

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Драпалюк Н.А.
«29» июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

**«Аэродинамика и гидравлика вентиляционных систем и
оборудования»**

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

**Программа Вентиляция промышленных предприятий и объектов
топливно-энергетического комплекса**

Квалификация выпускника магистр

Срок освоения образовательной программы 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы
профессор

Заведующий кафедрой
Жилищно-коммунального
хозяйства

Руководитель ОПОП

Б. П. Новосельцев /

С. А. Яременко /

Б. П. Новосельцев /

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цели преподавания дисциплины «Аэродинамика и гидравлика вентиляционных систем и оборудования»:

- приобретение знаний в области теории равновесия жидкостей и законов их движения;
- изучение законов движения газообразной среды, а так же перемещения твердых тел в среде движущихся газов;
- освоение методов конструирования инженерных систем (систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) с целью разработки современных автоматизированных систем климатизации зданий;
- развитие и закрепление навыков творческого использования полученных знаний при конструировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Основной задачей дисциплины является формирование у магистров знаний, умений и навыков, позволяющих эффективно использовать их для правильного конструирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования с целью уменьшения капитальных и эксплуатационных расходов, в том числе снижение расхода электроэнергии и площади, занимаемой оборудованием.

Требуется сформулировать представление:

- о выборе единого теплоносителя и его параметров с целью сокращения капитальных и эксплуатационных расходов;
- о выборе вида и количества систем отопления и типа отопительных приборов;
- о выборе количества систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- о технических решениях, направленных на экономию расходов энергоресурсов (воды, теплоты, холода и электроэнергии).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Аэродинамика и гидравлика вентиляционных систем и оборудования» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Аэродинамика и гидравлика вентиляционных систем и оборудования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен выполнять работы по энергетическому обследованию оборудования санитарно-технических систем

ПК-5 - Способен выполнять работы по разработке и исполнению технического решения по реализации энергосервисных мероприятий на

объектах капитального строительства

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать – новейшие достижения знаний в области гидравлики и аэродинамики вентиляционных систем и оборудования; – цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественную и зарубежную информацию по этим исследованиям и разработкам ; – возможности математического аппарата при решении теоретических и прикладных задач по расчету систем обеспечения микроклимата; – современные математические и естественно-научные методы исследования, применяемые при расчете инженерных систем; уметь – произвести технико-экономическое обоснование принятых проектных решений по системам инженерного оборудования зданий; – провести техническую экспертизу проектов систем инженерного оборудования зданий по обеспечению требуемых параметров воздушной среды. владеть – составлением инструкций по эксплуатации оборудования по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды во всех помещениях; – умением разрабатывать и использовать техническую документацию, а также отчетность по установленной форме.
ПК-5	знать – компьютерную, вычислительную и графопостроительную технику; – методы автоматизации исследовательских работ. уметь – разработать и использовать базу данных и информационных технологий для решения научно-технических и технико-экономических задач по профилю деятельности; – подготовить исходные данные, провести технико-экономический анализ, обосновать и выбрать технико-экономические решения по созданию нормируемых параметров воздушной среды во всех помещениях. владеть

	– методами и программными средствами расчета объекта проектирования, расчетное обеспечение проектной и рабочей документации, оформлением законченных проектных работ; – постановкой научно-технической задачи, выбором методических способов и средств ее решения, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций; – методикой оценки технического состояния инженерного оборудования по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды в рабочей зоне помещений.
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Аэродинамика и гидравлика вентиляционных систем и оборудования» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Самостоятельная работа	96	96
Курсовой проект	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Самостоятельная работа	126	126
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144

зач.ед.	4	4
---------	---	---

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Свойства жидкости и газов	Физические свойства жидкости. Давление. Основные уравнения гидравлики. Гидравлические сопротивления. Режимы течения жидкостей.	2	2	10	14
2	Аэродинамика здания	Воздействие ветра на здание. Аэродинамические коэффициенты. Построение циркуляционных зон. Организация выбросов вредных веществ.	2	2	10	14
3	Аэродинамика системы вентиляции	Аэродинамика вентиляционных систем. Приточные струи: стесненные, конвективные. Точечный и линейный сток.	2	4	10	16
4	Воздухообмен в помещении	Организация воздухообмена в помещениях; выбор схемы воздухораспределения. Воздухораспределители.	2	4	10	16
5	Аэродинамический расчет	Аэродинамический расчет воздуховодов.	2	4	10	16
6	Местные системы вентиляции	Местная вытяжная вентиляция. Классификация местных отсосов. Местная приточная вентиляция пневмотранспорта.	2	4	10	16
7	Воздушные завесы	Назначение устройств воздушных завес. Расчет воздушных завес	2	4	12	18
8	Вентиляция жилых зданий.	Вентиляция жилых зданий. Организация воздухообмена. Методика расчета.	2	4	12	18
9	Нагнетатели в системе вентиляции	Вентиляторы, классификация, назначение, присоединение вентиляторов к сети. Насосы. Характеристика ц/б насоса. Подбор насоса.	-	4	12	16
Итого			16	32	96	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Свойства жидкости и газов	Физические свойства жидкости. Давление. Основные уравнения гидравлики. Гидравлические сопротивления. Режимы течения жидкостей.	2	-	14	16
2	Аэродинамика здания	Воздействие ветра на здание. Аэродинамические коэффициенты. Построение циркуляционных зон. Организация выбросов вредных веществ.	2	-	14	16
3	Аэродинамика системы вентиляции	Аэродинамика вентиляционных систем. Приточные струи: стесненные, конвективные. Точечный и линейный сток.	2	-	14	16
4	Воздухообмен в помещении	Организация воздухообмена в помещениях; выбор схемы воздухораспределения. Воздухораспределители.	-	-	14	14
5	Аэродинамический расчет	Аэродинамический расчет воздуховодов.	-	-	14	14
6	Местные системы вентиляции	Местная вытяжная вентиляция. Классификация местных отсосов. Местная приточная вентиляция пневмотранспорта.	-	2	14	16
7	Воздушные завесы	Назначение устройств воздушных завес. Расчет воздушных завес	-	2	14	16
8	Вентиляция жилых зданий.	Вентиляция жилых зданий. Организация воздухообмена. Методика расчета.	-	2	14	16
9	Нагнетатели в системе вентиляции	Вентиляторы, классификация, назначение, присоединение вентиляторов к сети. Насосы. Характеристика ц/б насоса. Подбор насоса.	-	2	14	16
Итого			6	8	126	140

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 курсового проекта в 2 семестре для очной формы обучения, в 2 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Аэродинамический и гидравлический расчет вентиляционных систем и оборудования».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

1. Гидравлический расчет одной ветки системы водяного отопления.
2. Выполнить расчет воздуховода равномерной раздачи.
3. Выполнить расчет воздуховода равномерного всасывания.
4. Построить циркуляционную зону при обтекании потоком воздуха отдельно стоящего узкого здания.
5. Построить циркуляционную зону при обтекании потоком воздуха отдельно стоящего широкого здания.
6. Построить циркуляционную зону при обтекании потоком воздуха группы зданий.
7. Провести расчет факельного выброса.
8. Подобрать циклон для очистки воздуха от абразивной пыли.
9. Подобрать циклон для очистки воздуха от слипающейся пыли.
10. Подобрать циркуляционный насос для системы отопления.
11. Подобрать вентилятор для перемещения L , $\text{м}^3/\text{ч}$ запыленного воздуха.
12. Подобрать вентилятор для перемещения L , $\text{м}^3/\text{ч}$ запыленного воздуха, нагретого до температуры 80°C .

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-3	знать — новейшие достижения знаний в области гидравлики и аэродинамики вентиляционных систем	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	и оборудования; – цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественную и зарубежную информацию по этим исследованиям и разработкам ; – возможности математического аппарата при решении теоретических и прикладных задач по расчету систем обеспечения микроклимата; – современные математические и естественно-научные методы исследования, применяемые при расчете инженерных систем;			
	уметь – произвести технико-экономическое обоснование принятых проектных решений по системам инженерного оборудования зданий; – провести техническую экспертизу проектов систем инженерного оборудования зданий по обеспечению требуемых параметров воздушной среды.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть – составлением инструкций по эксплуатации оборудования по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды во всех помещениях; – умением разрабатывать и использовать техническую документацию, а также отчетность по установленной форме.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать – компьютерную, вычислительную и графопостроительную технику;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	– методы автоматизации исследовательских работ.			
	уметь – разработать и использовать базу данных и информационных технологий для решения научно-технических и технико-экономических задач по профилю деятельности; – подготовить исходные данные, провести технико-экономический анализ, обосновать и выбрать технико-экономические решения по созданию нормируемых параметров воздушной среды во всех помещениях.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть – методами и программными средствами расчета объекта проектирования, расчетное обеспечение проектной и рабочей документации, оформлением законченных проектных работ; – постановкой научно-технической задачи, выбором методических способов и средств ее решения, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций; – методикой оценки технического состояния инженерного оборудования по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды в рабочей зоне помещений.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по

двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	знать – новейшие достижения знаний в области гидравлики и аэродинамики вентиляционных систем и оборудования; – цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественную и зарубежную информацию по этим исследованиям и разработкам ; – возможности математического аппарата при решении теоретических и прикладных задач по расчету систем обеспечения микроклимата; – современные математические и естественно-научные методы исследования, применяемые при расчете инженерных систем;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь – произвести технико-экономическое обоснование принятых проектных решений по системам инженерного оборудования зданий; – провести техническую экспертизу проектов систем инженерного оборудования зданий по обеспечению требуемых параметров воздушной среды.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть – составлением инструкций по эксплуатации оборудования по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды во всех	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	помещениях; – умением разрабатывать и использовать техническую документацию, а также отчетность по установленной форме.			
ПК-5	знать – компьютерную, вычислительную и графопостроительную технику; – методы автоматизации исследовательских работ.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь – разработать и использовать базу данных и информационных технологий для решения научно-технических и технико-экономических задач по профилю деятельности; – подготовить исходные данные, провести технико-экономический анализ, обосновать и выбрать технико-экономические решения по созданию нормируемых параметров воздушной среды во всех помещениях.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть – методами и программными средствами расчета объекта проектирования, расчетное обеспечение проектной и рабочей документации, оформлением законченных проектных работ; – постановкой научно-технической задачи, выбором методических способов и средств ее решения, подготовкой данных для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	– методикой оценки технического состояния инженерного оборудования по обеспечению нормируемых параметров воздушной среды в рабочей зоне помещений.			
--	--	--	--	--

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

1. Назвать силы, действующие на жидкость, которая вращается вместе с резервуаром

- а) сила тяжести;
- б) сила тяжести, сила давления;
- в) сила тяжести, центробежная сила инерции.

2. Указать размерность кинематического коэффициента вязкости

- а) $\text{м}^2/\text{с}$;
- Б) $\text{м}/\text{с}$;
- В) $\text{с}/\text{м}$;
- Г) $\text{м}/\text{с}^2$;
- д) $\text{м} \times \text{с}$.

3. Что называется избыточным (манометрическим) давлением

а) превышение абсолютного гидростатического давления в данной точке жидкости над атмосферным давлением;

б) превышение абсолютного гидростатического давления в данной точке жидкости над весовым давлением;

в) превышение абсолютного гидростатического давления над поверхностным гидростатическим давлением;

г) превышение абсолютного гидростатического давления над атмосферным давлением;

д) атмосферное давление.

4. Что называется напорной линией

а) линия, построенная по изометрическим высотам;

б) линия, построенная по пьезометрическим напорам;

в) линия, параллельная оси трубы;

г) линия, построенная по полным напорам;

д) линия, построенная параллельно горизонтальной плоскости.

5. Может ли пьезометрическая линия располагаться выше напорной линии

а) может, если труба горизонтальна;

б) не может;

в) может, если трубопровод идет вниз;

г) может, если трубопровод идет вверх;

д) может, если скорость равна нулю.

6. Для чего нужен вакуумметр
- а) для измерения разряжения;
 - б) для измерения давления;
 - в) для измерения расхода;
 - г) для измерения напора;
 - д) для измерения скорости.
7. Какие существуют режимы движения жидкости
- а) ламинарный, переходный, турбулентный;
 - б) ламинарный, турбулентный;
 - в) ламинарный, переходный;
 - г) переходный, турбулентный;
 - д) только турбулентный.
8. Указать критерий, характеризующий вынужденное движение жидкости
- а) Re ;
 - б) L ;
 - в) Q ;
 - г) H ;
 - д) P .
9. Какое движение жидкости называется равномерным
- а) движение, при котором скорости в соответствующих точках цилиндрического потока одинаковы в данный момент времени;
 - б) движение, при котором средняя скорость не изменяется по сечению;
 - в) движение, при котором поле скоростей неизменно во времени;
 - г) движение, при котором площадь живого сечения потока постоянна вдоль сечения;
 - д) движение, при котором скорость изменяется во времени.
10. Что измеряет трубка Пито
- а) скоростной напор;
 - б) пьезометрический напор;
 - в) сумму пьезометрической и скоростной высоты;
 - г) пьезометрическую высоту;
 - д) геометрическую высоту.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Что понимают под кратностью воздухообмена?
- а) Количество объёмов помещения подаваемых (или удаляемых) в помещение системами вентиляции в течении часа
 - б) Количество воздуха подаваемого (или удаляемого) в помещение на одного человека
 - в) Норма наружного («свежего») на одного человека
 - г) Количество воздуха подаваемое (или удаляемое) в помещение в час
2. Номер центробежного (радиального) вентилятора указывает на:
- а) Мощность электродвигателя (кВт)
 - б) Вид привода (на оси, через клиноремённую передачу, через эластичную муфту и т.п.)

- в) Максимальный напор, развиваемый в вентиляционной сети (кг/м²х10³)
- г) Диаметр рабочего колеса (дм)
3. Температура «точки росы» зависит:
- а) Только от относительной влажности воздуха
- б) От влагосодержания и температуры при этом насыщенного водяными парами воздуха
- в) Только от температуры воздуха
- г) От температуры воздуха и температуры охлаждённых поверхностей
4. Что называется воздухообменом?
- а) Процесс удаления воздуха из помещения
- б) Частичная или полная смена воздуха в помещении
- в) Процесс обработки и подачи наружного воздуха в помещение
- г) Процесс поступления наружного воздуха через неплотности в ограждающих конструкциях
5. Напорная характеристика вентилятора это зависимость?
- а) Мощности эл. двигателя от расхода воздуха
- б) Расхода воздуха от создаваемого давления
- в) К.п.д. эл. двигателя от создаваемого напора
- г) Напора от мощности эл. двигателя
6. Аэродинамический расчёт системы вентиляции выполняется с целью?
- а) Подбора вентиляционных решёток (тип, живое сечение и т.п.)
- б) Определения протяжённости вентиляционной сети
- в) Определения сечения участков вентиляционной сети и потерь давления
- г) Определения и подбора воздухонагревателя (калорифера)
7. Воздуховоды какой формы более экономичны?
- а) Прямоугольные
- б) Квадратные
- в) Круглые
- г) Эллипсовидные
8. Какой прибор служит для измерения скорости и расхода воздуха в вентиляционных сетях?
- а) Психрометр
- б) Тахометр
- в) Микроманометр (жидкостной или электронный) и трубка Пито
- г) Анеометр
9. Из чего складывается полный напор вентилятора?
- а) Из суммы статического давления на всасе и динамического давления на нагнетании
- б) Из суммы статического и динамического давлений на нагнетании
- в) Из суммы полного давления на всасе и нагнетании
- г) Из суммы полного давления на всасе и статического на нагнетании
10. Что показывает коэффициент местного сопротивления?
- а) Потери давления на местном сопротивлении

б) Долю динамического напора (давления), теряемого на местном сопротивлении

в) Долю статического напора теряемого на местном сопротивлении

г) Удельные потери давления на местном сопротивлении

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Чему равно динамическое давление при скорости входа воздуха в решетке системы вентиляции здания 0,69 м/с и температуре внутреннего воздуха помещения 18 °С:

а) 0,14 Па

б) 1 Па

в) 0,56 Па

г) 0,288 Па

2. Системы, предназначенные для удаления воздуха вместе со взвешенными в нем частицами пыли от вентиляционных укрытий мест пылеобразования порошковых и зернистых материалов, называются:

а) общеобменные

б) пневмотранспорта

в) аспирационные

г) аэрация

3. Воздухообмен по нормируемой кратности воздухообмена, K_p , 1/ч, для помещения объемом V_p , м³, определяется по формуле:

а) $L = V_p \times (1 - K_p)$

б) $L = 1,2 \times V_p \times K_p$

в) $L = V_p \times K_p^2$

г) $L = V_p \times K_p$

4. Ветровое давление на поверхности ограждения, Па, определяют из выражения:

а) $p_v = k \times \frac{v^2}{2}$

б) $p_v = (1 - k) \times \frac{v^2}{2}$

в) $p_v = k \times \frac{v^3}{2}$

г) $p_v = k \times \frac{v^2}{4}$

где k – аэродинамический коэффициент, показывающий, какая доля динамического давления ветра преобразуется в давление на данном участке ограждения или кровли.

5. Дефлекторы предназначены для:

а) предотвращение попадания атмосферных осадков в вентиляционные шахты

б) регулирование количества воздуха в шахтах

в) усиление тяги в вертикальных шахтах

6. Необходимый воздухообмен L_G , м³/ч, по газовым вредным выделениям определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \text{а) } L_G &= \frac{3,6G_{\text{в.в.}}}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}}} \\ \text{б) } L_G &= \frac{G_{\text{в.в.}}}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}}} \\ \text{в) } L_G &= \frac{G_{\text{в.в.}}}{3,6(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}})} \\ \text{г) } L_G &= \frac{G_{\text{в.в.}}}{C_{\text{ПДК}} + C_{\text{пр}}} \end{aligned}$$

где $G_{\text{в.в.}}$ – количество вредных газов и паров, выделяющихся в помещение, мг/ч; $C_{\text{ПДК}}$ – ПДК газов, мг/м³, $C_{\text{пр}}$ – концентрация газов в приточном воздухе, мг/м³.

7. Организованный естественный воздухообмен, осуществляемый в заранее заданных объемах и регулируемый в соответствии с параметрами внутреннего и наружного воздуха называется:

- а) рекуперация
- б) аэрация
- в) рециркуляция
- г) утилизация

8. Для удаления взрывоопасных смесей применяют вентиляторы:

- а) пылевые
- б) высокого давления в общепромышленных исполнениях
- в) из разнородных металлов
- г) крышные в общепромышленном исполнении

9. Аэрация промышленных зданий происходит за счёт:

- а) проветривания
- б) общеобменной механической вентиляции
- в) действия ветра и гравитационного давления
- г) работы воздушно-тепловой завесы и местной вытяжной вентиляции

10. Из производственного помещения удаление загрязненного воздуха пылью следует предусматривать системой вентиляции с:

- а) естественным побуждением
- б) механическим побуждением
- в) естественным и механическим побуждением
- г) естественным или механическим побуждением

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Физические свойства жидкостей.
2. Давление абсолютное, избыточное, гидростатическое, вакуум.
3. Виды движения жидкостей и газов.
4. Уравнение неразрывности.
5. Уравнение Д. Бернули.
6. Гидравлические сопротивления.
7. Коэффициенты местных сопротивлений и оборудования.
8. Гидравлический расчет трубопроводов.
9. Методы гидравлического расчета.

10. Насосы. Назначение и устройство.
11. Характеристика центробежного насоса, подбор насоса.
12. Воздействие ветра на здание.
13. Эпюры давления воздуха на ограждения здания.
14. Аэродинамические коэффициенты.
15. Построение циркуляционных зон при обтекании потоком зданий и определение границ низких источников загрязнения атмосферы.
16. Организация выброса загрязняющих веществ “Факельный выброс”.
17. Организация естественных воздухообменов в зданиях.
18. Не задуваемые фонари.
19. Меры против задувания ветра в створки фонаря.
20. Приточные струи. Свободные и полуограниченные. Стесненные струи.
21. Конвективные струи.
22. Движение воздуха вблизи всасывающих отверстий.
23. Точечный сток, линейный сток.
24. Движение воздуха вблизи отверстий с конечными размерами.
25. Организация воздухообмена в помещениях. Выбор схемы воздухораспределения.
26. Виды воздухораспределителей.
27. Расчет воздухораспределителей.
28. Аэродинамический расчет воздуховодов.
29. Определение потерь давления на трение и местные сопротивления.
30. Воздуховоды равномерной раздачи.
31. Воздуховоды равномерного всасывания.
32. Особенности конструирования и расчета аспирационных систем.
33. Системы пневмотранспорта.
34. Аэродинамический расчет систем пневмотранспорта.
35. Местная вытяжная вентиляция.
36. Классификация местных отсосов.
37. Типы местных отсосов.
38. Требования, предъявляемые к местным отсосам.
39. Активированные местные отсосы.
40. Местная приточная вентиляция.
41. Конструкции душирующих патрубков.
42. Расчет душирующих установок.
43. Назначение, устройство и расчет воздушных завес.
44. Вентиляция жилых зданий; основные схемы вентиляции жилых зданий.
45. Вентиляторы. Классификация вентиляторов. Назначение, устройство и принципы действия.
46. Присоединение вентилятора к сети.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач
Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении

промежуточной аттестации

Зачет 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 «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 17 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 17 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Свойства жидкости и газов	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
2	Аэродинамика здания	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
3	Аэродинамика системы вентиляции	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Воздухообмен в помещении	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
5	Аэродинамический расчет	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
6	Местные системы вентиляции	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
7	Воздушные завесы	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
8	Вентиляция жилых зданий.	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
9	Нагнетатели в системе вентиляции	ПК-3, ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту

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

Тестирование осуществляется 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 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 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 курсового проекта 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

1. **Аэродинамика вентиляции** [Текст] : учебное пособие / под ред. В. И. Полушкина. - Москва : Академия, 2013 (Тверь : ОАО "Твер. полиграф. комбинат", 2013). - 203, [1] с., [16] л. цв. ил. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. Строительство). - Библиогр.: с. 201-202 (17 назв.). - ISBN 978-5-7695-9772-5 : 328-19.

2. **Шумилов, Р. Н.** Проектирование систем вентиляции и отопления [Электронный ресурс] / Шумилов Р. Н., Толстова Ю. И., Бояршинова А. Н., - 2-е изд., испр. и доп. - : Лань, 2014. - 336 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1700-1.

URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52614

3. **Гримитлин, Александр Михайлович.** Воздушные завесы для зданий и технологических установок [Текст] : учебное пособие. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018. - 133 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-3276-9 : 690-00.

4. **Гримитлин, А. М.** Воздушные завесы для зданий и технологических установок [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гримитлин А. М., Стронгин А. С. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 136 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3276-9.

URL: <https://e.lanbook.com/book/110913>

5. **Тертичник, Е. И.** Расчеты вентиляционных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е. И. Тертичник. - Расчеты вентиляционных систем ; 2024-07-01. - Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. - 88 с. - Лицензия до 01.07.2024. - ISBN 978-5-7264-1816-2.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/75301.html>

6. **Караджи, Вячеслав Георгиевич.** Вентиляционное оборудование. Технические рекомендации для проектировщиков и монтажников [Текст] / Техн. б-ка НП "АВОК". - Москва : АВОК-ПРЕСС, 2010 (Чебоксары : ООО "Чебоксарская тип. № 1", 2010). - 431 с. : ил. + 3 электрон. опт. диска. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-98267-060-1 :

1217-70.

7. **Ромейко, М. Б.** Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением [Электронный ресурс] : Учебное пособие / М. Б. Ромейко, В. Б. Жильников. - Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением ; 2024-04-08. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. - 248 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 08.04.2024 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-9585-0680-4.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/83593.html>

8. **Сазонов, Эдуард Владимирович.** Вентиляция: теоретические основы расчета [Текст] : учебное пособие для вузов : рекомендовано Учебно-методическим отделом. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 206 с. : ил. - (Авторский учебник). - Библиогр.: с. 205-206 (30 назв.). - ISBN 978-5-534-00113-6 : 442-73.

9. Методические указания к дипломному проектированию по специальности 270109.65 «Теплогазоснабжение и вентиляция» / сост.: В. В. Зверев, Е. В. Мещерякова. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 33 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/22886.html>

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:

- **Лицензионное ПО:**

LibreOffice

- **Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

- **Информационная справочная система:**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

- Старая техническая литература

Адрес ресурса: http://retrolib.narod.ru/book_e1.html

- Stroitel.club. Сообщество строителей РФ

Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

- Стройпортал.ру

Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/>

- Строительный портал -социальная сеть для строителей. «Мы Строители»

Адрес ресурса: <http://stroitelnii-portal.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используется лабораторная база кафедры «Жилищно-коммунального хозяйства», а также специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном; учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием; компьютерный класс, с доступом в сеть «Интернет» и необходимым программным обеспечением; помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет"; библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в электронную информационно-образовательную среду.

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

По дисциплине «Аэродинамика и гидравлика вентиляционных систем и оборудования» 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 аэродинамического и гидравлического расчета систем промышленной вентиляции. 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; пометать 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	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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	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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	