

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной теплоэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ВОЗДУХА**

Б1.В.09

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Промышленная теплоэнергетика

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ		Стр.
1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ		4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости		5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий		5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам		7
4.3 Лабораторные работы.....		9
4.4 Практические занятия.....		9
4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа		9
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		11
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....		12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....		12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		15
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....		15
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/практических работ.....		15
9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы		37
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		37
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		37
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....		38
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины		43
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе		44

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Формирование у обучающихся знаний, достаточных для проектирования и эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Задачи дисциплины

Подготовка обучающихся к самостоятельной деятельности по проектированию и эксплуатации эффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха жилых и промышленных зданий, что позволит снизить расходы углеродистого топлива, электроэнергии и обеспечить более комфортные условия для работы и проживания людей, что благоприятно скажется на их здоровье и производительности труда.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – состав и свойства воздушной среды; – физиологическое воздействие на человека окружающей среды; – приборы и методы измерения параметров микроклимата; – методы определения количества вредностей, поступающих в помещение различного назначения; – способы определения расчетных воздухообменов в вентилируемых помещениях; – построение процессов обработки воздуха; – основные принципы организации воздухообмена в помещениях различного назначения; – классификацию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять самостоятельно все расчеты, связанные с проектированием теплового и воздушного режима помещений и подготовкой приточного воздуха; – определять параметры микроклимата помещений; – выбирать тип системы для поддержания заданных параметров; – самостоятельно углублять свои знания и применять на практике достижения науки и техники в изучаемой области. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с нормативной документацией по отоплению, вентиляции и кондиционированию; – навыками расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

1	2	3
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теорию, основные правила и принцип действия, конструктивные особенности систем отопления, вентиляции и кондиционирования, увязку этих систем с архитектурно-строительной планировкой здания или сооружения; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять теплотехнические и гидравлические расчеты систем отопления и вентиляции, в том числе отопительных приборов, производить выбор насосов, вентиляторов, элеваторов; – производить выбор систем отопления и вентиляции в зависимости от характера и назначения сооружаемого здания; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками расчета тепловой мощности системы отопления, гидравлического расчета системы отопления, теплового расчета отопительных приборов, расчет системы вентиляции, подбора оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.09 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха относится к вариативной части.

Дисциплина Б1.В.09 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха базируется на знаниях, полученных при изучении Б1.Б.16 Теплообмен, Б1.Б.21 Гидрогазодинамика, Б1.В.ДВ.11.01 Нагнетатели и тепловые двигатели.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха представляет основу для изучения дисциплин: Б1.В.10.02 Системы теплоснабжения, Б1.В.10.01 Источники теплоснабжения, для Б2.В.04(П) Преддипломной практики и подготовки к Б3.Б.01 Государственной итоговой аттестации.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	180	68	34	17	17	76	КР	Экзамен
Заочная	4	-	180	16	6	6	4	155	КР	Экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	2	-	180	12	6	4	2	87	КР	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в ин- терактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распреде- ние по семест- рам, час
			5
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	16	68
Лекции (Лк)	34	8	34
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Лабораторные занятия (ЛБ)	17	8	17
Курсовая работа	+	-	+
Консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	76	-	76
Подготовка к практическим занятиям	19	-	19
Подготовка к лабораторным работам	19	-	19
Выполнение курсовой работы	19	-	19
Подготовка к экзамену в течение семестра	19	-	19
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	27
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	180	-	180
	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая само- стоятельную работу обучающихся и трудо-емкость; (час.)			
			учебные занятия			самосто- ятельная работа обучаю- щихся
			лек- ции	лабо- ра- тор- ные рабо- ты	практи- ческие занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тепловой и влажностный ре- жимы зданий	43	10	-	6	27
1.1.	Микроклимат помещения и си- стемы его обеспечения	10	1,5	-	1	6
1.2.	Расчетные климатические усло- вия для проектирования систем обеспечения микроклимата	10	1,5	-	1	6
1.3.	Тепловлажностный и воздуш- ный режим помещений	11	4	-	2	7

1	2	3	4	5	6	7
1.4.	Тепловой баланс помещений. Расчетная мощность систем отопления.	12	3	-	2	8
2.	Системы отопления	58	14	13	6	25
2.1.	Общие сведения об отоплении	6	2	-	-	4
2.2.	Элементы систем отопления	21	4	6	2	7
2.3.	Системы водяного отопления	24	5	7	4	8
2.4.	Системы парового, воздушного и панельно-лучистого отопления	7	3	-	-	6
3.	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	43	10	4	5	24
3.1.	Общие сведения о вентиляции	5	2	-	-	4
3.2.	Естественная вентиляции	9	2	-	-	6
3.3.	Механическая вентиляция	24	4	4	5	10
3.4.	Системы кондиционирования воздуха	5	2	-	-	4
	ИТОГО	144	34	17	17	76

- для заочной формы обучения:

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и тема дисциплины</i>	<i>Трудоемкость, (час.)</i>	<i>Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)</i>			
			<i>учебные занятия</i>			<i>самостоятельная работа обучающихся</i>
			<i>лекции</i>	<i>лабораторные работы</i>	<i>практические занятия</i>	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тепловой и влажностный режимы зданий	52	2	-	1	51
1.1.	Микроклимат помещения и системы его обеспечения	12	0,5	-	0,25	12
1.2.	Расчетные климатические условия для проектирования систем обеспечения микроклимата	12	0,5	-	0,25	12
1.3.	Тепловлажностный и воздушный режим помещений	14	0,5	-	0,25	13
1.4.	Тепловой баланс помещений. Расчетная мощность систем отопления.	14	0,5	-	0,25	14
2.	Системы отопления	67	2	4	2	56
2.1.	Общие сведения об отоплении	7	0,5	-	-	6
2.2.	Элементы систем отопления	25	0,5	2	1	20
2.3.	Системы водяного отопления	27	0,5	2	1	23
2.4.	Системы парового, воздушного и панельно-лучистого отопления	8	0,5	-	-	7
3.	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	52	2	2	1	48
3.1.	Общие сведения о вентиляции	5	0,5	-	-	4
3.2.	Естественная вентиляции	14	0,5	-	-	14
3.3.	Механическая вентиляция	28	0,5	2	1	26
3.4.	Системы кондиционирования воздуха	5	0,5	-	-	4
	ИТОГО	171	6	6	4	155

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоёмкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тепловой и влажностный режимы зданий	30	2	-	0,5	29
1.1.	Микроклимат помещения и системы его обеспечения	8	0,5	-	0,125	7
1.2.	Расчетные климатические условия для проектирования систем обеспечения микроклимата	8	0,5	-	0,125	7
1.3.	Тепловлажностный и воздушный режим помещений	8	0,5	-	0,125	7
1.4.	Тепловой баланс помещений. Расчетная мощность систем отопления.	9	0,5	-	0,125	8
2.	Системы отопления	39	2	3	1	29
2.1.	Общие сведения об отоплении	5	0,5	-	-	4
2.2.	Элементы систем отопления	9	0,5	1,5	0,5	7
2.3.	Системы водяного отопления	10	0,5	1,5	0,5	8
2.4.	Системы парового, воздушного и панельно-лучистого отопления	7	0,5	-	-	6
3.	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	30	2	1	0,5	29
3.1.	Общие сведения о вентиляции	2,5	0,5	-	-	2
3.2.	Естественная вентиляции	10	0,5	-	-	9
3.3.	Механическая вентиляция	15	0,5	1	0,5	15
3.4.	Системы кондиционирования воздуха	4,5	0,5	-	-	3
	ИТОГО	99	6	4	2	87

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Тепловой и влажностный режимы зданий		

1	2	3	4
1.1.	Микроклимат помещения и системы его обеспечения	Понятие микроклимата. Теплообмен человека и условия комфортности. Нормативные требования к микроклимату. Системы инженерного оборудования зданий для обеспечения заданного микроклимата помещений.	-
1.2.	Расчетные климатические условия для проектирования систем обеспечения микроклимата	Зимние и летние расчетные климатические условия для проектирования систем обеспечения микроклимата	-
1.3	Тепловлажностный и воздушный режим помещений	Теплозащитные свойства ограждений и их влияние на тепловой режим помещения. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и влажностный режим помещений. Влажность воздуха и ее влияние на воздушно-тепловой режим помещений.	-
1.4	Тепловой баланс помещений. Расчетная мощность систем отопления.	Расчетная мощность систем отопления. Теплотери через ограждающие конструкции: основные и добавочные. Теплотери на нагрев инфильтрующегося воздуха и поступающих в помещение холодных материалов и транспорта. Теплопоступления в помещения.	Лекция с текущим контролем (4 часа)
2.	Системы отопления		
2.1.	Общие сведения об отоплении	Классификация систем отопления. Теплоносители. Область применения.	-
2.2.	Элементы систем отопления	Тепловые пункты и их оборудование. Отопительные приборы. Теплопроводы систем отопления.	-
2.3.	Системы водяного отопления	Устройство, принцип действия и классификация систем водяного отопления. Циркуляционное давление в системах водяного отопления. Схемы систем насосного водяного отопления. Гидравлический расчет систем отопления.	Лекция с текущим контролем (2 часа)
2.4.	Системы парового, воздушного и панельно-лучистого отопления	Паровое отопление. Воздушное отопление. Панельно-лучистое отопление.	-
3.	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха		
3.1	Общие сведения о вентиляции	Гигиенические основы вентиляции. Воздухообмен и выбор расчетного воздухообмена. Классификация систем вентиляции.	-
3.2	Естественная вентиляции	Канальная система естественной вентиляции. Расчет естественного давления и расчет воздухопроводов. Аэрация зданий. Дефлекторы.	-
3.3	Механическая вентиляция	Приточные и вытяжные системы механической общеобменной вентиляции. Вентиляторы. Калориферы. Очистка наружного воздуха. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Местная вентиляция.	Лекция с текущим контролем (2 часа)
3.4	Системы кондиционирования воздуха	Сущность кондиционирования и классификация систем кондиционирования. Центральные многозональные системы кондиционирования. Местные кондиционеры. Осушение воздуха. Холодоснабжение систем кондиционирования воздуха	-

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4	5
1	2.	Экспериментальное определение номинальной мощности отопительного прибора	3	Работа в малых группах (1 час)
2	2.	Исследование качественного и количественного методов регулирования мощности отопительного прибора.	4	Работа в малых группах (2 часа)
3	2.	Исследование работы отопительных приборов при параллельной и последовательной схемах подключения	4	Работа в малых группах (2 часа)
4	2.	Определение коэффициентов затекания в однетрубной системе отопления с перемычками	3	Работа в малых группах (2 часа)
5	3.	Исследование характеристик воздухопроводов системы вентиляции	3	Работа в малых группах (1 час)
ИТОГО			17	8

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раз- дела дисци- плины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Определение температурных условий в отапливаемых помещениях и защитных свойств ограждения	2	-
2	1.	Составление тепловых балансов для помещения. Определение основных и добавочных тепловых потерь помещения	4	-
3	2.	Конструирование систем водяного отопления. Гидравлический расчет СВО.	4	-
4	2.	Тепловой расчет отопительных приборов	3	-
5	3.	Выбор и разработка схемы вентиляции помещения в аксонометрии. Аэродинамический расчет.	2	-
6	3.	Расчет и выбор калорифера и вентилятора	2	-
ИТОГО			17	-

4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа

Цель: приобретение навыков проектирования отопительно-вентиляционных систем.

Структура:

Пояснительная записка должна содержать:

Введение

1. Исходные данные для проектирования;
2. Теплотехнический расчет наружных ограждений;

3. Расчет тепловой мощности систем отопления;
4. Гидравлический расчет системы отопления;
5. Выбор и расчет отопительных приборов;
6. Выбор и расчет системы вентиляции

Заключение

Список использованных источников.

Графическая часть должна содержать:

1. План первого этажа (М 1: 100)
2. Аксонометрическую схему системы отопления.
3. Аксонометрическую схему системы вентиляции.
4. Схему теплового пункта. Условные обозначения.
5. Схему приточно-вентиляционной камеры. Условные обозначения.

Основная тематика: Проектирование систем отопления и вентиляции промышленного здания

Рекомендуемый объем: Курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки, содержащей пояснения, расчёты, графические построения, объёмом 30-40 страниц и графической частью работы, выполняемая на одном листе (формат А1).

Выдача задания, прием и защита курсовой работы проводится в соответствии с календарным учебным планом.

Оценка	Критерии
отлично	Курсовая работа сдана в срок согласно графику контрольных мероприятий. Полное освоение и понимание обучающихся методик, использованных при выполнении курсовой работы. При защите курсовой работы обучающийся ответил на все вопросы преподавателя.
хорошо	Курсовая работа сдана в срок (или с опозданием на неделю) согласно графику контрольных мероприятий. Полное освоение и понимание обучающихся методик, использованных при выполнении курсовой работы. При защите курсовой работы обучающийся ответил на большинство вопросов преподавателя.
удовлетворительно	Курсовая работа не сдана в срок согласно графику контрольных мероприятий. Частичное освоение и понимание обучающихся методик, использованных при выполнении курсовой работы. При защите курсовой работы обучающийся ответил на большинство вопросов преподавателя.
неудовлетворительно	Курсовая работа не сдана в срок согласно графику контрольных мероприятий. Обучающимся не освоены методики, использованных при выполнении курсовой работы. В случае допуска обучающегося к защите курсовой работы, обучающийся не ответил ни на один вопрос преподавателя.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Компетенции</i> <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>1</i>	<i>10</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Тепловой и влажностный режимы зданий	43	+	+	2	21,5	ЛК, ПЗ, СРС	курсовая работа, экзамен
2. Системы отопления	58	+	+	2	29	ЛК, ПЗ, ЛБ, СРС	курсовая работа, экзамен
3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	43	+	+	2	21,5	ЛК, ПЗ, ЛБ, СРС	курсовая работа, экзамен
<i>всего часов</i>	144	72	72	2	72		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Беляев, И. Г. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: программа, задания и методические указания / И. Г. Беляев, Е. В. Тартыкова. - Братск: БрГУ, 2006. - 20 с.
2. Семенов, С. А. Автономная система отопления : методические указания к выполнению лабораторных работ / С. А. Семенов, С. В. Латушкина. - Братск: БрГУ, 2012. - 28 с.
3. Федяев, А. А. Исследование характеристик элементов технологических энергосистем: лабораторный практикум / А. А. Федяев, В. Н. Федяева, Н. Н. Михолап. - Братск: БрГУ, 2014. - 44 с.
4. Шумилов, Р. Н. Проектирование систем вентиляции и отопления [Текст] : учебное пособие / Р. Н. Шумилов, Ю. И. Толстова, А. Н. Бояршинова. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 336 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Свистунов, В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства: учебник / В.М. Свистунов, Н.К. Пушняков. - 4-е изд. - Санкт-Петербург: Политехника, 2012. - 431 с.: схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7325-0941-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129567	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
2.	Вислогузов, А.Н. Особенности современного проектирования систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха общественных, многоэтажных и высотных зданий: учебное пособие / А.Н. Вислогузов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 172 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459322	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
3.	Вентиляция промышленных зданий и сооружений: учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Кафедра теплогазоснабжения, Кафедра отопления и вентиляции и др. - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2011. - 179 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427461	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1

1	2	3	4	5
4.	Чекалина, Т.В. Энергоснабжение промышленных предприятий: учебное пособие / Т.В. Чекалина. - Новосибирск: НГТУ, 2011. - 136 с. - ISBN 978-5-7782-1562-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228939	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
5.	Семенов, Ю.В. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями / Ю.В. Семенов. - Москва: Техносфера, 2014. - 272 с. : ил., схем., табл. - (Библиотека климатехника). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-94836-386-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273792	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
6.	Отопление: учебник / В. И. Полушкин, С. М. Анисимов [и др.]. - Москва: Академия, 2010. - 256 с. - (Высшее профессиональное образование. Строительство).	Лк, ЛР, ПЗ	15	0,5
7.	Кувшинов, Ю. Я. Основы обеспечения микроклимата зданий: учебник / Ю. Я. Кувшинов, О. Д. Самарин. - Москва: АСВ, 2012. - 200 с.	Лк, ЛР, ПЗ	15	0,5
8.	Вентиляция : учеб. пособие для вузов / В. И. Полушкин, С. М. Анисимов [et al.]. - Москва: Академия, 2008. - 416 с. - (Высшее профессиональное образование).	Лк, ЛР, ПЗ	60	1
Дополнительная литература				
9.	Зеликов, В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. Тепловой и воздушный баланс зданий / В.В. Зеликов. - Москва: Инфра-Инженерия, 2011. - 624 с. - ISBN 978-5-9729-0037-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=14479 .	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
10.	Беккер, А. Системы вентиляции / А. Беккер ; пер. Л.Н. Казанцева. - Москва: РИЦ "Техносфера", 2007. - 252 с. - ISBN 978-5-94836-147-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88984	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
11.	Ямлеева, Э.У. Кондиционирование воздуха и холодно-снабжение: учебно-практическое пособие / Э.У. Ямлеева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ульяновский государственный технический университет, Институт дистанционного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2010. - 143 с. : ил., табл., схем. - Библи. в кн. - ISBN 978-5-9795-0697-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363093	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
12.	Обеспечение параметров микроклимата в помещениях зданий : методические указания / Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ), Факультет инженерно-экологических систем и сооружений, Кафедра теплогазоснабжения и др. - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. - 44 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 40. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427468	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
13.	Сканави, А. Н. Отопление: учебник для вузов / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. - Москва: АСВ, 2002. - 576 с.	Лк, ЛР, ПЗ	15	0,5

1	2	3	4	5
14.	Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий: учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. - Москва: АСВ, 2001. - 368 с.	Лк, ЛР, ПЗ	37	1
15.	Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений: учебник / Е. Н. Бухаркин, К. С. Орлов, О. Р. Самусь и др.; Под ред. Ю. П. Соснина. - 3-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2009. - 415 с.	Лк, ЛР, ПЗ	10	0,5
16.	Инженерное оборудование высотных зданий: учебное пособие / Под ред. М. М. Бродач. - Москва: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 320 с.	Лк, ЛР, ПЗ	30	1
17.	Аверкин, А. Г. Примеры и задачи по курсу "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение": учебное пособие / А.Г.Аверкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: АСВ, 2007. - 126 с.	ЛР, ПЗ	50	1
18.	Ливчак, И. Ф. Вентиляция многоэтажных жилых зданий : учебное пособие / И. Ф. Ливчак, А. Л. Наумов. - Москва : АВОК-ПРЕСС, 2005. - 136 с.	Лк, ЛР, ПЗ	10	0,5
19.	Еремкин, А. И. Отопление и вентиляция жилого здания : учебное пособие для вузов / А.И. Еремкин, Т.И. Королева, Н.А. Орлова. - Москва: АСВ, 2003. - 129 с.	Лк, ЛР, ПЗ	30	1
20.	Беляев, И. Г. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : программа, задания и методические указания / И. Г. Беляев, Е. В. Тартыкова. - Братск : БрГУ, 2006. - 20 с.	Лк, ЛР, ПЗ	47	1
21.	Семенов, С. А. Автономная система отопления: методические указания к выполнению лабораторных работ / С. А. Семенов, С. В. Латушкина. - Братск : БрГУ, 2012. - 28 с.	ЛР, ПЗ	94	1
22.	Федяев, А. А. Исследование характеристик элементов технологических энергосистем : лабораторный практикум / А. А. Федяев, В. Н. Федяева, Н. Н. Михолап. - Братск: БрГУ, 2014. - 44 с.	ЛР, ПЗ	28	1
23.	Тихомиров, К. В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учебное пособие / К. В. Тихомиров, Э. С. Сергеевко. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1991. - 479 с. - (Учебники для вузов).	Лк, ЛР, ПЗ	152	1
24.	Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебник для вузов / Под ред. В.М. Гусева. - Ленинград : Стройиздат, 1981. - 343 с. : ил.	Лк, ЛР, ПЗ	101	1
25.	СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий: приняты и введены в действие с 01.10.03г. Взамен СНиП II-3-79* / Госстрой России. - Москва: ГУП ЦПП, 2004. - 26 с	Лк, ЛР, ПЗ	25	1
26.	СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование: приняты и введены в действие с 01.01.2004г. постановлением Госстроя России от 26.06.2003г. №115. Взамен СНиП 2.04.05-91 / Госстрой России. - Москва : ГУП ЦПП, 2004. - 54 с.	Лк, ЛР, ПЗ	25	1
27.	Голубков, Б. Н. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция: учебник для вузов / Б. Н. Голубков, Б. И. Пятачков, Т. М. Романова. - Москва : Энергоиздат, 1982. - 231 с.	Лк, ЛР, ПЗ	40	1
28.	Голубков, Б. Н. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления : учебное пособие для вузов / Б. Н. Голубков, Т. М. Романова, В. А. Гусев. - Москва: Энергоатомиздат, 1988. - 188 с.: ил.	Лк, ЛР, ПЗ	48	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/практических работ

Лабораторная работа №1 Экспериментальное определение номинальной мощности отопительного прибора

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (1 час).

Цель работы:

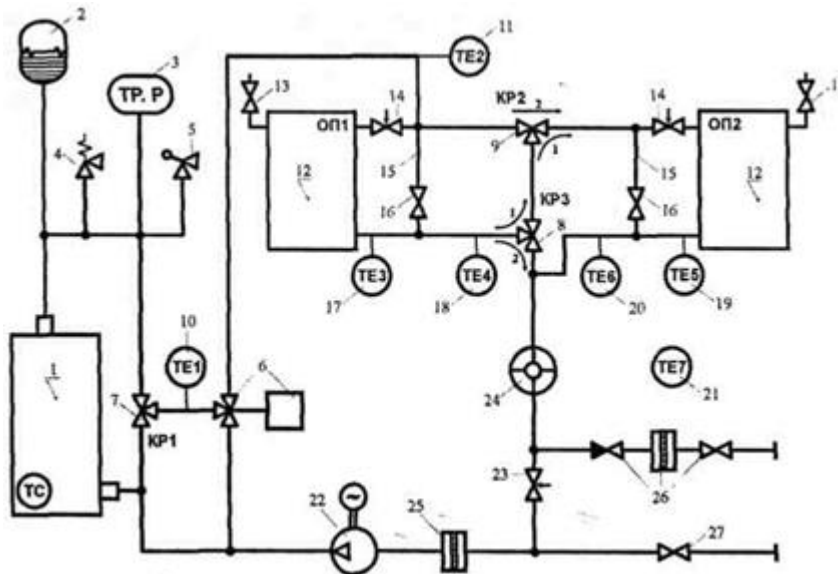
- 1) знакомство с методами выполнения теплотехнического эксперимента;
- 2) знакомство и приобретение практических навыков теплотехнических измерений, составления уравнений теплового баланса по результатам измерений.

Задание:

- 1) включить Автоматизированный стенд-тренажёр «Автономная система отопления»;
- 2) подключить необходимую конфигурацию схемы;
- 3) на основании экспериментальных данных составить уравнение теплового баланса отопительного прибора.

Порядок выполнения:

Схема опытной установки приведена на рис. 1.



- теплогенератор с устройством регулирования температуры; 2 - расширительный бак; 3 - манометрический термометр и манометр для измерения температуры теплоносителя на выходе теплогенератора и давления в системе; 4 - предохранительный клапан; 5 - автоматический паровоздушный клапан поплавкового типа для удаления воздуха из системы; 6 - автоматический регулятор температуры теплоносителя на входе отопительных приборов смешительного типа с электроприводом; 7 - трехходовой смешительный кран КР1 для ручной установки температуры теплоносителя на входе автоматического регулятора; 8 - трехходовой переключающий кран КР3, устанавливающий отопительный прибор ОП1 в схему последовательного (положение 2) или одиночного (положение 1) подключения; 9 - трехходовой переключающий кран КР2, устанавливающий отопительный прибор ОП2 в схему последовательного (положение 1) или одиночного (положение 2) подключения; 10 - датчик температуры ТЕ1 теплоносителя на входе автоматического регулятора 6; 11 - датчик температуры ТЕ2 теплоносителя на выходе автоматического регулятора 6 и на входе отопительного прибора ОП1; 12 - отопительные приборы ОП1 и ОП2; 13 - краны «Маевского» для удаления воздуха из отопительных приборов; 14 - регуляторы расхода отопительных приборов ОП1 и ОП2; 15 - шунтирующие переключатели отопительных приборов ОП1 и ОП2; 16 - отключающие краны переключателей отопительных приборов ОП1 и ОП2; 17 - датчик температуры ТЕ3 теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП1; 18 - датчик температуры ТЕ4 смеси рабочего и шунтирующего потоков теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП1; 19 - датчик температуры ТЕ5 теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП2; 20 - датчик температуры ТЕ6 смеси рабочего и шунтирующего потоков теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП2; 21 - датчик температуры ТЕ7 окружающего воздуха; 22 - циркуляционный насос; 23 - регулятор общего расхода теплоносителя; 24 - счетчик расходомер общего расхода теплоносителя; 25 - фильтр; 26 - узел заполнения системы (заправочный вентиль, обратный клапан, фильтр); 27 - сливной кран со шлангом; 28 - датчик температуры ТЕ8 на выходе теплогенератора; 29 - датчик температуры ТЕ9 на выходе автоматического регулятора температуры 6 теплоносителя в контуре отопительных приборов.

Рис. 1. Гидравлическая схема автономной системы отопления:

Исходная для проведения опытов конфигурация схемы задается положением трехходовых кранов КР2 и КР3. Кран КР2 должен находиться в положении 2, кран КР3 - в положении 1. При этих положениях кранов к контуру циркуляции подключен один отопительный прибор ОП1.

Измерения параметров выполняются в условиях стационарного режима. Стационарный режим фиксируется по постоянству значений величин расхода и температур. Достижение стационарного режима происходит при установлении равенства мощностей теплогенератора и отопительного прибора. Поэтому опыты следует проводить, начиная с небольших температур на входе в систему. Температура на входе в систему формируется автоматическим регулятором температуры в соответствии с заданным по программе эксперимента значением $t_{зад}$.

Начальную температуру серии экспериментов следует установить на $(20 \div 25)^\circ\text{C}$ выше внутренней температуры в помещении. Шаг изменения температуры в опытах рекомендуется принять в интервале $15 \div 20^\circ\text{C}$.

Серия опытов заканчивается при достижении температуры на входе в отопительный прибор равной номинальному значению для данного вида отопительных приборов. Для выявления зависимости мощности от расхода теплоносителя в каждой серии следует варьировать расход теплоносителя на двух-трех уровнях. Результаты измерений занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Результаты измерений

№	G_{np} , г/с	$t_{1вх} - t_{1вых}$, $^\circ\text{C}$	Q_1 , Вт	$t_{2вх} - t_{2вых}$, $^\circ\text{C}$	Q_2 , Вт	$t_{3вх} - t_{3вых}$, $^\circ\text{C}$	Q_3 , Вт
1	0,3						
2	0,7						
3	1,0						

Проанализируйте результаты зависимости мощности отопительного прибора от расхода и температурного режима.

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. графики;
8. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1,2,4,6,7]

Дополнительная литература: [9-28]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Чем определяется тепловая мощность отопительного прибора?
2. Можно ли утверждать, что увеличение расхода теплоносителя всегда приводит к увеличению тепловой мощности отопительного прибора?
3. Какие способы регулирования мощности существуют в отопительных системах?

Лабораторная работа №2 Исследование качественного и количественного методов регулирования мощности отопительного прибора.

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

Ознакомление обучающихся с качественным и количественным методами регулирования мощности отопительных приборов.

Задание:

- 1) включить Автоматизированный стенд-тренажёр «Автономная система отопления»;
- 2) подключить необходимую конфигурацию схемы;
- 3) исследовать качественный и количественный методы регулирования мощности отопительного прибора.

Порядок выполнения:

1) исследование качественного метода регулирования мощности отопительного прибора

Опыты по измерению мощности отопительного прибора заключаются в установлении и поддержании постоянным определенного расхода теплоносителя и в варьировании температурой теплоносителя на входе в отопительный прибор. Все измерения должны выполняться в условиях стационарности, т.е. в условиях постоянства всех режимных параметров.

Для выполнения опыта в контур циркуляции включается один отопительный прибор ОП1 (см. рис 1). Кран КР2 должен находиться в положении 2, а КР3 должен находиться в положении 1. Краны на перемычках 16 должны быть перекрыты.

Результаты измерений заносятся в таблицу 1.2.

Таблица 1.2.

<i>Результаты измерений</i>				
№	$t_{\text{вх}},$	$t_{\text{вых}},$	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{\text{np}}, \text{ Вт}$
1				
2				
3				

Результаты опытов могут быть представлены графиком в логарифмических координатах $\lg Q_{\text{np}}$ и $\lg \frac{\Delta t}{\Delta t_{\text{ном}}}$. В этих координатах уравнение (2.1) будет представлено функцией

$\lg Q_{\text{np}} = \lg Q^* + m \lg \frac{\Delta t}{\Delta t_{\text{ном}}}$, имеющей вид линейной зависимости. В этом случае Q^* определится точкой пересечения полученной линейной функции с осью ординат, а коэффициент m как угловой коэффициент прямой.

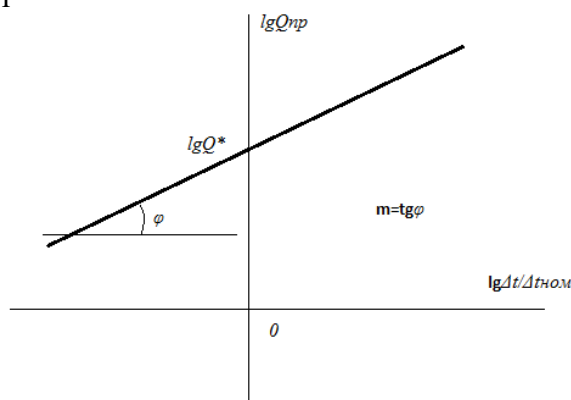


Рис. 2. График зависимости $\lg Q_{\text{np}}$ от $\lg \frac{\Delta t}{\Delta t_{\text{ном}}}$

2) исследование количественного метода регулирования мощности отопительного прибора

Перед проведением опытов задается конфигурация соединений. Теплогенератор работает в стационарном режиме. Максимальная температура определяется статическим давлением в контуре и может приближаться к температуре насыщения при заданном давлении. В прочих случаях температура на выходе теплогенератора будет назначаться заданием терморегулятору.

Заданное значение температуры на входе в отопительную систему будет формироваться в быстродействующем автоматическом смесителе. Возможны два варианта выполнения опытов (см. рис. 1):

1) одним отопительным прибором (кран КР2 - в положении 2, кран КР3 - в положении 1, краны 16 на перемычках закрыты);

2) двумя отопительными приборами, включенными по последовательной прямоточной схеме (краны КР2 - в положении 1 и КР3 - в положении 2, краны 16 на перемычках закрыты).

Поскольку оба отопительных прибора идентичны, при выполнении опытов по последовательной схеме требуемый минимальный массив данных, определяемый методикой обработки, будет набран быстрее.

Опыты выполняются при заданной постоянной температуре теплоносителя на входе в систему и варьировании расходом теплоносителя. Каждому значению входной температуры будет соответствовать зависимость мощности от расхода.

Множеству значений входных температур будет соответствовать семейство статических характеристик отопительного прибора. Результаты опытов должны быть запротоколированы в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Результаты измерений

№	G, г/с	$t_{1ex}, ^\circ C$			$t_{2ex}, ^\circ C$		
		$Q_1, Вт$	$t^1_{1ex}, ^\circ C$	$Q_2, Вт$	$Q_1, Вт$	$t^1_{2ex}, ^\circ C$	$Q_2, Вт$
1							
2							
3							
...							
N							

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. графики;
8. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1,2,4,6,7]

Дополнительная литература: [9-28]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Когда обосновано применение количественного регулирования в системах отопления и когда - качественного?

2. Можно ли утверждать, что при равенстве температур на входе в отопительный прибор и на выходе из него, тепловая мощность прибора, как это следует формально из уравнения теплового баланса, окажется равной нулю?

3. Существуют ли ограничения на температуру теплоносителя, подаваемого в отопительные приборы?

4. Что такое номинальная мощность отопительного прибора?

5. Какие процессы являются определяющими интенсивность переноса тепла от теплоносителя к внутренней среде обогреваемого помещения?

6. Что такое температурный напор, средний температурный напор?

Лабораторная работа № 3 Исследование работы отопительных приборов при параллельной и последовательной схемах подключения

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

1) Ознакомление со схемой и особенностями работы отопительной системы с параллельно включенными отопительными приборами.

2) Изучение методов наладки и согласования характеристик работающих приборов с характеристикой гидравлического контура отопительной системы.

3) ознакомление со схемой и особенностями работы системы отопления с последовательно включенными отопительными приборами;

4) изучение методов согласования режимов работы отопительных приборов при последовательном их подключении.

Задание:

1) включить Автоматизированный стенд-тренажёр «Автономная система отопления»;

2) подключить необходимую конфигурацию схемы;

3) на основании экспериментальных данных исследовать работу отопительных приборов при параллельной и последовательной схемах подключения.

Порядок выполнения:

1) исследование работы отопительного прибора при параллельной схеме подключения

Лабораторный эксперимент должен выполняться при определенных режимных условиях, которые в течение всего опыта должны поддерживаться постоянными.

Исходными режимными параметрами для параллельной работы отопительных приборов будут температура теплоносителя на входе в систему и температура на выходе из первого отопительного прибора ОП1 – $t_{1\text{в}yx}$ (см. рис.1), который должен выполнять функцию элемента сравнения.

Варьирование режимом второго отопительного прибора ОП2 будет вносить возмущение в работу первого прибора. Изменение режима проявится в отклонении температуры на выходе первого прибора. По этой причине балансирование режимов отопительных приборов не может сводиться к однократному вмешательству в работу системы, а должно выполняться методом пошаговых приближений.

В исходном состоянии искусственно устанавливается режим при $t_{1\text{в}yx} \neq t_{2\text{в}yx}$. Первым шагом в работе будет изменение степени открытия регулирующего вентиля 14 на втором отопительном приборе ОП2 на 1/2 оборота (при $t_{1\text{в}yx} > t_{2\text{в}yx}$ в сторону открытия, при $t_{1\text{в}yx} < t_{2\text{в}yx}$ в обратном направлении).

После достижения установившегося режима измеряются обе температуры $t_{1\text{в}yx}$ и $t_{2\text{в}yx}$. Если $t_{1\text{в}yx}$ изменилась, следует изменить положение регулирующего вентиля 14 первого отопительного прибора в направлении восстановления температуры $t_{1\text{в}yx}$ и после достижения установившегося режима вновь изменить положение регулятора расхода на втором при-

боре ОП2.

В процессе пошаговой балансировки следует контролировать и регистрировать разности температур $t_{1\text{вх}} - t_{2\text{вх}}$. Процесс балансировки должен давать уменьшение с каждым шагом разности $t_{1\text{вх}} - t_{2\text{вх}}$ и заканчивается приведением температуры $t_{2\text{вх}}$ к исходному значению $t_{2\text{вх}}^*$. Результаты измерений заносятся в таблицу измерений, по результатам которой строится график пошаговой балансировки параллельно работающим отопительных приборов.

Опыт заканчивается по достижении значения:

$$\left| \frac{t_{1\text{вх}} - t_{2\text{вх}}}{t_{1\text{вх}}} \right| \cdot 100\% \leq 5\%$$

Результаты опытов должны быть запротоколированы в таблицу 1.4.

Таблица 1.4.

Результаты измерений

№	1	2	3	4	...
$t_{1\text{вх}}$					
$t_{2\text{вх}}$					

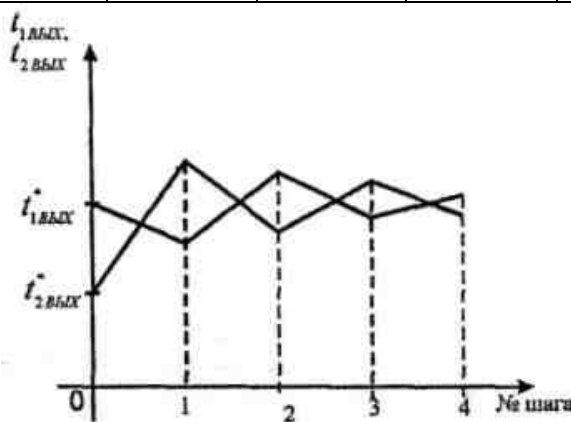


Рис. 3. График пошагового балансирования 2-х параллельно включенных отопительных приборов.

2) исследование работы отопительного прибора при последовательной схеме подключения

Задачи эксперимента заключаются в определении области возможных значений коэффициентов затекания отопительных приборов, в которой выполняется соотношение (5.2).

Для проведения опытов (см. рис.1) кран КР2 должен находиться в положении 1, кран КР3 - в положении 2, краны 16 должны быть открыты.

Опыты должны выполняться в определенной последовательности:

1. При коэффициенте затекания для первого отопительного прибора $\alpha_1 < 0,5$ производятся измерения температур на входе и выходе первого отопительного прибора ОП1, а так же на входе во второй отопительный прибор. Согласно соотношению (5.1) вычисляется коэффициент затекания α_1 .

Если значение $\alpha_1 \geq 0,5$, следует уменьшить степень открытия регулирующего органа и снова произвести измерения входной, выходной температур, температуры смеси после первого отопительного прибора и снова определить значение α_1 . Опыты повторяются до достижения значения $\alpha_1 < 0,5$.

После достижения значения $\alpha_1 < 0,5$ производится измерение температуры на выходе второго отопительного прибора ОП2. Если значение температуры на выходе второго отопительного прибора не удовлетворяет соотношению (5.2), следует изменением степени открытия регулятора расхода 14 отопительного прибора ОП2 добиться выполнения этого равен-

ства.

Этому значению выходной температуры второго прибора будет соответствовать определенное значение α_2 , которое определяется также с помощью соотношения (5.1).

Далее первый отопительный прибор ОП1 настраивается на коэффициент затекания второго отопительного прибора, а второй на коэффициент затекания α_3 , при котором также выполняется соотношение (5.2) и так до тех пор, когда выполнение соотношения (6) окажется невозможным.

Полученный ряд значений $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_N$ представляет ряд настроечных коэффициентов для однотрубной системы отопления с замыкающими участками.

По результатам опытов следует сделать выводы об условиях, при выполнении которых возможна наладка отопительной системы с заданным количеством отопительных приборов (этажей) с перемычками при последовательном их подключении.

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. графики;
8. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1,2,4,6,7]

Дополнительная литература: [9-28]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается цель и процесс наладки отопительной системы с параллельно работающими отопительными приборами?
2. Как влияет увеличение или уменьшение расхода через отопительный прибор на работу параллельно подключенных отопительных приборов?
3. Можно ли изменить степень взаимного влияния отопительных приборов, и каким образом это может быть достигнуто в процессе наладки?
4. Дать определение коэффициента затекания воды в отопительный прибор.
5. Как изменяется коэффициент затекания при прохождении теплоносителя через ряд последовательно включенных отопительных приборов при условии равенства их тепловых мощностей:
 - а) возрастает?
 - б) убывает?
6. Какие практические методы применяются при наладке однотрубных систем отопления с замыкающими участками?

Лабораторная работа № 4 Определение коэффициентов затекания в однотрубной системе отопления с перемычками.

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (3 часа).

Цель работы:

- 1) Изучение схемы работы однотрубной системы отопления с перемычками.
- 2) Исследование теплотехнических характеристик отопительной системы.
- 3) Изучение методов наладки отопительных систем, определение областей реализации расчетных режимов.

расчетных режимов.

Задание:

- 1) включить Автоматизированный стенд-тренажёр «Автономная система отопления»;
- 2) подключить необходимую конфигурацию схемы;
- 3) на основании экспериментальных данных определить коэффициент затекания в однотрубной системе отопления с перемычками.

Порядок выполнения:

При заданной температуре на входе в отопительную систему:

- 1) производятся измерения температур в узловых точках отопительной системы;
- 2) измеряется расход теплоносителя;
- 3) определяется суммарная тепловая мощность системы;
- 4) определяются коэффициенты затекания для обоих приборов.
- 5) определяется интервал возможных вариаций мощности для каждого отопительного прибора. При этом интервал для первого прибора будет безусловным. Интервал для второго прибора можно определять лишь условно. На интервал варьирования второго отопительного прибора будет оказывать влияния режим работы предыдущего отопительного прибора.

Перед выполнением опытов должен быть установлен определенный по температуре на входе в систему и расходу теплоносителя режим, который в дальнейшем в течение всего эксперимента должен поддерживаться на постоянном уровне. В серии опытов при заданных режимных условиях для каждого отопительного прибора измеряются коэффициенты затекания, и тепловая мощность, соответствующая этим значениям коэффициентов.

По результатам измерений заполняется таблица и для каждого отопительного прибора строится график зависимости мощности отопительного прибора от коэффициента затекания $Q_1 = f(\alpha_1)$ и $Q_2 = f(\alpha_2)$

Таблица 1.5

Результаты измерений

№	α_1	Q_1 , Вт	α_2	Q_2 , Вт
1				
2				
3				
...				
...				
N				

Пример обработки опытов в графической форме представлен на рис. 4.

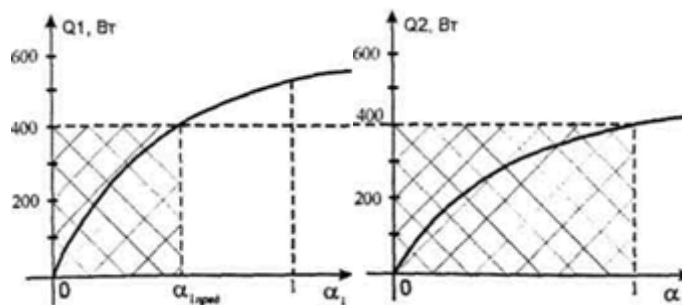


Рис. 4. Графики зависимости тепловой мощности отопительных приборов от коэффициентов затекания.

Результаты опытов в графической форме позволяют качественно и количественно оце-

нить значения и, удовлетворяющие условию совместной согласованной работы приборов в отопительной системе. Заштрихованные области на графиках рис.4 определяют значения для и, при которых возможна взаимно согласованная работа отопительных приборов в однотрубной системе с перемычками.

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

9. номер и название лабораторной работы;
10. цель работы;
11. схема лабораторной установки;
12. таблицы;
13. рабочие формулы;
14. обработка результатов;
15. графики;
16. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1,2,4,6,7]

Дополнительная литература: [9-28]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. От чего будет зависеть тепловая мощность отопительных приборов, включенных по однотрубной схеме с замыкающими участками (шунтирующими перемычками) при заданном температурном графике отопительной системы?
2. Как и от чего зависит степень взаимного влияния отопительных приборов в однотрубной системе с замыкающими участками?
3. Что такое вертикальная разрегулировка отопительной системы?

Лабораторная работа №5 Исследование характеристик воздухопроводов системы вентиляции.

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (1 час).

Цель работы:

Изучить способ экспериментального определения характеристик воздухопроводов различного поперечного сечения и материалов.

Задание:

- 1) включить стенд учебный ГД-ВЕНТ-09-5ЛР-01;
- 2) подключить необходимую конфигурацию схемы;
- 3) выполнить необходимые измерения;
- 4) определить потери давления в различных воздухопроводах и сравнить между собой.

Порядок выполнения:

Схема лабораторного стенда представлена в [22]

Лабораторная работа выполняется по методическим указаниям [22].

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. схема лабораторной установки;

4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1-4,7,8]

Дополнительная литература: [9-28]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. От чего зависят характеристики трубопровода?
2. Охарактеризуйте потери напора по длине трубопровода?
3. Что характеризует коэффициент Рейнольдса?
4. Охарактеризуйте потери напора на местные сопротивления?
5. Что такое коэффициент сопротивления и от чего зависит?

Практическое занятие №1 Определение температурных условий в отапливаемых помещениях и защитных свойств ограждения

Цель работы:

Закрепление знаний по определению температурных условий в отапливаемых помещениях и защитных свойств ограждения.

Задание:

Для заданных помещений производственного здания определить требуемые параметры микроклимата и провести теплотехнический расчет ограждающих конструкций на основе выданных по заданию.

Порядок выполнения:

- 1) Требуемые параметры микроклимата выбираются по ГОСТ 30-949-96 и СанПиН 2.24.548-96 [8]
- 2) Теплотехнический расчет позволяет определить минимальную толщину ограждающих конструкций для того, чтобы не было случаев перегрева или промерзания в процессе эксплуатации строения .

Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции: наружные стены, чердачные перекрытия, окна, двери, полы.

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче наружных стен, чердачных перекрытий и окон принимается по таблице 4 [25] в зависимости от градусо-суток отопительного периода.

Рассчитаем сопротивление теплопередаче наружного ограждения здания, исходя из санитарно-гигиенических условий:

$$R_{o(ce)}^{mp} = \frac{n(t_{в} - t_{н})}{\Delta t_{н} \cdot \alpha_{в}}, \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

где n – коэффициент, указывающий зависимость положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху (таблица 6 [2]). В данном случае n = 1.

t_в – расчётная температура внутреннего воздуха, определяется как среднее арифметическое температур отдельного помещения:

t_н – расчётная температура наружного воздуха (принимается равной температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92).

Δt_н – нормируемый температурный перепад между t_в и температурой внутренней по-

верхности ограждающей конструкции (таблица 5 [25]), определяемый по формуле:

для наружной стены:

$$\Delta t_{нс} = t_v - t_p$$

для чердачного перекрытия:

$$\Delta t_{чп} = 0,8 \cdot (t_v - t_p)$$

где t_p – температура точки росы,

$$\alpha_v = 8,7.$$

Рассчитаем отопительный период градусо-суток (ГСОП) по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_v - t_{ср. о.}) \cdot n_0, \text{ } 0\text{C} \cdot \text{сут}$$

где $t_{ср. о.}$ – средняя температура отопительного периода, 0С;

n_0 – продолжительность отопительного периода, сут.

Требуемое сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где a и b – коэффициенты, определяемые по таблице 5 [25].

В качестве расчётных принимаем $R_{нс}$ и $R_{чп}$ наибольшее значение.

Рассчитаем толщину слоя утеплителя в конструкции наружной стены и чердачного перекрытия по следующей формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{e.n.} + \frac{1}{\alpha_n}$$

где $\alpha_a = 8,7$, $\alpha_n \text{ нс} = 23$, $\alpha_n \text{ чп} = 12$.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}$$

Рассчитаем фактическое сопротивление теплопередаче по полученной толщине слоя утеплителя:

$$R_{\phi}^{нс} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,08}{1,92} + \frac{0,12}{1,92} + \frac{0,15}{0,06} + \frac{1}{23} = 2,763 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\phi}^{чп} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,25}{0,13} + \frac{1}{12} = 2,287 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

По приложению л [25] выбираем необходимое заполнение светового проема.

Сопротивление теплопередаче для ворот определится по формуле:

$$R_d = 0,6 \cdot R_{нс}$$

Требуемые сопротивления теплопередаче для пола в каждой зоне:

$$R_{нп1} \text{ зонатр} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{ } 0\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_{нп2} \text{ зонатр} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{ } 0\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_{нп3} \text{ зонатр} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{ } 0\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_{нп4} \text{ зонатр} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{ } 0\text{C}/\text{Вт}$$

Определение коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций

Коэффициенты теплопередачи определяем по следующей формуле:

$$k = \frac{1}{R}, \frac{\text{Вт}}{\text{M}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C}}$$

где R – действительное термическое сопротивление ограждения.

Форма отчетности:

Соответствующий раздел курсовой работы.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 1.1-1.3 раздела 1.

Основная литература: [1-8]

Дополнительная литература: [9-28]

Практическое занятие №2 Составление тепловых балансов для помещения. Определение основных и добавочных тепловых потерь помещения

Цель работы:

Закрепление знаний по составлению теплового баланса для помещений и определения тепловой мощности системы отопления.

Задание:

Для рассматриваемого производственного здания составить тепловой баланс помещений и определить мощность системы отопления.

Порядок выполнения:

Тепловая мощность системы отопления определяется на основании теплового баланса помещения:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}$$

где $Q_{\text{прих}}$ – приходная часть теплового баланса;

$Q_{\text{расх}}$ – расходная часть.

$$Q_{\text{прих}} > Q_{\text{расх}}; \Delta Q = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}},$$

где ΔQ – количество теплоизбытка воздуха, которое приходится на систему вентиляции.

$$Q_{\text{прих}} < Q_{\text{расх}}; Q_{\text{со}} = Q_{\text{расх}} - Q_{\text{прих}} - \text{мощность системы отопления.}$$

Расчёт теплопотерь здания

$$Q_{\text{расх}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{нагр мат}} + Q_{\text{проч}}$$

где $Q_{\text{огр}}$ – потери тепла через ограждающие конструкции зданий;

$Q_{\text{инф}}$ – потери на нагрев инфильтрирующегося воздуха;

$Q_{\text{нагр мат}}$ – потери на нагрев материалов и автотранспорта;

$Q_{\text{проч}}$ – прочие потери теплоты.

$$Q_{\text{огр}} = Q_{\text{осн}} + Q_{\text{добав}} = Q_{\text{осн}} \cdot (1 + \sum \beta), \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{осн}} = F \cdot n \cdot k \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ Вт}$$

где F – площадь ограждающей конструкции, м²;

n – коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (таблица 6 [2]);

k – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/м²·0С;

$t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ – температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно, 0С; $t_{\text{н}} = t_{\text{н5}}$ при расчёте потерь теплоты через наружные ограждения; $t_{\text{н}} = t_{\text{в}}$ более холодного помещения при расчёте потерь через внутренние ограждения.

$$Q_{\text{добав}} = Q_{\text{осн}} \cdot \sum \beta$$

где β – добавочные потери в долях от основных:

1) На ориентацию по отношению к сторонам света (рисунок 2.1)

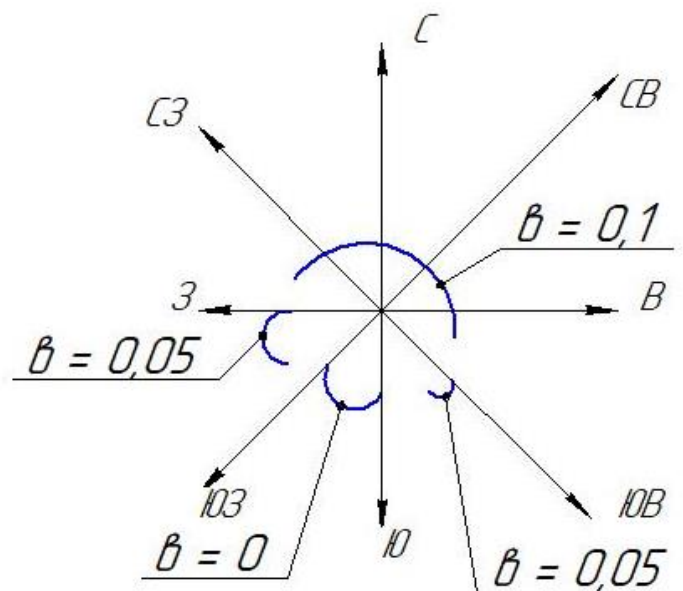


Рисунок 2.1 – Добавочные потери теплоты в зависимости от сторон света.

Добавка принимается для помещений в зданиях любого назначения, для наружных вертикальных и наклонных (вертикальная проекция) стен, окон, дверей.

2) На наличие двух и более наружных стен.

При ориентации на С, СВ, В, СЗ $\beta = 0,15$; ЮВ, З $\beta = 0,1$; Ю, ЮЗ $\beta = 0$.

3) Добавка на нагрев врывающегося холодного воздуха.

Добавка принимается для наружной двери, не оборудованной воздушными или воздушно-тепловыми завесами.

а) Добавка принимается в зависимости от вида дверей:

- 1) Для одинарных дверей $\beta = 0,22H$
- 2) Для двойных дверей без тамбура $\beta = 0,34H$
- 3) Двойные двери с тамбуром между ними $\beta = 0,27H$
- 4) Для тройных дверей с двумя тамбурами $\beta = 0,2H$

где H – высота здания, м.

б) Для наружных ворот, не оборудованных воздушными или воздушно-тепловыми завесами:

1) При наличии тамбура у ворот $\beta = 1$

2) При отсутствии тамбура $\beta = 3$

$\beta = 0$ для летних и запасных наружных дверей, и ворот.

4) Потери на необогреваемый пол. Принимается для необогреваемых полов первого этажа над холодными подпольями зданий и местностей с $t_{н5} \leq -40$ 0С. $\beta = 0,05$ для каждой зоны.

Потери теплоты на инфильтрацию рассчитываются по следующей формуле:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot G_i \cdot c \cdot (t_{в} - t_{н5}) \cdot A, \text{ Вт}$$

где G_i – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч;

c – удельная теплоёмкость воздуха, $c = 1$ кДж/кг·0С;

A – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкции:

$A = 0,7$ для стыков панелей стен и для окон с тройными переплётами;

$A = 0,8$ для окон, балконов и дверей с отдельными переплётами;

$A = 1$ для одинарных окон, окон и балконных дверей со спальными переплётами и открытых проёмов.

$$G_u = 0,216 \cdot F \cdot \frac{\Delta P_i^{0,67}}{R_u}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

где F – площадь световых проёмов, м²;

R_u – сопротивление воздухопроницанию, м²·Па/кг; для окон $R_u = 0,26$, для ворот – 0,154

ΔP_i – расчётная разность давлений на наружной и внутренней поверхности светового ограждения:

$$\Delta P_i = 9,8 \cdot (H - h) \cdot (\rho_n - \rho_v) + 0,05 \rho_n v^2 (c_n - c_z) \cdot kh, \text{ Па}$$

где H – высота здания от уровня земли до верха карниза, м;

h – высота от уровня земли до верха светового ограждения, м;

ρ_n, ρ_v – плотности наружного и внутреннего воздуха соответственно;

v – скорость ветра в январе, м/с;

c_n, c_z – аэродинамические коэффициенты на наветренной и заветренной стороны.

kh – коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания.

Расчёт теплопоступлений здания

$$Q_{прих} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_{эл. об.} + Q_{техн. об.} + Q_{ср} + Q_{нагр. мат.} + Q_{проч}$$

где $Q_{чел}$ – тепловыделение от людей;

$Q_{осв}$ – тепловыделение от искусственного освещения;

$Q_{эл. об.}$ – тепловыделение от работающего электрооборудования;

$Q_{техн. об.}$ – теплопоступление от работающего технологического оборудования;

$Q_{ср}$ – теплопоступление от солнечной радиации;

$Q_{нагр. мат.}$ – теплопоступление от нагретого материала и изделий.

Теплопоступление от людей рассчитывается по формуле:

$$Q_{чел} = \beta_u \cdot \beta_{од} \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{v_6}) \cdot (35 - t_6) \cdot n_{чел}, \text{ Вт}$$

где β_u – коэффициент, учитывающий интенсивность выполняемой человеком работы:

для лёгкой работы $\beta_u = 1$;

для средней $\beta_u = 1,07$;

для тяжёлой $\beta_u = 1,15$.

$\beta_{од}$ – коэффициент, учитывающий теплозащитные свойства одежды:

легкая одежда - $\beta_{од} = 1$;

обычная – $\beta_{од} = 0,66$;

утеплённая – $\beta_{од} = 0,5$.

$vв$ – скорость воздуха в помещении.

Теплопоступление от искусственного освещения рассчитывается по формуле:

$$Q_{осв} = kN \cdot Nэл$$

где kN – коэффициент, учитывающий фактически затраченную мощность, одновременность работы электрооборудования и долю перехода энергии в теплоту. $kN = 0,15 – 0,95$.

$Nэл$ – мощность осветительных приборов, Вт, определяется по формуле:

$$Nэл = \rho_{осв} \cdot F_{пт}$$

где $\rho_{осв}$ – удельная осветительная нагрузка, $\rho_{осв} = 14 – 16$ Вт/м²

$F_{пт}$ – площадь перекрытия помещения, м².

Расчёт мощности системы отопления удобно представить в виде следующей таблицы.

Таблица – Расчёт тепловой мощности системы отопления.

№ помещения	Ограждающая конструкция				Коэффициент, η	Коэффициент теплопередачи, k , Вт/(м ² ·°С)	Разность температур, $(t_{в}-t_{нс})$, °С	Основные теплопотери, $Q_{осн}$, Вт	Добавки, β , в долях			$(1+\Sigma\beta)$	Теплопотери через ограждающие конструкции, $Q_{отр} = Q_{осн} \times (1+\Sigma\beta)$, Вт	Теплопотери на инфильтрацию воздуха, $Q_{инф}$, Вт	Суммарные тепловыделения, $Q_{тв}$, Вт	Мощность системы отопления, $Q_{от}$, Вт	
	Наименование помещения	Обозначение	Ориентация	Расчетные размеры, $a \times b$, м×м					Площадь, F , м ²	на ориентацию	на врывание холодного воздуха						прочие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Форма отчетности:

Соответствующий раздел курсовой работы.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 1.4 раздела 1.

Основная литература: [1-8]

Дополнительная литература: [9-28]

Практическое занятие №3 Конструирование систем водяного отопления. Гидравлический расчет СВО.

Цель работы:

Закрепление знаний по конструированию систем отопления и гидравлическому расчету систем водяного отопления.

Задание:

Составить в аксонометрии схему системы водяного отопления рассматриваемого здания и провести гидравлический расчет данной системы.

Порядок выполнения:

Целью расчёта является определение диаметров трубопроводов, а также определение потерь давления по участкам и в целом в системе, а также увязка давлений в различных точках системы.

Перед гидравлическим расчётом выполняют пространственную схему системы отопления в аксонометрии (рисунок 2.1). На схему наносят трубопроводы, отопительные приборы, запорно-регулирующую арматуру, насосы, теплообменник (теплогенератор).

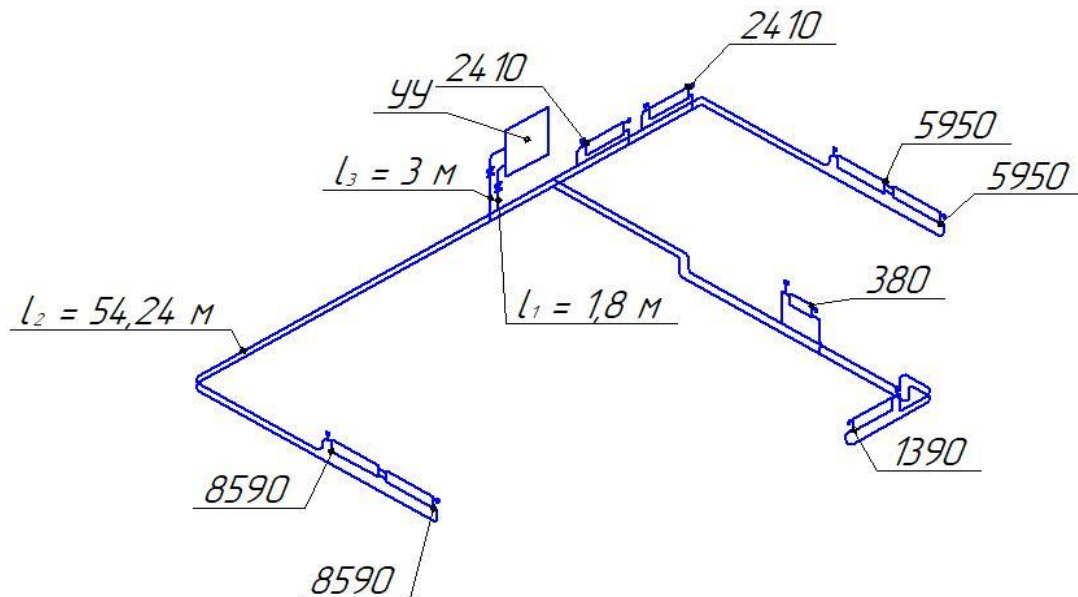


Рисунок 2.1 – Пространственная схема системы отопления в изометрии.

На схеме выявляют циркуляционные кольца. Расчёт начинают вести с главного циркуляционного кольца (ГЦК).

За ГЦК принимают кольцо, в котором расчётное давление ΔP_p , приходящееся на единицу длины, имеет наименьшее значение.

$$\frac{\Delta P_p}{\sum l} \rightarrow \min$$

Выполним расчёт ГЦК. Для этого предварительно определяем среднее ориентировочное значение удельной линейной потери давления по формуле:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_p}{\sum l_{ГЦК}}, \frac{Па}{м}$$

где 0,65 – доля потерь давления на трение;

$\sum l_{ГЦК}$ – сумма длин участков, составляющих ГЦК.

По каждому участку ГЦК определяем расход воды на участке по формуле:

$$G_{уч} = \frac{Q_{уч} \cdot 3,6}{C \cdot (T_1 - T_2)}, \frac{кг}{ч}$$

где C – теплоёмкость воды, C = 4,187 кДж/кг·°C;

T1, T2 – температура воды в подающей и обратной магистралях системы отопления.

По приложению 6 [23] определим диаметры трубопроводов по R_{cp} .

Для выбранного диаметра определяем фактические удельные потери давления Rф, Па/м, скорость воды на участке w, м/с и динамическое давление:

$$P_w = \frac{\rho w^2}{2}, Па$$

На каждом участке выявляют местные сопротивления и заполняют следующую таблицу (приложение 5 [23]).

Таблица– Местные сопротивления.

№ участка	Диаметр, мм	Вид местного сопротивления	количество	ξ	$\sum \xi$

По каждому участку определим потери давления на трение:

$$\Delta P_{тр.уч} = R_f \text{ уч} \cdot L_{уч}$$

Определим потери давления на местные сопротивления:

$$\Delta P_{м.с.уч} = \sum \xi_{уч} \cdot P_w \text{ уч}$$

Определим общие потери давления на участках:

$$\Delta P_{уч} = \Delta P_{тр.уч} + \Delta P_{м.с.уч}$$

Определяем общую потерю давления в ГЦК:

$$\Delta P_{ГЦК} = \Delta P_{руч1} + \Delta P_{руч2} + \Delta P_{руч3} + \dots$$

Определяем запас давлений на неучтённое сопротивление:

$$\Delta = \frac{\Delta P_p - \Delta P_{ГЦК}}{\Delta P_p} \cdot 100\%$$

Допустимое отклонение – 3-10 %

Результаты расчёта сведём в следующую таблицу.

Таблица– Результаты гидравлического расчёта.

По схеме			По расчёту									
№ уч.	Qуч Вт	Lуч м	Gуч кг/ч	Rcp Па/м	d мм	Rф Па/м	w м/с	Pw Па	$\sum \xi$	$\Delta P_{тр}$ Па	$\Delta P_{мс}$ Па	$\Delta P_{уч}$ Па

Форма отчетности:

Соответствующий раздел курсовой работы.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 2.3 раздела 2.

Основная литература: [1-8]

Дополнительная литература: [9-28].

Практическое занятие №4 Тепловой расчет отопительных приборов

Цель работы:

Закрепление знаний по тепловому расчету и выбору отопительных приборов.

Задание:

Для рассматриваемых помещений производственного здания выбрать отопительные приборы и провести тепловой расчет выбранных отопительных приборов.

Порядок выполнения:

Этот расчёт проводится для определения типа и размеров отопительного прибора.

Определяем теплоотдачу открыто проложенных в пределах помещения труб стояка и подводок, к которым непосредственно подведён прибор:

$$Q_{тр} = q_v l_v + q_h l_h, \text{ Вт}$$

где q_v и q_h – теплоотдача 1 м вертикальных и горизонтальных труб, Вт/м;

l_v и l_h – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

Определяем необходимую теплопередачу прибора в рассматриваемом помещении:

$$Q_{пр} = Q_{п} - 0,9Q_{тр}, \text{ Вт}$$

Определяем требуемый номинальный тепловой поток для выбора типоразмера отопительного прибора:

$$Q_{н.м} = \frac{Q_{пр}}{\varphi_k}, \text{ Вт}$$

где φ_k – комплексный коэффициент приведения $Q_{пр}$ к расчётным условиям, определяемый по формуле:

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{пр}}{0,1} \right)^p b \psi c$$

где Δt_{cp} – разность средней температуры воды t_{cp} в приборе и температуры окружающего воздуха t_v , 0С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_v,$$

где $t_{вх}$ и $t_{вых}$ – температура воды, входящей в прибор и выходящей из него, 0С;

b – коэффициент учёта атмосферного давления в данной местности;

ψ – коэффициент учёта направления движения теплоносителя в приборе;

n, p, c – экспериментальные силовые показатели;

$G_{пр}$ – расход воды в приборе, кг/с:

$$G_{np} = \frac{Q_{уч}}{c(t_1 - t_2)}$$

Для трубы отопительной стальной определяем номинальный условный коэффициент теплопередачи прибора, требуемую площадь наружной нагревательной поверхности прибора, после этого находим длину отопительного прибора:

$$K_{н.у.} = m \cdot \Delta t_{ср} 0,32$$

$$A_{np} = \frac{Q_{np}}{70 K_{н.у.} \varphi_k}$$

$$l = \frac{A_{np} \cdot \beta_4}{n \cdot a_1}$$

Для радиатора чугунного секционного определяем минимально допустимое число секций, после чего определяем длину радиатора:

$$N = \frac{Q_{нт} \beta_4}{Q_{н.у.} \beta_3},$$

где β_3 – коэффициент учёта секций в приборе;

β_4 – коэффициент учёта способа установки радиатора.

$$l = 13 \cdot N,$$

где 13 – ширина одной секции прибора.

Форма отчетности:

Соответствующий раздел курсовой работы.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 2.2 раздела 2.

Основная литература: [1-8]

Дополнительная литература: [9-28].

Практическое занятие №5 Выбор и разработка схемы вентиляции помещения в аксонометрии. Аэродинамический расчет.

Цель работы:

Закрепление знаний по выбору и разработке схемы вентиляции, аэродинамическому расчету системы вентиляции.

Задание:

Разработать схему вентиляции для рассматриваемого здания и провести аэродинамический расчет разработанной системы вентиляции.

Порядок выполнения:

Задачей вентиляции является поддержание в помещении благоприятных для человека параметров окружающей среды в соответствии с нормами. Параметры подразделяются на: оптимальные – не вызывающие неприятных ощущений и допустимые – не вызывающие экологических изменений в организме человека, при длительном пребывании в помещении.

По способу перемещения удаляемого из помещения и подаваемого в помещение воздуха различают вентиляцию: естественную и механическую (искусственную).

Под неорганизованной естественной вентиляцией понимают воздухообмен в помещениях, происходящий под влиянием разности плотностей наружного и внутреннего воздуха и действия ветра через не плотности ограждающих конструкций, а также при открывании форточек, фрамуг и дверей.

Механической или искусственной вентиляцией называется способ подачи воздуха в помещение или удаления из него с помощью вентилятора. Такой способ воздухообмена является более совершенным, т.к. воздух, подаваемый в помещение может быть специально подготовленным в отношении его частоты, температуры и влажности.

По способу организации воздухообмена в помещениях вентиляция может быть общеобменной, местной (локализирующей), смешанной, аварийной и противодымной.

По назначению системы вентиляции подразделяются на приточные и вытяжные. Систе-

мы вентиляции, удаляющие загрязненный воздух из помещения – называются вытяжными. Системы вентиляции, обеспечивающие подачу в помещение наружного воздуха, называются – приточными. Вытяжные системы вентиляции в зависимости от места удаления вредных выделений, а приточные системы вентиляции в зависимости от места подачи наружного воздуха подразделяются на обще-обменные, местные и смешанные.

Общеобменная вентиляция предусматривается для создания одинаковых условий среды, главным образом, в рабочей зоне.

При местной вытяжной вентиляции загрязненный воздух удаляется прямо из мест его загрязнения. Местная приточная вентиляция применяется в тех случаях, когда свежий воздух требуется лишь в определенных местах помещений (на рабочих местах).

Определение воздухообмена помещений

Воздухообмен определяется по теплоизбыткам для всех помещений. Воздухообменом называется частичная или полная замена воздуха, содержащего вредные выделения, чистым атмосферным воздухом.

Определяем воздухообмен для помещений по газоделениям, м³/с:

$$L = \frac{G_{\text{вв}} \cdot 10^6}{C_{\text{рз}} - C_{\text{к}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

где $G_{\text{вв}}$ – количество выделившихся газов при работе двигателя;

$C_{\text{рз}}$ – ПДК газов в наружной зоне помещений;

$C_{\text{к}}$ – ПДК газов в рабочей зоне помещений.

$$G_{\text{вв}} = 15m \cdot (0,6 + 0,8B) \cdot \frac{P}{100} \cdot \frac{T}{60}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

где m – количество автомобилей, шт.; B – объем двигателя, л;

P – концентрация вредных веществ;

T – время работы двигателя, мин.

Воздухообмен по тепловыделениям от людей, м³/ч:

$$L = n_{\text{чел}} \cdot L_{1\text{чел}}$$

где n – количество человек;

$L_{1\text{чел}}$ – количество воздуха, приходящегося на 1 человека в час.

Если $V_{\text{п}} < 20$ м³, то $L_{1\text{чел}} = 30$ м³/чел·час; $V_{\text{п}} \geq 20$ м³, то $L_{1\text{чел}} = 20$ м³/чел·час

Объем помещения, м³:

$$V_{\text{п}} = S \cdot h,$$

где S – площадь помещения, м²;

h – высота помещения, м.

Воздухообмен по объему помещения, м³/ч:

$$L = n \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где n – кратность воздухообмена.

Расход воздуха для производственных помещений принимается равным максимальному из расходов, рассмотренных ранее.

Определяем общее количество приточного воздуха:

$$L_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^{n=3} L_i, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Аэродинамический расчёт системы вентиляции

Для аэродинамического расчета составляем расчетную схему системы вентиляции в аксонометрии с указанием приточно-вентиляционной камеры, воздуховодов и вентиляционных решеток.

Определяем площадь живого сечения воздуховодов для каждого помещения, м²:

$$f_{\text{жс}} = \frac{L_{\text{пр}}}{3600 \cdot v_{\text{ср}}},$$

где $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость воздуха, м/с;

Определяем площадь живого сечения для вентиляционных решеток в каждом помещении, м²:

$$f_{вр} = 0,7 \cdot f_{жс}$$

По площади живого сечения вентиляционных решеток выбираем стандартный тип решетки и количество решеток.

Составляем расчетную схему воздухопроводов с обозначением расхода воздуха и длин на участках. Выбираем главную магистраль, имеющую наибольшие потери давления. Задаемся скоростью движения воздуха по участкам, причем скорость от вентилятора к конечным участкам уменьшается.

АксонOMETрическая схема приточной вентиляции представлена на рис. 2.2.

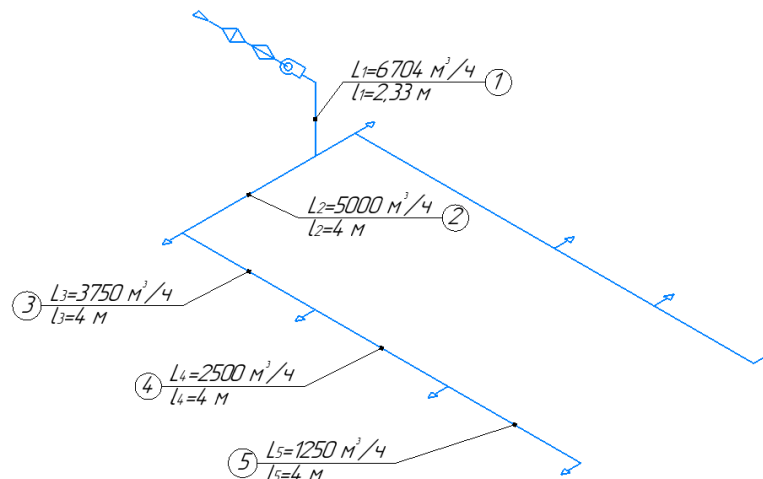


Рисунок 2.2 – АксонOMETрическая схема вентиляции.

По количеству воздуха на каждом участке и скорости воздуха на участках по номограмме определяем:

- действительную скорость воздуха;
- удельное сопротивление;
- динамическое давление воздуха.

Таблица– Расчет потерь в воздуховоде.

№ уч	Луч, м³/ч	l, м	w, м/с	D, мм	wд, м/с	R, Па	$\rho w^2/2$, Па	$\Delta P_{тр}$, Па	$\sum \xi$	$\Delta P_{мс}$, Па	$\Delta P_{уч}$, Па
	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1
									0	1	2

Определяем потери на трение на каждом участке:

$$\Delta P_{тр} = R_i \cdot L_{уч}$$

Определим потери давления на местные сопротивления по каждому участку:

$$\Delta P_{мс} = \sum \xi \cdot \frac{\rho w^2}{2}, \text{ Па}$$

где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица – Сопротивление воздуха.

№ участка	D, мм	Вид местного сопротивления	количество	ξ	$\sum \xi$
1	2	3	4	5	6

Форма отчетности:

Соответствующий раздел курсовой работы.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 3.3 раздела 3.

Основная литература: [1-8]

Дополнительная литература: [9-28].

Практическое занятие №6 Расчет и выбор калорифера и вентилятора

Цель работы:

Закрепление знаний по расчету и выбору калорифера и вентилятора.

Задание:

Для разработанной схемы системы вентиляции рассматриваемого здания выбрать калорифер и вентилятор.

Порядок выполнения:

Выбор и расчёт калорифера

Для нагревания воздуха применяют преимущественно стальные и биметаллические калориферы со спирально-накатным оребрением. Оребрение увеличивает площадь поверхности нагрева.

Теплопередающая поверхность пластичных калориферов выполнена из стальных трубок диаметром 16x1,2 мм и стальных гофрированных пластин толщиной 0,55 мм насаженных на трубки на расстоянии 4,8 мм одна от другой.

В калориферах моделей КВСБ-П, КВББ-П, КСк3 и КСк4, в качестве теплоносителя используется вода с температурой до 180 0С и давлением 1,2 МПа, совершающая многоходовое движение по трубкам, что увеличивает ее скорость и как следствие, интенсивность теплоотдачи.

Технико-экономическими показателями калорифера являются коэффициент теплоотдачи, аэродинамическое сопротивление воздуху и масса металла, приходящаяся на 1 м² площади поверхности нагрева.

Исходными данными при расчете калорифера являются расход воздуха G , кг/с, вид греющего теплоносителя. Исходя из необходимой площади живого сечения, выбираем номер и число калориферов и находим действительную площадь их живого сечения. При этом необходимо, чтобы число калориферов было минимальным.

Определяем расход теплоты нагревания воздуха, Вт;

$$Q = \frac{L_{np} \rho \cdot c_{возд} \cdot (t_g - t_n)}{3600}$$

где L_{np} – количество воздуха, проходящего через калорифер, м³/ч;

ρ – плотность воздуха после калорифера, кг/м³;

t_g – температура подогретого воздуха, 0С;

t_n – температура наружного воздуха, 0С;

$c_{возд}$ – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг·0С;

Определим площадь живого сечения калорифера по воздуху, м²:

$$f_{возд} = \frac{L_{np} \cdot \rho}{3600 \cdot (w\rho)}$$

где $(w\rho) = 6$ кг/м²·с – массовая скорость движения воздуха в калориферах.

$$f_{возд} = \frac{6704 \cdot 1,22}{3600 \cdot 6} = 0,38 \text{ м}^2$$

По найденной площади живого сечения выбираем модель и номер калорифера.

Определим действительную массовую скорость движения воздуха, кг/м²·с.

Определим расход греющего теплоносителя, кг/с:

$$G_g = \frac{Q}{c_g(t_1 - t_2)},$$

где c_g – теплоёмкость воды, Дж/кг·0С;

t_1 – температура в подающем трубопроводе, 0С;

t_2 – температура в обратном трубопроводе, 0С;

$$G_g = \frac{103145}{4187 \cdot (150 - 70)} = 0,31 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Скорость движения воды в трубах калорифера, м/с:

$$\omega_g = \frac{G_g}{f_g \rho_{\text{воды}}},$$

где $\rho_{\text{воды}}$ - плотность воды при средней температуре теплоносителя, кг/м³;

f_g - площадь живого сечения трубок калорифера по воде, м².

$\rho_{\text{воды}} = 950$ кг/м³;

Поверхность нагрева калорифера, м²:

$$F_k = \frac{q}{k \cdot \Delta t},$$

где k – коэффициент теплопередачи калорифера,

Δt – расчетный температурный напор, 0С.

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{t_g + t_{\text{вн}}}{2}$$

Определяем количество калориферов, шт.:

$$n_k = \frac{F_k}{F} = \frac{22,13}{18,96} = 1,17 \text{ шт}$$

Определяем установленное количество калориферов n_k : округляем n_k до ближайшего большего значения.

Определяем действительную поверхность нагрева калорифера, м²:

$$F_{\text{кд}} = n_k \cdot F$$

Запас поверхности нагрева:

$$\Delta = \frac{F_{\text{кд}} - F}{F} \cdot 100\% = \frac{37,92 - 21,15}{21,15} \cdot 100\% = 44\%$$

Сопротивление калориферов по воздуху, Па.

Выбор и расчёт вентилятора

Вентилятор выбирается по аэродинамическим характеристикам.

Исходными данными для выбора вентилятора являются:

Расчетный расход воздуха, м³/ч:

$$L_p = 1,1 \cdot L_{\text{пр}}$$

где 1,1 – коэффициент запаса на утечки воздуха.

Определяем расчетное давление, создаваемое вентилятором, Па:

$$\Delta P_p = 1,1 \cdot K_p \cdot \Delta P_{\text{сис}},$$

где 1,1 – коэффициент запаса по давлению;

$\Delta P_{\text{сис}}$ – потери давления в системе, Па;

$$\Delta P_{\text{сис}} = \Delta P_{\text{с}} + \Delta P_{\text{к}},$$

где $\Delta P_{\text{с}}$ – потери давления в сети, Па;

$\Delta P_{\text{к}}$ – потери давления в калорифере, Па.

K_p – коэффициент приведения расчетных условий к условиям характеристики вентилятора, ($t_{\text{в}} = 20$ 0С, $\rho = 1,2$ кг/м³, $p = 0,1$ МПа).

$$K_p = \frac{273 + t_g}{273} \cdot \frac{P_{\text{бар}}}{P_{\text{бар}}},$$

где $P_{\text{бар}} = 0,097$ МПа - барометрическое атмосферное давление.

Определим тип вентилятора, число оборотов и КПД вентилятора.

При выборе вентилятора стремимся к максимальному КПД.

Определим потребляемую мощность вентиляционной установкой, Вт;

$$N_{\text{вн}} = \frac{L_p \cdot \Delta P_p}{3600 \cdot \eta_g} = \frac{7374,4 \cdot 164,3}{3600 \cdot 0,72} = 467 \text{ Вт}$$

Установленная мощность электродвигателя, Вт;

$$N_{\text{уст}} = \alpha \cdot N_{\text{вн}},$$

где α - коэффициент запаса мощности ($\alpha = 1,1 - 1,15$).

$$N_{\text{уст}} = 1,15 \cdot 467 = 537,05 \text{ Вт}$$

Номинальная мощность электродвигателя, кВт, $N_{\text{ном}}$.

Форма отчетности:

Соответствующий раздел курсовой работы.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 3.3 раздела 3.

Основная литература: [1-8]

Дополнительная литература: [9-28].

9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

Целью выполнения курсовой работы «Проектирование систем отопления и вентиляции промышленного здания» является закрепление теоретических знаний, приобретение навыков практического расчета систем отопления и вентиляции, развитие у обучающихся самостоятельности при решении инженерных задач и навыков работы с нормативной и технической литературы.

Объектом проектирования являются системы отопления и вентиляции.

Выполнение курсовой работы осуществляется по индивидуальному заданию. Задание на курсовую работу выдается руководителем на отдельном листе, содержащем наименование работы, содержание графической части, сроки предоставления и защиты. Лист с заданием включается в пояснительную записку.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Microsoft Imagine Premium
2. ОС Windows 7 Professional
3. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
4. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
5. ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система
6. Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7. Архиватор 7-Zip
8. Adobe Reader
9. doPDF
10. Ай-Логос Система дистанционного обучения
11. КОМПАС-3D V13

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	-	
ЛР	Лаборатория вентиляции и кондиционирования Лаборатория общей тепло-техники	Стенд учебный ГД-ВЕНТ-09-5ЛР-01 Автоматизированный стенд-тренажёр «Автономная система отопления»	ЛР 5 ЛР 1-4
ПЗ	Лекционная аудитория	-	ПЗ 1-6
КР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
1	2	3	4	6
ОПК-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	1. Тепловой и влажностный режимы зданий	1.1. Микроклимат помещения и системы его обеспечения	Экзаменационные вопросы 1,3
			1.2. Расчетные климатические условия для проектирования систем обеспечения микроклимата	Экзаменационные вопросы 2
			1.3. Тепловлажностный и воздушный режим помещений	Экзаменационные вопросы 4
		2. Системы отопления	2.1. Общие сведения об отоплении	Экзаменационные вопросы 5,6
			2.2. Элементы систем отопления	Экзаменационные вопросы 7
			2.3. Системы водяного отопления	Экзаменационные вопросы 8-11
		3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	3.1. Общие сведения о вентиляции	Экзаменационные вопросы 12-14
			3.2. Естественная вентиляция	Экзаменационные вопросы 15,16
			3.3. Механическая вентиляция	Экзаменационные вопросы 17,18
ПК-10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	1. Тепловой и влажностный режимы зданий	1.4. Тепловой баланс помещений. Расчетная мощность систем отопления.	Экзаменационные вопросы 1-4
		2. Системы отопления	2.2. Элементы систем отопления	Экзаменационные вопросы 5-8
			2.3. Системы водяного отопления	Экзаменационные вопросы 9
			2.4. Системы парового, воздушного и панельно-лучистого отопления	Экзаменационные вопросы 10-13
		3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	3.4. Механическая вентиляция	Экзаменационные вопросы 14-17
			3.5. Системы кондиционирования воздуха	Экзаменационные вопросы 18

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела	
	Код	Определение			
1	2	3	4	5	
1.	ОПК-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	1. Микроклимат помещений. Расчетные параметры микроклимата жилых, общественных, производственных помещений.	1. Тепловой и влажностный режимы зданий	
			2. Расчетные наружные климатические условия.		
			3. Системы обеспечения заданного микроклимата помещений.		
			4. Свойства ограждающих конструкций. Задачи и порядок теплотехнического расчета ограждающих конструкций.	2. Системы отопления	
			5. Требования, предъявляемые к системам отопления.		
			6. Классификация систем отопления.		
			7. Элементы систем отопления: теплопроводы, запорно-регулирующая арматура, удаление воздуха, изоляция.		
			8. Классификация систем водяного отопления.		
			9. Схемы однотрубных вертикальных систем водяного отопления.		
			10. Схемы двухтрубных вертикальных систем водяного отопления.		
			11. Схемы горизонтальных систем водяного отопления.		
			12. Гигиенические основы вентиляции.		3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха
			13. Воздухообмен в помещении. Расчет воздухообмена.		
			14. Классификация систем вентиляции.		
			15. Естественная канальная система вентиляции. Расчет систем естественной вентиляции.		
			16. Аэрация промышленных зданий.		
			17. Механическая общеобменная система вентиляции.		
			18. Местные системы вентиляции.		
2	ПК-10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	1. Тепловой баланс помещений. Мощность системы отопления. Удельная тепловая характеристика здания.	1. Тепловой и влажностный режимы зданий	
			2. Основные потери теплоты через ограждающие конструкции.		
			3. Добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции.		
			4. Тепловыделения в помещениях.	2. Системы отопления	
			5. Требования, предъявляемые к отопительным приборам.		
			6. Виды отопительных приборов.		
			7. Схемы присоединения отопительных приборов.		
			8. Тепловой расчет отопительных приборов.		

1	2	3	4	5
			9. Гидравлический расчет систем водяного отопления. Цель и методика расчета	
			10. Назначение и классификация систем парового отопления.	
			11. Панельно-лучистое отопление. Характеристика, виды, теплоносители.	
			12. Системы воздушного отопления, их классификация. Достоинства и недостатки систем воздушного отопления.	
			13. Воздушные и воздушно-тепловые завесы.	
			14. Аэродинамический расчет систем вентиляции. Цель, исходные данные, методика расчета.	3. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха
			15. Вентиляторы, их выбор.	
			16. Устройства для нагрева воздуха. Калориферы, их расчет.	
			17. Устройства для очистки воздуха от пыли.	
			18. Системы кондиционирования воздуха.	

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> – состав и свойства воздушной среды; – физиологическое воздействие на человека окружающей среды; – приборы и методы измерения параметров микроклимата; – методы определения количества вредных веществ, поступающих в помещение различного назначения; – способы определения расчетных воздухообменов в вентилируемых помещениях; – построение процессов обработки воздуха; – основные принципы организации воздухообмена в помещениях различного назначения; – классификацию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> – теорию, основные правила и принцип действия, конструктивные особенности систем отопления, вентиляции и кондиционирования, увязку этих систем с архитектурно-строительной планировкой здания или сооружения; <p>Уметь (ОПК-1):</p>	отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
	хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по вопросам экзаменационного билета; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.

<ul style="list-style-type: none"> – выполнять самостоятельно все расчеты, связанные с проектированием теплового и воздушного режима помещений и подготовкой приточного воздуха; – определять параметры микроклимата помещений; – выбирать тип системы для поддержания заданных параметров; – самостоятельно углублять свои знания и применять на практике достижения науки и техники в изучаемой области. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять теплотехнические и гидравлические расчеты систем отопления и вентиляции, в том числе отопительных приборов, производить выбор насосов, вентиляторов, элеваторов; – производить выбор систем отопления и вентиляции в зависимости от характера и назначения сооружаемого здания; <p>Владеть (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с нормативной документацией по отоплению, вентиляции и кондиционированию; – навыками расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками расчета тепловой мощности системы отопления, гидравлического расчета системы отопления, теплового расчета отопительных приборов, расчет системы вентиляции, подбора оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. 	<p>удовлетворительно</p>	<p>Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.</p>
<p>Владеть (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с нормативной документацией по отоплению, вентиляции и кондиционированию; – навыками расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками расчета тепловой мощности системы отопления, гидравлического расчета системы отопления, теплового расчета отопительных приборов, расчет системы вентиляции, подбора оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. 	<p>неудовлетворительно</p>	<p>Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, не ориентируется в источниках специализированных знаний.</p> <p>Нет ответа на вопросы экзаменационного билета.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Б1.В.09 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха направлена на ознакомление обучающихся с системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, с теоретическими положениями и основами их эксплуатации.

Изучение дисциплины Б1.В.09 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- курсовую работу,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения *раздела 1* «Тепловой и влажностный режимы зданий» студенты должны уяснить: понятие «микроклимата помещений» и систем поддержания микроклимата, теплового, воздушного и влажностного режимов помещений, теплотехнического расчета ограждающих конструкций, расчета тепловой мощности систем отопления.

В ходе освоения *раздела 2* «Системы отопления» студенты должны уяснить: назначение и виды систем отопления, конструктивные элементы систем отопления, гидравлический расчет систем отопления и тепловой расчет отопительных приборов.

В ходе освоения *раздела 3* «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха» студенты должны уяснить: назначение и виды систем вентиляции и кондиционирования воздуха, конструктивные элементы систем вентиляции и кондиционирования воздуха, выбор расчетного воздухообмена, аэродинамический расчет воздуховодов, выбор калориферов и вентиляторов.

В процессе проведения *лабораторных работ* происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о системах отопления и вентиляции, об определении мощности отопительных приборов, о количественном и качественном регулировании мощности отопительных приборов, о параллельном и последовательном подключении отопительных приборов, об исследовании характеристик воздуховодов систем вентиляции.

В процессе проведения *практических занятий* происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о методиках теплотехнического расчета ограждающих конструкций, расчета тепловой мощности систем отопления, гидравлического расчета систем отопления, тепловой расчет отопительных приборов, расчета необходимого воздухообмена, аэродинамического расчета систем вентиляции, выбора и расчета калорифера и вентилятора.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с рекомендованной учебной и методической литературой.

При подготовке к *экзамену* рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: назначение и область использования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Работа с *литературой* является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций с текущим контролем и лабораторных занятий – работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование у обучающихся знаний, достаточных для проектирования и эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Задачей изучения дисциплины является: подготовка обучающихся к самостоятельной деятельности по проектированию и эксплуатации эффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха жилых и промышленных зданий, что позволит снизить расходы углеродистого топлива, электроэнергии и обеспечить более комфортные условия для работы и проживания людей, что благоприятно скажется на их здоровье и производительности труда.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 34 час., ЛР– 17 час., ПЗ - 17 час., СР – 76 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Тепловой и влажностный режимы зданий;
- 2 – Системы отопления;
- 3 – Системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ПК-10 - Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен, КР

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20___-20___ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20 ___ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.13.01 Теплоэнергетика и теплотехника от «01» октября 2015г. № 1081.

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771 , заочной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 , заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 для заочной формы (ускоренного обучения) от «06» июня 2016 г. № 429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 , заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 для заочной формы (ускоренного обучения) от «04» апреля 2017 г. №203

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130 , заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130

Программу составил:

Латушкина С.В., старший преподаватель кафедры ПТЭ _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПТЭ

от «13» декабря 2018 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой ПТЭ _____ Федяев А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ПТЭ _____ Федяев А.А.

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета ЭиА _____ А.Д.Ульянов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____