение, что такое абсолютная влажность воздуха, удельная теплоёмкость?
7. Что такое энтальпия, в чем измеряется?
8. Объясните, почему влажный воздух легче сухого?
9. Какие потери давления в воздуховодах вы знаете?
10. Классификация систем вентиляции? Декомпозиция сложных вентиляционных систем?
11. Как распределяется скорость в поперечном сечении воздуховода?
12. Назовите источники напора вентиляционных систем?
13. По каким аэродинамическим параметрам сравнивают вентиляторы?
14. Каково назначение воздуховодов в системах вентиляции?
15. Какими бывают течения воздуха в воздуховодах?
16. Что такое свободные изотермические струи?
17. Что такое неизотермические струи?
18. Что такое критерий Рейнольдса?
19. Что такое свободные конвективные струи?
20. От чего зависят местные потери в воздуховодах?
21. Приведите классификацию напорно – регулирующих устройств, применяемых в системах вентиляции?
22. Каково назначение, устройство и принцип действия воздушных клапанов?
23. Какими способами осуществляется равномерная раздача и равномерное всасывание воздуха? В чем заключается принцип их действия?
24. На каких основных зависимостях основана методика исследования воздуховодов равномерной раздачи?
25. Приведите последовательность расчета воздуховодов равномерной раздачи при постоянном сечении?
26. Приведите последовательность расчета воздуховодов с постоянным по длине статическим давлением?
27. Каковы принципы расчета воздуховодов равномерного всасывания?
28. Поясните классификацию струй?
29. Объясните особенности движения воздуха у приточных отверстий?

30. Как рассчитать параметры струи воздуха, истекающего из плоского прямоугольного сечения?
31. Дайте определение понятию бортовые отсосы?
32. Конструкции и расчет воздухораспределителей?
33. Дайте описание воздухораспределителей с продольной щелью переменной ширины?
34. Дайте описание Воздухораспределителей с отверстиями различной площади?
35. Опишите Воздухораспределители с продольной щелью постоянной ширины?
36. Опишите воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
письменный контроль

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы практических занятий:

1 семестр

Тема 1. Основы аэродинамики. Гидравлика газов.

Тема 2. Сведения из статики и динамики газов.

Тема 3. Уравнение Бернулли для идеального и реального потоков газа.

Тема 4. Потери давления в воздуховодах.

Тема 5. Потери давления на местных сопротивлениях.

Тема 6. Воздушные струи. Основные положения теории свободной струи.

Тема 7. Аэродинамический расчет воздуховодов.

Тема 8. Вентиляторы. принцип действия и конструктивные характеристики вентиляторов

2 семестр

Тема 1. Равномерная раздача и всасывание воздуха воздуховодами с продольной щелью или с боковыми отверстиями.

Тема 2. Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины.

- Тема 3. Воздухораспределители с отверстиями различной площади.
 Тема 4. Воздуховоды постоянного статического давления.
 Тема 5. Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади.
 Тема 6. Вытяжные воздуховоды постоянного сечения.
 Тема 7. Пневматическое транспортирование.
 Тема 8. Основы моделирования вентиляции

Типовые задачи к практическим занятиям:

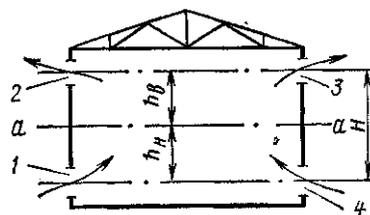
Пример 1. Атмосферный воздух при температуре 20°C , и давлении 1 ат занимает объем 10 м^3 . Давление и температура воздуха повысились до 6 ат и 100°C . Установить величину изменения объема воздуха.

Пример 2. Объем, занимаемый 200 кг воздуха, при постоянной температуре расширяется вдвое. Начальные параметры воздуха: $p_1 = 2\text{ ат}$ и $t_1 = 27^{\circ}\text{C}$. Определить конечное давление воздуха и совершенную им работу.

Пример 3. При начальной температуре 80°C и постоянном давлении сжимается 100 кг воздуха. Определить конечную его температуру, если во время сжатия был произведен отбор $4,2\text{ Мдж}$ теплоты.

Пример 4. Воздухопровод, имеющий внутренний диаметр $d = 207\text{ мм}$, рассчитан на расход воздуха $Q_i - 2\text{ м}^3/\text{сек}$ при первоначальном давлении 8 ат . Потери давления на участке составили $\Delta p = 2\text{ ат}$. Определить средний расход и среднюю скорость воздуха на участке, приняв $T_1 = T_2$.

Пример 5. Дано: $G_n = G_e = 100\text{ кг/сек}$, $\mu_e = \mu_n = 0,56$, $t_e = 28^{\circ}\text{C}$, $t_n = 18^{\circ}\text{C}$. Расстояние между центрами приточных и вытяжных отверстий $h = 10\text{ м}$. Определить площади отверстий, пользуясь схемой их распределения на рис.



Пример 6. Определить ширину щели и сопротивление воздухораспределителя прямоугольного сечения, если $a=2,5\text{ м}$; $b = 1\text{ м}$; $l=20\text{ м}$; $k = 0,1\text{ мм}$; $\mu = 0,65$; $Q_n=15\text{ м}^3/\text{с}$; $v=1,5 \cdot 10^{-5}\text{ м}^2/\text{с}$; $v_{\text{макс}} = 6\text{ м/с}$.

Пример 7. Определить площади отверстий и сопротивление воздухораспределителя прямоугольного сечения, если $a = 2,5\text{ м}$; $b=1\text{ м}$; $l=30\text{ м}$; $k = 0,1\text{ мм}$; $n=10$; $\mu = 0,65$; $Q_n=15\text{ м}^3/\text{с}$; $v = 1,5 \cdot 10^{-5}\text{ м}^2/\text{с}$ и $v_{\text{макс}} = 6\text{ м/с}$.

Пример 8. Определить ширину продольной щели и сопротивление воздухораспределителя постоянного сечения, если $a = 1,2$ м; $b = 0,8$ м; $l = 35$ м; $k = 0,1$ мм; $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с; $\mu = 0,62$; $\omega_H = 6,5$ м/с; $r = \pm 0,2$.

Пример 9. Определить площадь отверстия и сопротивление воздухораспределителя прямоугольного сечения с отверстиями одинаковой площади, если $a = 1$ м, $b = 0,5$ м, $l = 60$ м; $k = 10$ мм; $n = 20$, $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с; $\mu = 0,65$, $\omega_H = 5$ м/с; $r = 0,05$.

Пример 10. Определить ширину щели и сопротивление цилиндрического вытяжного воздуховода, если $d = 0,3$ м; $l = 3$ м; $k = 0,1$ мм; $\mu = 0,735$; $\omega_K = 5$ м/с; $r = 0,3$; $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

Пример 11. Определить площадь отверстия и сопротивление вытяжного воздуховода прямоугольного сечения, если $a = 1$ м; $b = 0,5$; $l = 60$ м; $n = 20$; $k = 10$ мм; $\mu = 0,735$; $\omega_K = 5$ м/с; $r = 0,12$; $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задача к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

1. Обтекание тел потоком.
2. Распределение давлений на поверхности, обтекаемых тел.
3. Аэродинамический момент и сила.
4. Коэффициент лобового сопротивления симметричных тел, скорости витания и трогания.
5. Потери давления в воздуховодах.
6. Распределение скоростей в поперечном сечении воздуховода.
7. Потери давления в воздуховоде постоянного сечения.
8. Коэффициент сопротивления трения.

9. Потери давления в пневмотранспортном воздуховоде постоянного сечения.
10. Потери давления на местных сопротивлениях.
11. Потери давления при входе в воздуховод постоянного сечения.
12. Потери давления при изменении поперечного сечения воздуховода.
13. Потери давления в колене.
14. Потери давления в тройнике.
15. Расчет аэродинамических характеристик струйных течений.
16. Свободные изотермические струи.
17. Свободные неизотермические струи.
18. Свободные конвективные струи.
19. Бортовые отсосы.
20. Конструкции и методика расчета.
21. Расчет равномерной раздачи и всасывания воздуха воздуховодами.
22. Конструкции и расчет воздухораспределителей.
23. Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины.
24. Воздухораспределители с отверстиями различной площади.
25. Воздухораспределители с продольной щелью постоянной ширины.
26. Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади.
27. Расчет воздухопроводов постоянного сечения.
28. Вытяжной воздуховод с продольной щелью переменной ширины.
29. Вытяжной воздуховод с отверстиями различной площади.
30. Вытяжной воздуховод с продольной щелью постоянной ширины.
31. Расчет вытяжного воздуховода.
32. Основы моделирования вентиляции.
33. Опытные установки, приборы и аэродинамический эксперимент в вентиляции.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Лабораторные работы:

Лабораторные работы планом не предусмотрены.

Курсовые проекты.

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

Вопросы к зачёту:

1. Обтекание тел потоком.
2. Распределение давлений на поверхности, обтекаемых тел.
3. Аэродинамический момент и сила.
4. Коэффициент лобового сопротивления симметричных тел, скорости витания и трогания.
5. Потери давления в воздуховодах.
6. Распределение скоростей в поперечном сечении воздуховода.
7. Потери давления в воздуховоде постоянного сечения.
8. Коэффициент сопротивления трения.
9. Потери давления в пневмотранспортном воздуховоде постоянного сечения.
10. Потери давления на местных сопротивлениях.
11. Потери давления при входе в воздуховод постоянного сечения.
12. Потери давления при изменении поперечного сечения воздуховода.
13. Потери давления в колене.
14. Потери давления в тройнике.
15. Расчет аэродинамических характеристик струйных течений.
16. Свободные изотермические струи.
17. Свободные неизотермические струи.
18. Свободные конвективные струи.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачёт

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	

Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Вопросы (темы) к экзамену:

1. Основы аэродинамики. Гидравлика газов.
2. Термодинамические свойства газов.
3. Распределение давлений на поверхности, обтекаемых тел.
4. Аэродинамические сила и момент.
5. Скорости витания и трогания.
6. Уравнение Бернулли для идеального и реального потоков газа.
7. Потери давления в воздуховодах.
8. Распределение скоростей в поперечном сечении воздуховода.
9. Потери давления на трение в воздуховоде постоянного сечения.
10. Коэффициент сопротивления трения.
11. Потери давления на местных сопротивлениях.
12. Общие сведения о местных сопротивлениях.
13. Потери давления при входе в воздуховод постоянного сечения.
14. Потери давления при изменении поперечного сечения воздуховода.
15. Потери давления при изменении направления движения потока потери давления в колене.
16. Потери давления в тройнике.
17. Потери давления при слиянии и разделении потоков в тройниках.
18. Воздушные струи.
19. Основные положения теории свободной струи.
20. Распространение струи в ограниченном пространстве.
21. Тепловые струи. Спектры всасывания. взаимодействие струй.
22. Движение воздуха в помещениях.
23. Аэродинамический расчет воздухопроводов.
24. Классификация воздухопроводов. Методы аэродинамического расчета воздухопроводов.
25. Порядок расчета воздухопроводов. Учет изменений параметров воздуха при определении потерь давления.
26. Характеристика воздуховода. Основы технико-экономического расчета воздухопроводов
27. Вентиляторы. принцип действия и конструктивные характеристики вентиляторов.

28. Осевые вентиляторы.
29. Центробежные вентиляторы.
30. Сравнение осевых вентиляторов с радиальными. Производительность и мощность вентиляторов.
31. Равномерная раздача и всасывание воздуха воздуховодами с продольной щелью или с боковыми отверстиями.
32. Воздухораспределители с продольной щелью переменной ширины.
33. Воздухораспределители с отверстиями различной площади.
34. Воздуховоды постоянного статического давления.
35. Воздухораспределители с отверстиями одинаковой площади.
36. Вытяжные воздуховоды постоянного сечения.
37. Пневматическое транспортирование.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)