Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 24.05.2024 14:17:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
15 февраля 2024 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вентиляция»

Направление подготовки
08.03.01 Строительство

Профиль
Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

Декан факультета, к.т.н. _____ / Лушин К.И. /
И.О. Фамилия

Доцент, к.т.н. _____ / Войтович Е.В. /
И.О. Фамилия

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство», к.т.н., доцент _____ / Пуляев И.С. /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 11
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 11
   - 4.2. Основная литература ... 12
   - 4.3. Дополнительная литература ... 12
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 12
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 12
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5. Материально-техническое обеспечение ... 13
6. Методические рекомендации ... 13
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 13
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 14
7. Фонд оценочных средств ... 14
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 14
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 15
   - 7.3. Оценочные средства ... 16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Вентиляция» следует отнести:

- формирование компетенций обучающегося в области проектирования, наладки и эксплуатации систем вентиляции гражданских зданий;

- подготовка обучающегося к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 08.03.01 Строительство, в том числе формирование навыков конструирования и расчета систем вентиляции, подбора основного технологического оборудования, а также закрепление приобретенных навыков в процессе выполнения курсового проекта.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Вентиляция» следует отнести:

- изучение нормативной базы в области проектирования систем вентиляции гражданских зданий;

- изучение особенностей организации воздухообмена в помещении;

- изучение принципов компоновки основного технологического оборудования систем вентиляции, методик его подбора;

- изучение принципов аэродинамического расчета систем вентиляции;

- закрепление знаний обучающегося и формирование навыков конструирования и расчета систем отопления путем выполнения курсового проекта «Вентиляция гражданского здания».

Обучение по дисциплине «Вентиляция» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1. Способен выполнять работы по проектированию объектов профессиональной деятельности (ОПД)	ИПК-1.1. Выбирает исходные данные для проектирования ОПД ИПК-1.2. Выбирает нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования ОПД ИПК-1.3. Выбирает аналоги и типовые технические (технологические) решения отдельных элементов и узлов ОПД и их адаптация в соответствии с техническим заданием ИПК-1.4. Выбирает компоновочные решения ОПД ИПК-1.5. Выбирает оборудование и арматуры ОПД ИПК-1.6. Готовит и оформляет графическую часть проектной и рабочей документации ОПД
ПК-2. Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ИПК-2.3. Расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха ИПК-2.6. Готовит текстовую часть проектной документации ОПД
ПК-3. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту ОПД	ИПК-3.1. Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих работу по эксплуатации, ремонту ОПД ИПК-3.2. Оценка соответствия ОПД требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности ИПК-3.5. Установление возможных причин отказов и аварийных ситуаций на ОПД

	ИПК-3.6. Выбор способов проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному обслуживанию ОПД
ПК-4. Способность организовывать работы по монтажу и наладке элементов и оборудования ОПД	ИПК-4.1. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов по строительству, монтажу и наладке ОПД ИПК-4.3. Контроль качества строительно-монтажных работ ОПД ИПК-4.4. Контроль качества пусконаладочных работ и испытаний ОПД ИПК-4.7. Контроль выполнения требований охраны труда при проведении строительно-монтажных и пусконаладочных работ, работ по ремонту ОПД

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина логически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

«Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»,
«Механика жидкости и газа»,
«Основы теплогазоснабжения и вентиляции»,
«Нагнетатели и тепловые двигатели»,
«Строительная теплофизика и микроклимат зданий»,
«Устройство и эксплуатация промышленных зданий»,
«Производственная практика (технологическая)»,
«Производственная практика (преддипломная)».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			6
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72
	В том числе:		
2.1	Выполнение курсового проекта	36	36
	Выполнение домашнего задания	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Экзамен**	Экзамен
	Курсовой проект/Курсовая работа		
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Особенности вентиляции гражданских зданий	24	6	4			14
2	Тема 2. Расчет воздухообмена в помещении	30	8	8			14
3	Тема 3. Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении	28	6	8			14
4	Тема 4. Очистка, нагрев вентиляционного воздуха и защита от шума	30	8	8			14
5	Тема 5. Основы аэродинамики вентиляционных систем	32	8	8			16
	Итого	**144**	**36**	**36**			**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Особенности вентиляции гражданских зданий

Вентиляции, причины необходимости её устройства, основные понятия. Основные виды вредных выделений в гражданских зданиях. Нормируемые параметры внутренней среды помещений гражданских зданий. Нормируемые параметры наружного воздуха для проектирования вентиляции гражданских зданий. Элементы вентиляционных систем и виды приточно – вытяжной вентиляции гражданских зданий. Подбор вентиляционного оборудования с учётом особенностей условий его эксплуатации. Поступления теплоты и влаги в воздух помещений гражданских зданий. Теплопотери в переходный период, поступления в помещения от людей и освещения теплоты и влаги. Поступления в помещения теплоты солнечной радиации.

Тема 2. Расчет воздухообмена в помещении

Схемы организации воздухообмена в помещениях гражданских зданий. Упрощенные способы определения расчётного общеобменного воздухообмена в помещениях гражданских зданий. Значимые вредности помещений гражданских зданий. Факторы, которые следует учитывать при составлении балансовых уравнений, назначении расчётных воздухообменов в помещениях и выборе производительности вентиляционных установок. Выбор параметров воздуха для балансового уравнения теплосодержаний и избыточных или недостаточных поступлений теплоты в помещение. Стратификационные явления в воздухе помещения. Определение температуры удаляемого воздуха. Балансовые уравнения общепринятых способов организации воздухообмена.

Тема 3. Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении

Приточные струи и спектры всасывания. Классификация приточных струй. Свободные изотермические и слабонеизотермические струи. Сильнонеизотермические струи или воздушные фонтаны. Естественные конвективные потоки над тепловыми источниками.

Спектры всасывания. Виды воздухораспределителей, применяемых для подачи притока в помещения гражданских зданий. Подбор воздухораспределителей. Сосредоточенная подача приточного воздуха в верхнюю зону помещения с большими скоростями.

Тема 4. Очистка, нагрев вентиляционного воздуха и защита от шума

Фильтры, классификация фильтров, классификация пыли по дисперсному составу. Конструкции фильтров для очистки приточного воздуха от пыли. Воздухонагреватели вентиляционных систем. Виды воздухонагревателей, их конструктивные особенности. Установка воздухонагревателей, регулирование теплоотдачи, защита от замерзания. Подбор воздухонагревателей для калориферной группы приточной камеры. Физические и физиологические параметры оценки звука, применяемые в нормативных документах. Нормируемые уровни звукового давления в помещениях различного назначения. Снижению уровня звукового давления в помещении от работающих вентиляционных систем, шумоглушители. Потери звукового давления воздушного шума на пути от вентилятора до расчётной точки. Потери звукового давления в тройниках крестовинах. Расчёт подавления шума вентиляционных установок, обслуживающих помещение. Защита воздуховодов и конструкций здания от вибрации вентиляционных установок.

Тема 5. Основы аэродинамики вентиляционных систем

Предпосылки конструирования вентиляционных систем. Вытяжные системы вентиляции с гравитационным побуждением. Элементы вытяжных и приточных систем вентиляции с механическим побуждением. Размещение приточных и вытяжных камер в гражданских зданиях. Предпосылки аэродинамических расчётов сетей вентиляционных воздуховодов и каналов. Способы расчёта потерь давления по удельной потере на трение и потерям в местных сопротивлениях. Определение коэффициентов местного сопротивления тройников на основе теории смешивания потоков. Виды давлений и их эпюры в воздуховодах, присоединённых к вентилятору. Эпюры распределения статического, динамического и полного давлений в приточном и вытяжном воздуховодах, присоединённых к вентилятору. Аэростатические давления и разности аэростатических давлений в условиях безветрия, воздействующие на вертикальные ограждения зданий с температурой воздуха превышающей температуру наружного воздуха. Давления на наружной поверхности ограждений, создаваемые набегающим на здание ветром. Определение аэродинамических коэффициентов здания. Эпюры аэростатических давлений и их разностей, воздействующих на ограждения, формируемых действием естественных сил. Задачи аэродинамического расчёта, рекомендуемые скорости воздуха в воздуховодах и вентиляционных каналах, расчётная разность аэростатических давлений для расчёта вытяжных систем с естественной тягой. Аэродинамический расчёт вытяжных вентиляционных систем с гравитационным побуждением. Прямая задача. О возможности применения матричных вычислений для аэродинамического расчёта вентиляционных систем. Аэродинамический расчёт систем с механическим побуждением, перемещающим воздух без примеси части твердого материала. О применении элементов матричного исчисления для выполнения аэродинамических расчётов сетей воздуховодов и вентиляционных каналов систем вентиляции гражданских зданий. Удельная вентиляционная характеристика здания.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Особенности вентиляции гражданских зданий

Определение общеобменного воздухообмена в зрительном зале кинотеатра.
Исходными данными являются: климатические данные района постройки;
расчётное количество зрителей;
расчётные теплоизбытки или недостатки тепла для трёх периодов года.

Предварительные пояснения перед проведением занятия:

а) В холодный (далее ХП) и переходный (далее ПП) периоды года обязательно устройство рециркуляции воздуха для снижения подачи наружного воздуха до санитарной нормы, что приводит к экономии потребляемой теплоты.

б) разность температур между температурой рабочей зоны и приточным воздухом должна быть максимальной, при условии, что она будет «размыта» до требуемой осевой температуры струи на входе в рабочую зону выбранным для помещения типом воздухораспределителя. Правильность выбора разности температур проверяется последующим подбором воздухораспределителя. Если по результатам этого расчёта разность температур окажется меньшей, общеобменный воздухообмен помещения должен быть пересчитан.

Последовательность расчёта:

В соответствии с нормами выбираются расчётные температуры наружного воздуха, рабочей зоны зрительного зала, вычисляются температура удаляемого воздуха и санитарная норма наружного воздуха. Расчёт начинается с холодного периода года.

Холодный период года. Предварительно сопоставляются теплоизбытки для ХП и ПП. Расчётной величиной для расчёта воздухообмена является большее значение. Дальнейший расчёт является построением для в I-d диаграмме процесса вентиляции помещения с частичной рецикуляцией холодного периода года (см. учебник, с.64). Этим расчётом определится необходимость или отсутствие необходимости предварительного подогрева наружного воздуха перед смешиванием с удаляемым из помещения воздухом.

Переходный период. Рассчитанный воздухообмен сохраняется и в ПП. Вычисляются: температура смеси удаляемого воздуха и наружного в объёме санитарной нормы и требуемая температура притока. Если температура смеси превысит температуру притока, увеличивают количество наружного воздуха, подаваемого в помещение.

Тёплый период года. Выбираются новые значения температуры воздуха в рабочей зоне. Приточная установка для холодного – переходного периодов года продолжает работать. Вычисляется количество теплоизбытков, удаляемых этой установкой, которое оказывается меньшим, нежели теплоизбытки тёплого периода года. Удаление разности теплоизбытков ТП и удаляемых вентиляцией для ХП – ПП производится так называемыми «летними», дополнительными приточной и вытяжной камерами, работающим только в жаркий период года. Приточная «летняя» камера калориферов не имеет. Вычисляется расход воздуха, удаляющий остаточное количество теплоизбытков. Он является расчётным и для приточной, и для вытяжной «летних» камер.

Тема 2. Расчет воздухообмена в помещении

Определение расчетного значения теплоизбытков на основании помещения тренажерного зала.

Исходными данными являются: климатические данные района постройки.

Воздухообмен по избыткам тепла и влаги. Расчет воздухообмена по нормам кратности.

Тема 3. Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении

Подбор воздухораспределителя для подачи притока настилающейся на потолок струёй.

Исходными данными являются: назначение помещения, температура рабочей зоны, объёмное количество подаваемого воздуха, геометрические размеры помещения (a, b, h).

Предварительные пояснения перед проведением занятия:

а) Расчёт предполагает безотрывное течение настилающейся струи на потолок до столкновения с противоположной стеной, поэтому предпочтительное направление приточной струи – поперёк помещения.

б) Быстрее затухают струи, сформированные воздухораспределителями (приточными насадками, насадками) малых типоразмеров.

Последовательность расчёта:

а) для расчёта выбирается несколько видов воздухораспределителей минимальных типоразмеров, пригодных для формирования компактных или неполных веерных струй;

б) вычисляется предельно – допустимая осевая скорость на входе струи в рабочую зону;

в) вычисляется величина геометрической характеристики струи (далее ГХС), обеспечивающая безотрывное течение настилающейся струи до противоположной стены;

г) по величине расчётного значения геометрической характеристики струи вычисляются скорости выпуска воздуха из приточных насадков (далее ПН);

д) по скорости притока, аэродинамическим и прочим характеристикам ПН вычисляются осевые скорости на входе струи в рабочую зону (РЗ); ПН, у которых осевая скорость превышает предельно - допустимую, из дальнейшего расчёта исключаются;

е). определяется количество воздуха, подаваемого каждым из ПН в помещение;

ж) определяется количество ПН для подачи расчётного притока в помещение; полученное нецелое число округляется в большую сторону;

з) вычисляются фактическая подача, скорость выпуска воздуха, геометрическая характеристика, протяжённость безотрывного течения настилающейся струи каждого ПН; при длине безотрывного течения струи меньшей (b – 1 метр) ПН из расчёта исключается:

и) вычисляются размеры части помещения (ячейки), обслуживаемые одной струёй;

к) проверяется равномерность распределения параметров воздуха в рабочей зоне;

л) проверяется соответствие размеров ячеек требуемым соотношениям.

К установке принимается тип ПН, удовлетворяющий всем перечисленным выше требованиям при наименьшем количестве, подлежащем к установке.

Тема 4. Очистка, нагрев вентиляционного воздуха и защита от шума

Воздухоподогреватели, теплоносители, конструкции, компоновки калориферных групп, защита от замерзания. Подбор калориферов. Подбор калорифера при теплоносителе «вода».

Исходными данными являются: объёмное количество подаваемого воздуха, начальная и конечная температуры приточного воздуха, параметры теплоносителя.

Предварительные пояснения перед проведением занятия. Обучающихся информируют о существовании воздухоподогревателей, подбор которых выполняется по другой методике. Придётся выполнить несколько расчётов, прежде чем удастся подобрать типоразмер калорифера, обеспечивающий требуемый запас площади нагрева.

Последовательность расчёта.

Вычисляются:

а) количество теплоты, необходимое для подогрева заданного количества воздуха;

б) требуемая площадь фронтального сечения калориферной группы;

Предварительно принимается к установке один или несколько («М» калориферов) калориферов по фронту в один ряд, суммарная площадь фронтальных сечений которых равна или близка расчётному значению; окончательно в калориферной группе может быть «N» рядов;

г) фактическая массовая скорость воздуха в фронтальном сечении рассчитываемой калориферной группы;

Выполняется обвязка калориферов трубопроводами, которая позволяет определить площадь живого сечения трубок, по которым движется теплоноситель.

е) расход теплоносителя для подогрева воздуха;

ж) скорость теплоносителя в трубках калорифера;

з) коэффициент теплопередачи калорифера;

и) требуемая площадь нагрева.

к) требуемое количество калориферов.

Количество калориферов должно быть равным MxN для обеспечения постоянства аэродинамического сопротивления по фронту калориферной группы.

л) запас поверхности нагрева калориферной группы.

Тема 5. Основы аэродинамики вентиляционных систем

Подбор шумоглушителей приточной и вытяжной систем, обслуживающих одно помещение

Исходными данными являются: назначение помещения, его геометрические размеры, план с нанесенными постоянными рабочими местами, приточными и вытяжными устройствами.

Предварительные пояснения перед проведением занятия. В помещениях, вентилируемых приточными и вытяжными системами, как минимум, присутствуют одно приточное и одно вытяжное устройство, каждое из которых является источником вентиляционного шума в помещении. В каждой точке рабочей зоны уровень звукового давления является суммой звуковых давлений, поступающих от приточных и вытяжных устройств.

Последовательность расчёта:

а) на плане выбирается расчётная точка, поддержание в которой нормативной величины уровня звукового давления обеспечит нормативный или ниже нормативного уровня звукового давления во всей рабочей зоне;

б) расчётная точка характеризуется координатами: расстояниями от стен и пола помещения.

в) расчётная точка принимается в качестве нуля системы координат, характеризующей положение источников шума;

в) определяются кратчайшие расстояния от расчётной точки до центров источников шума;

г) выполняется аэродинамический расчёт шумоглушителя приточной системы с целью определения уровня звукового давления в плоскости приточной решётки:

1. выбирается расчётное направление от вентилятора до ближайшей к нему решётки;
2. определяется по каталогам или иным справочным пособиям уровни звукового давления в плоскости выхлопного отверстия вентилятора по среднегеометрическим частотам октавной полосы;
3. по нормам выбираются нормируемые уровни звукового давления в рабочей точке помещения;
4. определяются потери уровня звукового давления при движении воздуха по сети воздуховодов в пределах расчётного направления;
5. вычисляются по среднегеометрическим частотам величины звукового давления, которые должны быть погашены шумоглушителем;
6. вычисляются длина глушителя и его прочие геометрические характеристики, уровень звукового давления на выходе из воздухораспределителя.

д) аналогично рассчитывается шумоглушитель и для вытяжной вентиляционной системы;

е) производится сложения уровней звукового давления от обоих источников с учётом расстояний до расчётной точки и коэффициента направленности источника.

ж) выполняется сопоставление фактического уровня звукового давления в расчётной точке и нормативного значения по среднегеометрическим частотам октавной полосы.

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Тематика курсовых проектов: «Вентиляция гражданского здания».

Состав типового задания на выполнение курсовых проектов:

В качестве исходных данных обучающемуся выдаются планы гражданского здания.

Курсовой проект состоит из расчетной части на 30-40 страницах и графической части. Графическая часть выполняется на общих чертежах комплексного проекта, а также включает необходимые дополнительные чертежи.

Расчетная часть:

1. Ознакомление с заданием, выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха для теплого и холодного периодов года для вентиляции;
2. Расчет поступлений теплоты и влаги в помещение. Одно помещение большого объема для вентиляции. Составление таблицы баланса теплоты и влаги;
3. Решение принципиальной схемы воздухораспределения в заданном помещении, определение воздухообмена, расчет воздухораспределения в помещении;
4. Выбор принципиальной схемы обработки воздуха и построение на i - d диаграмме процессов вентиляции для теплого, переходного и холодного периодов года;
5. Определение воздухообмена по нормам;
6. Выбор типоразмера приточной и вытяжной установок, расчет воздухонагревателей;
7. Аэродинамический расчет воздуховодов систем вентиляции. Подбор вентиляционного агрегата;
8. Акустический расчет системы вентиляции. Подбор шумоглушителя.

Графическая часть:

1. Планы здания с элементами системы вентиляции (воздухораспределители, воздуховоды), планы технических помещений подвала и технического этажа с установками систем вентиляции, воздуховодами, воздухозаборной шахтой и трубопроводами теплоснабжения в масштабе 1:100;
2. Схемы воздуховодов систем вентиляции в масштабе 1:100;
3. План и разрез помещения венткамер с приточными и вытяжными установками;
4. Схемы труб теплоснабжения, обвязки воздухонагревателей в масштабе 1:50.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» с Изменениями №1, №2;
2. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;
3. СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»;
4. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»;
5. СП 51.13330.2011 «Защита от шума»;
6. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования»;
7. СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий»;
8. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные»;
9. СП 56.13330.2011 «Производственные здания»;
10. ГОСТ Р 21.101-2020 «СПДС Основные требования к проектной и рабочей документации»;
11. ГОСТ 21.602-2016 «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования»;
12. ГОСТ 21.205-2016 «Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений»;
13. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

14. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;
15. ГОСТ 31937 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
16. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

4.2 Основная литература

1. Е. И. Тертичник Вентиляция: Учебник - М. : Изд-во АСВ, 2015. - 602 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Каменев, П. Н. Вентиляция [Текст] : учеб. для вузов / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во АСВ, 2011. - 631 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) в настоящее время находится в разработке.…

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/

7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого

учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В шестом семестре:

- контрольная работа; домашнее задание; выполнение курсового проекта и его защита; экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка. Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Вентиляция». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Вентиляция».

Шкала оценивания для экзамена:

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом может быть допущена незначительная ошибка, неточность, затруднение при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации

Форма промежуточной аттестации: курсовой проект.

При проведении промежуточной аттестации в форме защиты курсовых проектов используется шкала оценивания: «2» (неудовлетворительно), «3» (удовлетворительно), «4» (хорошо), «5» (отлично).

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: контрольная работа, домашнее задание.

Вопросы для подготовки к контрольной работе:

1. Вентиляция, определение. Понятие воздухообмена. Задачи вентиляции. Профессиональные заболевания. Принципиальные схемы приточно-вытяжных систем вентиляции, имеющих преимущественное применение.
2. Виды вредных выделений, определение потоков вредностей, поступающих в воздух помещений. Особенности определения воздухообмена при одно- и разнонаправленном действии вредных выделений на организм человека
3. Гигиенические характеристики микроклимата. Понятие вредных выделений. Предельно – допустимая концентрация вредных примесей в воздухе помещений: при выделении одного и нескольких вредных веществ. Классификация вредных веществ по степени опасности. Взрывоопасность газов и паров. Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПРП). ПДК вредных веществ в приземном слое воздуха. Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ).
4. Нормативные требования к вентиляционным системам. Расчётные параметры наружного воздуха воздушной среды помещения. Взрывопожароопасная категорийность помещений, воздействие на решение вентиляционных систем
5. Поступления теплоты в воздух помещения от людей, солнечной радиации, через не утеплённую и утеплённую стенку, стенку и открытое отверстие промышленной печи. Тепловой баланс помещения
6. Поступления теплоты в воздух помещения от электрической промышленной печи, от электрифицированного оборудования, силовых и сварочных трансформаторов, сварочных постов газовой сварки. Тепловой баланс помещения.
7. Вытяжные системы вентиляции с естественным побуждением. Вентиляционные каналы, сборные короба, вентиляционные панели. Трассировки каналов. Расчётное гравитационное давление.
8. Конструкции приточных и вытяжных камер. Конструкции воздухозаборов. Размещение приточных и вытяжных камер в гражданских и производственных зданиях. Производственные многоэтажные здания, особенности вентиляции этих зданий.
9. Воздуховоды стальные, разновидности, прямая и косая врезка ответвлений в магистраль. Стандартные размеры. Область применения перечисленных выше видов воздуховодов.
10. Понятия местного отсоса, область применения. Требования, классификация, разновидности местных отсосов. Особенности распространения вредных газообразных примесей в плоскопараллельном воздушном потоке воздуха.
11. Вытяжные шкафы, обычные и для локализации особо токсичных веществ. Витринные отсосы
12. Порядок составления балансовых уравнений расхода и теплосодержаний для определения параметров общеобменнго притока. Примеры расчёта и анализа полученных результатов для характерных случаев организации воздухообмена.

13. Приточные струи, классификация, структура компактной приточной струи, расчётные формулы, применяемые для подбора воздухораспределителей.

14. Воздухораспределители для подачи притока: непосредственно в рабочую зону, из верхней в рабочую зону вертикальными и наклонными струями, сосредоточенно и плоской струёй в верхнюю зону помещения. Конструкции, производительность по воздуху.

15. Рекомендуемые схемы организации вентиляционного воздухообмена в помещениях гражданских зданий.

16. Нормируемые параметры приточной струи на входе струи в рабочую зону. Расчёт подачи притока настилающимися на потолок струями.

17. Воздухораспределители производственных зданий, конструкции вытяжки. Организация и расчёт воздухообмена в помещениях гражданских зданий.

18. Виды давлений воздушного потока. Аэродинамика воздуховодов и каналов. Способы расчёта потерь давления.

19. Аэродинамический расчёт воздуховодов систем с гравитационным и механическим побуждением.

20. Воздухоподогреватели. Теплоносители. Конструкция, виды компоновок калориферов, обводной клапан, подвод теплоносителя.

21. Виды обвязок групп калориферов при теплоносителях «вода» и «пар». Подбор калориферов. Влияние вдов обвязки на величину коэффициента теплопередачи.

22. Классификация пыли по размерам частиц. Фильтры для очистки приточного воздуха от пыли, Классификация фильтров, характеристики их работы. Подбор фильтров.

23. Шум и звук, Характеристики: физические и физиологические. Нормирование шумов.

24. Шумоглушители, конструкции, область применения. Акустический расчёт вентиляционных систем.

Типовое домашнее задание:

В качестве исходных данных обучающемуся задается помещение (например, обеденный зал на 20 человек. Размеры помещения: ширина, м, длина, м, высота, м).

Необходимо:

1. Определить параметры микроклимата в обслуживаемой зоне помещения;
2. Определить расчетный период года для расчета воздухораспределения;
3. Определить допустимую скорость движения и температуру в струе приточного воздуха;
4. Определить тип воздухораспределения;
5. Найти расчетный расход воздуха в системе вентиляции.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в 6 семестре обучения в форме экзамена.

Так же по дисциплине предусмотрено проведение промежуточной аттестации обучающихся в форме защиты курсового проекта.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания.

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционные и практические занятия (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Перечень обязательных работ:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельная работа. Домашнее задание	Оформленный отчет о работе, предусмотренной рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы
Контрольная работа	Контрольные работы, выполненные на положительную оценку
Курсовой проект	Курсовой проект, оформленный в виде чертежей и пояснительной записки

Если не выполнен один или более видов учебной или самостоятельной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Перечень типовых примерных вопросов для защиты курсового проекта:

1. Какие нормативно-технические документы Вы использовали при проектировании систем вентиляции?
2. Размеры вертикальных каналов во внутренних стенах гражданских зданий, расстояние между каналами одной вентиляционной системы или систем одного назначения и каналами, принадлежащими приточной и вытяжной системам.
3. Размещений воздуховодов у вентиляционных систем с поэтажной разводкой.
4. Перечислите мероприятия по борьбе с вибрацией вентиляционных агрегатов.
5. Рекомендуемые места размещения вытяжных вентиляторных установок в гражданском здании.
6. Как выводится вытяжная шахта гравитационной вытяжной системы в атмосферу?
7. Конструкция пружинного виброизолятора.
8. Приведите доводы в пользу принятого решения запроектированной вентиляции.
9. Назовите элементы, исключающие передачу вибрации на сеть воздуховодов.
10. Что дает применение рециркуляции воздуха, одной и двух?

Вопросы для подготовки к экзамену

Тема 1. Особенности вентиляции гражданских зданий

1. Вентиляция, определение. Понятие воздухообмена. Задачи вентиляции. Принципиальные схемы приточно-вытяжных систем вентиляции, имеющих преимущественное применение.

2. Виды вредных выделений, определение потоков вредностей, поступающих в воздух помещений. Особенности определения воздухообмена при одно- и разнонаправленном действии вредных выделений на организм человека.

3. Гигиенические характеристики микроклимата. Понятие вредных выделений.

4. Предельно – допустимая концентрация вредных примесей в воздухе помещений: при выделении одного и нескольких вредных веществ. Классификация вредных веществ по степени опасности.

5. Взрывоопасность газов и паров. Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПРП). ПДК вредных веществ в приземном слое воздуха. Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ).

Нормативные требования к вентиляционным системам. Расчётные параметры наружного воздуха воздушной среды помещения. Взрывопожароопасная категорийность помещений, воздействие на решение вентиляционных систем.

Тема 2. Расчет воздухообмена в помещении

6. Что понимают под вредным выделением или вредностью?

7. Охарактеризуйте «значимое вредное выделение».

8. Перечислите виды значимых вредных выделений, характерные для помещений гражданских зданий:

9. Перечислите значимые вредные выделения в кухнях предприятий общественного питания:

10. Перечислите способы определения расчётного воздухообмена в помещениях гражданского здания:

11. Охарактеризуйте понятие «кратность воздухообмена»

12. Каким образом определяется требуемый воздухообмен в жилой комнате?

13. Каким способом определяется воздухообмен в кухне квартиры жилого дома?

14. Какие параметры наружного воздуха в качестве расчетных принимают при проектировании системы вентиляции с механическим побуждением гражданского здания?

15. Укажите нормируемые параметры внутренней среды помещения

16. Что такое явная, полная и скрытая теплота?

17. Формула для расчета воздухообмена по борьбе с теплоизбытками.

18. По какой причине высокая концентрация двуокиси углерода (углекислого газа) в воздухе может приводит к летальному исходу (смерти) человека?

19. Каким из упрощенных способов определяется расчётный воздухообмен в административном помещении?

Тема 3. Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении

20. Приточные струи, классификация, структура компактной приточной струи, расчётные формулы, применяемые для подбора воздухораспределителей.

21. Воздухораспределители для подачи притока: непосредственно в рабочую зону, из верхней в рабочую зону вертикальными и наклонными струями, сосредоточенно и плоской струёй в верхнюю зону помещения. Конструкции, производительность по воздуху.

22. Рекомендуемые схемы организации вентиляционного воздухообмена в помещениях гражданских и производственных зданий.

23. Нормируемые параметры приточной струи на входе струи в рабочую зону. Расчёт подачи притока настилающимися на потолок струями.

24. Воздухораспределители производственных зданий, конструкции вытяжки. Организация и расчёт воздухообмена в помещениях гражданских и производственных зданий.

25. Виды давлений воздушного потока. Аэродинамика воздуховодов и каналов. Способы расчёта потерь давления.

26. Аэродинамический расчёт воздуховодов систем с гравитационным и механическим побуждением.

Тема 4. Очистка, нагрев вентиляционного воздуха и защита от шума

27. Воздухоподогреватели. Теплоносители. Конструкция, виды компоновок калориферов, обводной клапан, подвод теплоносителя.

28. Виды обвязок групп калориферов при теплоносителях «вода» и «пар». Подбор калориферов. Влияние вдов обвязки на величину коэффициента теплопередачи.

29. Классификация пыли по размерам частиц. Фильтры для очистки приточного воздуха от пыли, Классификация фильтров, характеристики их работы. Подбор фильтров.

30. Пылеуловители, классификация. Разновидности, принципы работы, область применения пылеуловителей: гравитационного, инерционного, щелевого типов.

31. Пенные промыватели. Очистка вентиляционных выбросов от паров органических растворителей. Туманоуловители, конструкции.

32. Шум и звук, Характеристики: физические и физиологические. Нормирование шумов.

33. Шумоглушители, конструкции, область применения. Акустический расчёт вентиляционных систем.

Тема 5. Основы аэродинамики вентиляционных систем

34. Виды давлений воздушного потока.

35. Аэродинамика воздуховодов и каналов. Способы расчёта потерь давления.

36. Вытяжные системы вентиляции с естественным побуждением. Вентиляционные каналы, сборные короба, вентиляционные панели. Трассировки каналов. Расчётное гравитационное давление.

37. Конструкции приточных и вытяжных камер. Конструкции воздухозаборов. Размещение приточных и вытяжных камер в гражданских и производственных зданиях. Производственные многоэтажные здания, особенности вентиляции этих зданий.

38. Воздуховоды стальные, разновидности, прямая и косая врезка ответвлений в магистраль. Стандартные размеры. Область применения перечисленных выше видов воздуховодов.

39. Аэродинамический расчёт воздуховодов систем с гравитационным и механическим побуждением.