

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.С. Сергеев  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА  
ЖИЛОГО ДОМА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности  
доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель работы  
доцент

\_\_\_\_\_ В.М.Сандалов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Экономическая часть  
доцент

\_\_\_\_\_ В.М.Сандалов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор работы  
студент группы ФТТ-533

\_\_\_\_\_ И.С. Стахеев  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер  
ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ О.В. Терентьев  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Златоуст2020

## АННОТАЦИЯ

Стахеев И.С. Разработка индивидуального теплового пункта жилого дома. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2020 г., 66с., 29 ил., библиогр. список – 20 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В настоящем проекте рассмотрена разработка индивидуального теплового пункта жилого дома. Под разработкой подразумевается применение замкнутой системы отопления и горячего водоснабжения.

Выбранное оборудование, такое как электронный регулятор, регулирующие клапана с исполнительным приводом, датчики температуры и циркуляционный насос обеспечивает работу всех систем в целом, и отвечает поставленным задачам.

Ожидаемый экономический эффект разработки составил 225168 рублей, что существенно сократит расходы на теплоснабжение.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы охраны труда, производственной санитарии, противопожарной и взрывобезопасности, обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций произведен выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					Разработка индивидуального теплового пункта жилого дома  Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Стахеев И.С.				Д	4	66
Провер.		Сандалов В.М.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Реценз.								
Н. Контр.		Терентьев О.В.						
Утверд.		Сергеев Ю.С.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	7
2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ.....	11
3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА.....	19
4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК ЗДАНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	23
5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	26
5.1 Выбор электронного регулятора.....	26
5.2 Выбор регулирующих клапанов и исполнительных механизмов.....	32
5.3 Выбор циркуляционных насосов для контуров отопления и горячего водоснабжения.....	36
6 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА.....	38
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	42
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	47
8.1 Краткое описание рассматриваемого объекта.....	47
8.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	47
8.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.....	48
8.4 Охрана труда.....	49
8.5 Производственная санитария.....	51
8.6 Эргономика и производственная эстетика.....	55
8.7 Противопожарная и взрывобезопасность.....	60
8.8 Экологическая безопасность.....	61
8.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	65

## ВВЕДЕНИЕ

Общество с ограниченной ответственностью «PCY» крупнейшие предприятие г. Златоуста обеспечивающие жилищное – коммунальное хозяйство. В настоящее время ООО «PCY» осуществляет внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами теплофикации и централизованного теплоснабжения позволяющие резко повысить технический уровень эксплуатации этих систем и обеспечить значительную экономию топлива.

Системы теплоснабжения являются крупнейшим потребителем топливно-энергетических ресурсов в стране. От нормального функционирования этих систем зависят условия теплового комфорта в отапливаемых зданиях самочувствие людей, производительность труда и т.д.

В последние годы активизировался процесс модернизации систем централизованного теплоснабжения. Он предусматривает отказ от центральных тепловых пунктов и оснащение каждого здания индивидуальным автоматизированным тепловым пунктом, замену элеваторных узлов приготовления теплоносителя для систем отопления на насосные узлы смешения или с применением пластинчатых теплообменников, переход от открытых систем теплоснабжения к закрытым. Такие тенденции влекут за собой неизбежное увеличение общего количества технически сложных тепловых пунктов, что является движущей силой распространения ИТП. Их применение позволяет экономить от 10 до 35 % тепловой энергии, потребляемой зданием или помещением.

Целью дипломного проекта является снижение затрат на теплопотребление жилого дома за счет оптимизации настроек автоматизированного оборудования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ технологических режимов;
- разработка технологической схемы индивидуального теплового пункта;
- расчет тепловых нагрузок;
- выбор оборудования;
- построение модели регулирования температурой теплопункта в программе;
- обеспечить существенную экономию тепловой и электрической энергии при настроенной системе теплопотребления, подключенных к автоматизированным индивидуальным тепло пунктам;

Объектом выпускной квалификационной работы является индивидуальный тепловой пункт жилого дома.

Предметом выпускной квалификационной работы является система автоматизации индивидуального теплового пункта жилого дома.

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Необходимость автоматизации пользования теплом в целях бережного расходования энергоресурсов давно доказана практикой развитых стран запада и не является дискуссии или обсуждения.

Системы теплоснабжения строятся преимущественно по трех ступенчатой схеме, частями которой являются: источники тепла разных типов, соединенные между собой в единую закольцованную систему. Центральные тепловые пункты, присоединенные к магистральным тепловым сетям с высокой температурой теплоносителя от 130 до 150 °С. В центральных тепло пунктах температура плавно снижается до максимальной температуры 110 °С, исходя из потребителей жилого дома [3].

Известно, что для систем теплоснабжения предпочтительными являются большие источники комбинированной выработки тепла и электроэнергии или такие источники, в которых тепло является вторичным продуктом, например продуктом промышленных процессов. Именно на основе таких принципов возникла идея центрального теплоснабжения.

На рисунке 1.1 показана структурная схема центрального теплоснабжения. Состоящая из нескольких производственных участков. Одним из таких участков является котельная и насосная станция. Котельная оборудована водогрейными котлами. Водогрейный котёл - устройство, в топке которого сжигается топливо, а теплота сгорания используется для нагрева воды, находящейся под давлением выше атмосферного и используемой в качестве теплоносителя вне этого устройства. Насосная станция используются для подачи горячей воды до потребителей. Подача горячей воды осуществляется центробежными сетевыми насосами СЭН с нерегулируемыми асинхронными двигателями. Регулирование режима работы насосной осуществляется регулятором давления РД дросселированием потока воды задвижками. Постоянный гидравлический режим работы водяных тепловых сетей поддерживается расходом сетевой воды, циркулирующей в системе теплоснабжения [2].

Количество циркулирующей сетевой воды в системе тепловой сети непостоянно: оно изменяется в зависимости от количества отбираемой воды на нужды горячего водоснабжения.

При изменении количества воды изменяется и давление, в результате теплоноситель возвращается на котельную с измененными гидравлическими и тепловыми показателями. Таким образом, в такой системе теплоноситель только частично возвращается обратно к источнику теплоснабжения после его охлаждения в системах потребления тепла, а другая его часть безвозвратно расходуется на горячее водоснабжение. Отобранная из тепловой сети вода восполняется таким же количеством воды из накопительных резервуаров, в которые вода подается предварительно очищенная и подогретая. Такой расход воды, принято называть расходом подпиточной воды [3].

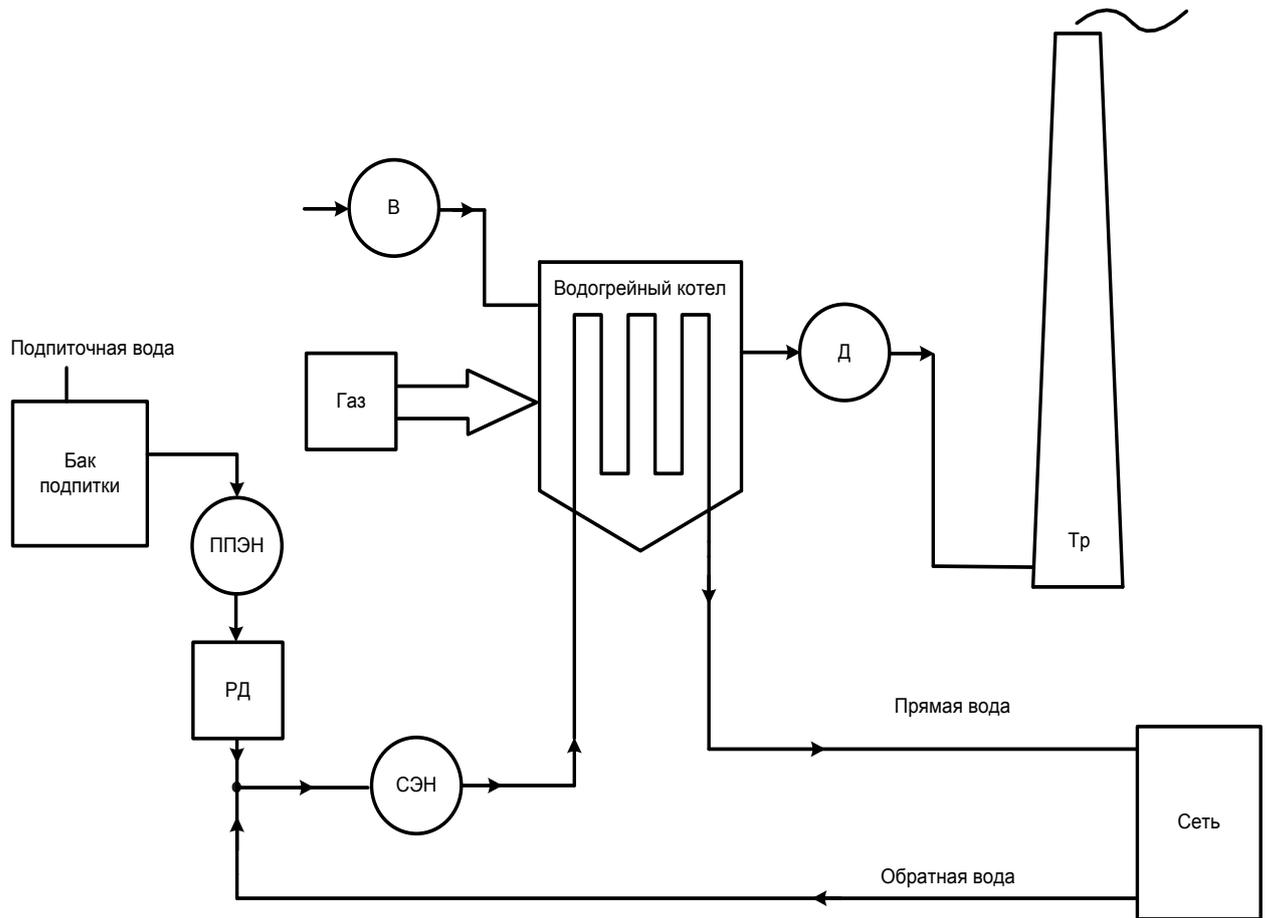


Рисунок 1.1 - Структурная схема центрального теплоснабжения:

Д - дымосос; В - вентилятор; ППЭН - насос подпитки;

Тр - труба

На рисунке 1.2 показана упрощенная принципиальная гидравлическая схема сети котельной.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

8

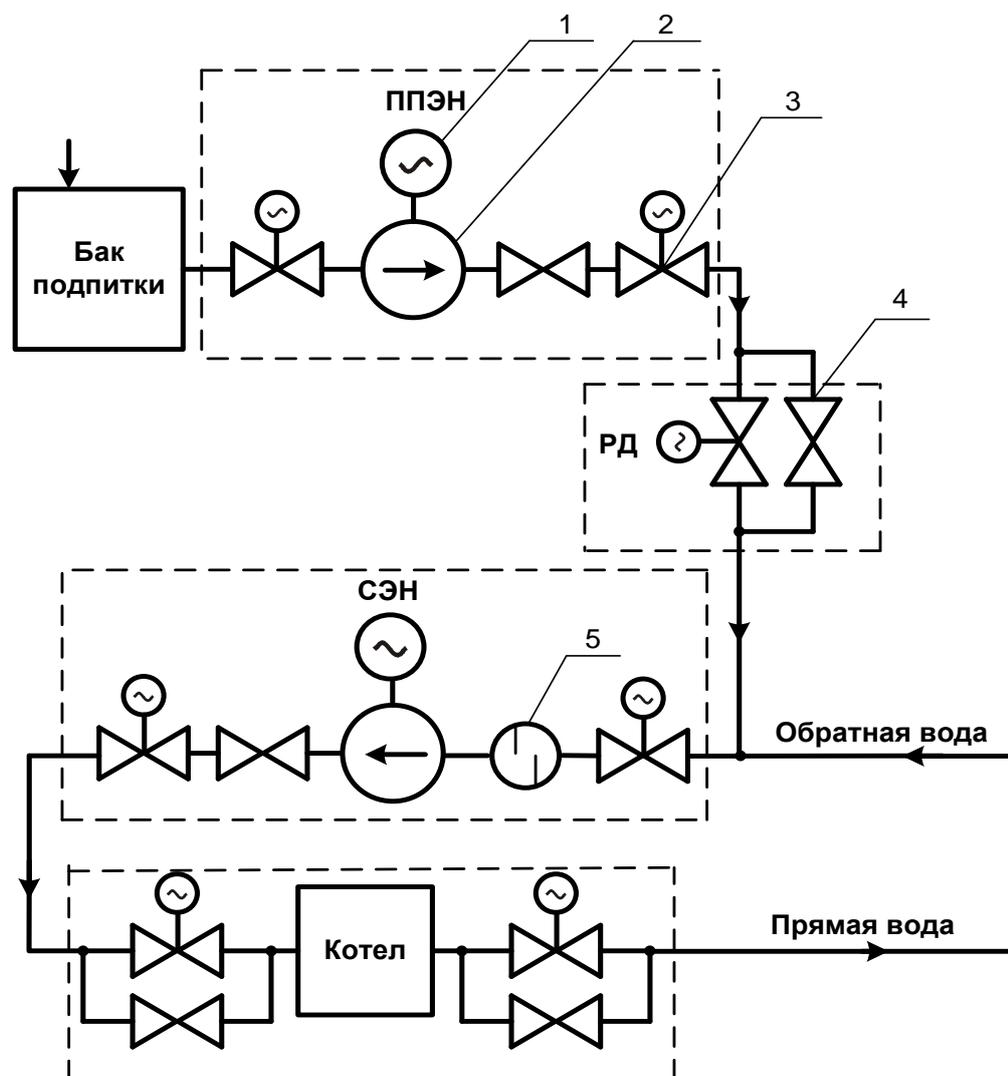


Рисунок 1.2 - Упрощенная принципиальная гидравлическая схема:

1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 - задвижка с электроприводом; 4 – задвижка; 5 - грязевик

Тепло из источников тепла передается в магистральные тепловые сети. Теплоноситель перекачивается сетевыми насосами, которые работают не прерывно. Поэтому подбору и способу эксплуатации насосов должно уделяться особое внимание. Режим работы насоса зависит от режимов тепловых пунктов. Снижение расхода на центральном тепло пункте влечет за собой нежелательное увеличение напора насоса (насосов). Увеличение напора отрицательно воздействует на все компоненты системы. В лучшем случае увеличится только гидравлический шум. В любом случае теряется электрическая энергия.

Основное преимущество применения западного оборудования и западных методов регулирования является компактность, широкий диапазон тепловых нагрузок, энерго эффективность, улучшение качества и уменьшение расхода горячей воды, снижение давления во внутренних сетях и уменьшение эксплуатационных затрат, несомненный положительным фактором нашей экономики.

Управление работой оборудования индивидуального тепло пункта и регулирование режимов отпуска тепла и воды потребителю осуществляются автоматически, без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Индивидуальный тепло пункт позволяет значительно снизить затраты на обеспечение теплом населенных пунктов, предприятий, хозяйств. С применением индивидуального тепло пункта отпадает необходимость капитального строительства зданий центральных тепловых пунктов и прокладки, а следовательно, и последующего ремонта сетей горячего водоснабжения. Капитальные затраты на подключение объектов снижаются при этом в три раза. На рисунке 1.3 изображена функциональная схема индивидуального тепло пункта[3].

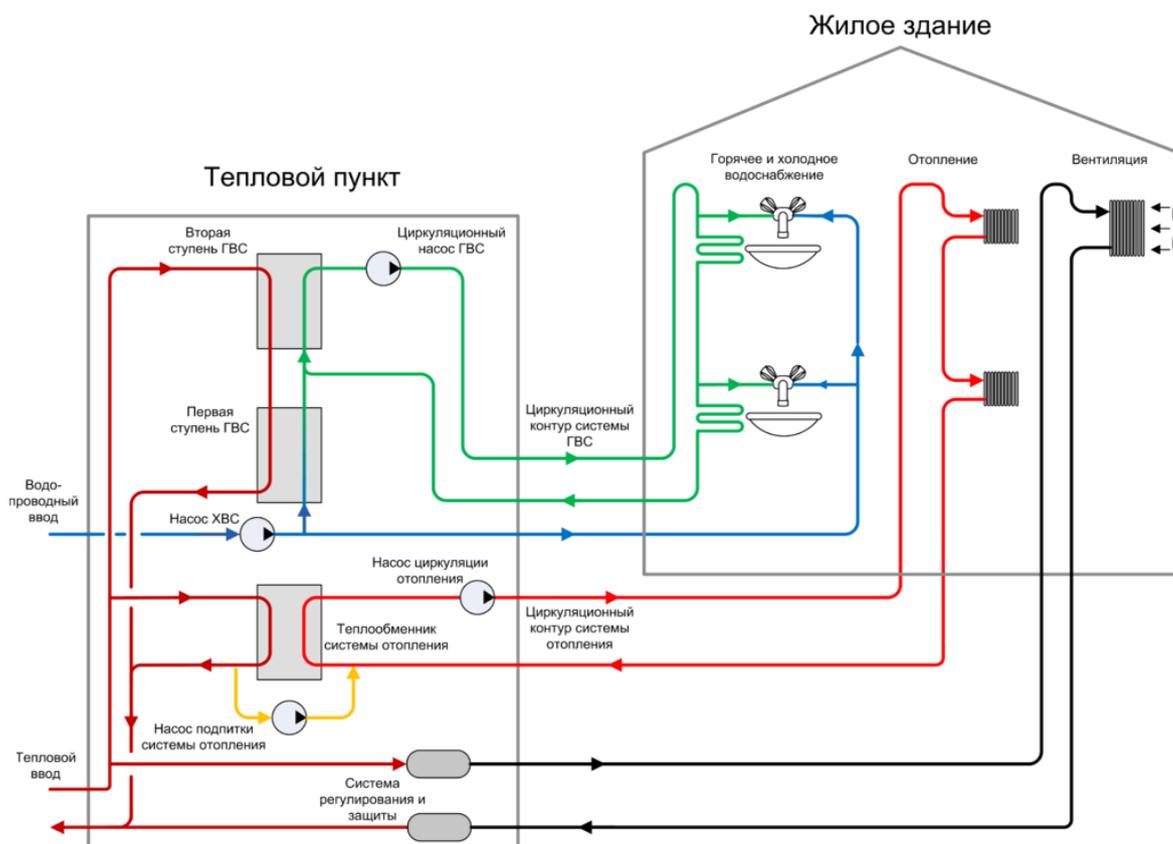


Рисунок 1.3 – Функциональная схема индивидуального теплового пункта

Вывод: вся система основана на принципе двух трубной разводки, которая является лучшим технико-экономическим компромиссом. Такое решение позволяет снизить потери тепла и потребление электроэнергии.

## 2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Тепловой пункт (ТП) - это комплекс устройств, расположенный в обособленном помещении, состоящий из элементов тепловых энергоустановок, обеспечивающих присоединение этих установок к тепловой сети, их работоспособность, управление режимами теплоснабжения, трансформацию, регулирование параметров теплоносителя и распределение теплоносителя по типам потребления.

Основными задачами тепловых пунктов являются:

- преобразование вида теплоносителя;
- контроль и регулирование параметров теплоносителя;
- распределение теплоносителя по системам теплоснабжения;
- отключение систем теплоснабжения;
- защита систем теплоснабжения от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- учет расходов теплоносителя и тепла.

Тепловые пункты различаются по количеству и типу подключенных к ним систем теплоснабжения, индивидуальные особенности которых, определяют тепловую схему и характеристики оборудования тепловых пунктов, а также по типу монтажа и особенностям размещения оборудования в помещении тепловых пунктов, различают следующие виды тепловых пунктов:

- индивидуальный тепловой пункт (ИТП);
- центральный тепловой пункт (ЦТП);
- блочный тепловой пункт (БТП).

Индивидуальный тепловой пункт используется для обслуживания одного потребителя (здания или его части). Как правило, располагается в подвальном или техническом помещении здания, однако, в силу особенностей обслуживаемого здания, может быть размещён в отдельном сооружении[1].

В выпускной квалификационной работе рассматриваем индивидуальный тепловой пункт он имеет следующие виды тепловых нагрузок:

- система горячего водоснабжения (ГВС) предназначена для снабжения потребителей горячей водой. Различают закрытые и открытые системы горячего водоснабжения. Часто тепло из системы ГВС используется потребителями для частичного отопления помещений, например, ванных комнат, в многоквартирных жилых домах;
- система отопления предназначена для обогрева помещений с целью поддержания в них заданной температуры воздуха. Различают зависимые и независимые схемы присоединения систем отопления.

При зависимых схемах присоединения давление в абонентской установке зависит от давления в тепловой сети. При независимых схемах присоединения давление в местной системе не зависит от давления в тепловой сети[2].

Оборудование теплового пункта при зависимой схеме присоединения проще и дешевле, чем при независимой, при этом может быть получен несколько больший перепад температур сетевой воды в абонентской установке. Увеличение перепада температуры воды уменьшает расход теплоносителя в сети, что может

привести к снижению диаметров сети и экономии на начальной стоимости тепловой сети и на эксплуатационных расходах[2].

Жилые здания, имеющие обычно два вида тепловой нагрузки – отопление и горячее водоснабжение. Отопительная установка и установка горячего водоснабжения присоединены к тепловой сети по принципу несвязанного регулирования. Обе установки работают независимо друг от друга. Расход сетевой воды в отопительной установке не зависит от нагрузки установки горячего водоснабжения и поддерживается постоянным с помощью регулятора расхода. Расход сетевой воды на горячее водоснабжение изменяется в весьма широком диапазоне – от максимального в часы наибольшего водоразбора до нуля в период отсутствия водоразбора.

Соотношение расходов воды на горячее водоснабжение из подающей и обратной линий, зависящее от температуры сетевой воды на абонентском вводе, устанавливается регулятором температуры. Суммарный расход сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети равен сумме расходов воды в подающем трубопроводе на отопление и горячее водоснабжение.

Максимальный расход сетевой воды в подающем трубопроводе, по которому определяется расчетный расход в подающем трубопроводе сети, имеет место при максимальной нагрузке горячего водоснабжения и минимальной температуре воды в этом трубопроводе, то есть при режиме, когда нагрузка горячего водоснабжения целиком обеспечивается из подающего трубопровода.

Расход сетевой воды в обратном трубопроводе после абонентской установки равен разности расходов сетевой воды на отопление и водоразбор из этого трубопровода на горячее водоснабжение. Максимальный расход воды в обратном трубопроводе равен расходу на отопление. Такое соотношение устанавливается тогда, когда расход воды на горячее водоснабжение полностью отсутствует, например, в ночное время, или при удовлетворении нагрузки горячего водоснабжения полностью водой из подающего трубопровода тепловой сети, что имеет место при минимальной температуре воды в нем, равной 60 °С.

При подключении на абонентских вводах жилых зданий отопительной установки и установки горячего водоснабжения по принципу несвязанного регулирования получается завышенный расчетный расход воды в подающем трубопроводе тепловой сети, росту начальных затрат на ее сооружения и удорожанию транспорта теплоты.

Расчетный расход воды в городских тепловых сетях заметно снижается при присоединении на тепловых пунктах отопительных установок горячего водоснабжения по принципу связанного регулирования. В этом случае регулятор расхода, установленный на общем подающем трубопроводе абонентского ввода, поддерживает постоянный расход воды из подающего трубопровода на тепловой пункт. В часы большого водоразбора на горячее водоснабжение из подающего трубопровода снижается подача сетевой воды, а, следовательно, и теплоты на отопление.

Недоданная теплота компенсируется в часы малого водоразбора из подающего трубопровода, когда большая часть или вся сетевая вода, поступающая на теп-

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

ловой пункт, направляется в отопительную систему. Гидравлическая разрегулировка отопительных установок в периоды большого водоразбора из подающего трубопровода может быть устранена при установке на перемычке элеватора центробежного насоса, который в при этих режимах включается в работу.

При присоединении абонентских установок по принципу связанного регулирования строительная конструкция отапливаемых зданий используются в качестве теплового аккумулятора, выравнивающего суточный график тепловой нагрузки абонентской установки.

При повышенной гидравлической нагрузке горячего водоснабжения у большинства абонентов, что характерно для новых жилых районов, часто отказываются от установки регуляторов расхода на тепловых пунктах, ограничиваясь установкой только регуляторов температуры в узле присоединения абонентской системы горячего водоснабжения к тепловой сети. Роль регуляторов расхода воды в этой схеме выполняют постоянные гидравлические сопротивления, устанавливаемые на тепловых пунктах при начальной регулировке системы теплоснабжения. Постоянное сопротивление рассчитывается индивидуально для каждого ввода из условия получения одинакового закона изменения расхода сетевой воды у всех абонентов при изменении нагрузки горячего водоснабжения[3].

Согласно СНиП 41-01-2003 системы отопления должны обеспечивать в отапливаемых помещениях нормируемую температуру воздуха в течение отопительного периода при параметрах наружного воздуха не ниже расчетных. Для обеспечения требуемой гидравлической и тепловой устойчивости систем водяного отопления потери давления должны составлять:

- в стояках однотрубных систем - не менее 70% общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в общих участках;
- в стояках однотрубных систем отопления с нижней разводкой подающей и верхней разводкой обратной магистрали - не менее 300 Па на каждый метр высоты стояка;
- в циркуляционных кольцах через верхние приборы (ветки) двухтрубных вертикальных систем, а также через приборы однотрубных горизонтальных систем - не менее естественного давления в них при расчетных параметрах теплоносителя.

Наиболее эффективной и регулируемой является двухтрубная система, для которой и будут в дальнейшем производиться все расчеты.

Автоматическое управление отпуском теплоты на здания может производиться по отклонению регулируемой величины, по возмущению и путем комбинирования этих двух методов.

В первом случае датчики, измеряющие температуру внутреннего воздуха, устанавливаются в одном или нескольких отапливаемых помещениях и приводят в действие регулятор при отклонении этой температуры от установленного значения. Для осуществления программного регулирования датчики оборудуются специальным устройством, связанным с часовым механизмом.

В нашем случаи регулирование происходит по возмущению датчики устанавливаются снаружи здания и измеряют значения метеорологических парамет-

ров. Использование этого метода требует соблюдения условия инвариантности системы отопления по отношению к внешним возмущениям.

Математически это условие выражается следующим образом:

$$W_{\text{упр}} = W_{\text{возм}} \quad (2.1)$$

где  $W_{\text{упр}}$  — передаточная функция по управляющему воздействию;

$W_{\text{возм}}$  — то же, по возмущающему воздействию.

Расшифровывая значения указанных передаточных функций, можно получить:

$$W_{\text{сист}} \times W_{\text{комп}} = W_{\text{м}} + W_{\text{б}}, \quad (2.2)$$

где  $W_{\text{сист}}$  — передаточная функция объекта теплоснабжения, охватываемого данной ступенью управления, от температуры (расхода) теплоносителя на выходе из узла управления к количеству теплоты, передаваемой воздуху отапливаемого помещения;

$W_{\text{комп}}$  — передаточная функция регулятора с соответствующим компенсирующим устройством;

$W_{\text{м}}$ ,  $W_{\text{б}}$  — передаточные функции теплоемких и нетеплоемких наружных ограждений — от изменения метеорологических условий к количеству теплоты, теряемой отапливаемыми помещениями [3].

Схема компенсации возмущений, отвечающая уравнению (2.2), приведена на рисунке 2.1.

Достоинство автоматического управления по отклонению заключается в том, что регулятор учитывает всю совокупность факторов, влияющих на температурный режим отапливаемых помещений, и выполняет свою задачу независимо от причин, вызвавших отклонение внутренней температуры [2].

Эксплуатационные изменения статических и динамических характеристик объекта практически не сказываются на качестве регулирования. Недостатки этого метода заключаются в следующем.

В современных многоэтажных зданиях, даже при хорошо отрегулированной системе отопления, наблюдается значительный разброс температур воздуха в отапливаемых помещениях, намного превышающий допустимую точность регулирования. В связи с этим выбор представительных помещений с целью сведения к минимуму влияния случайных, локальных факторов на процесс управления представляет большие трудности. Увеличение же с этой целью общего количества датчиков — контрольных помещений приводит к удорожанию автоматики, усложнению ее обслуживания и снижению надежности.

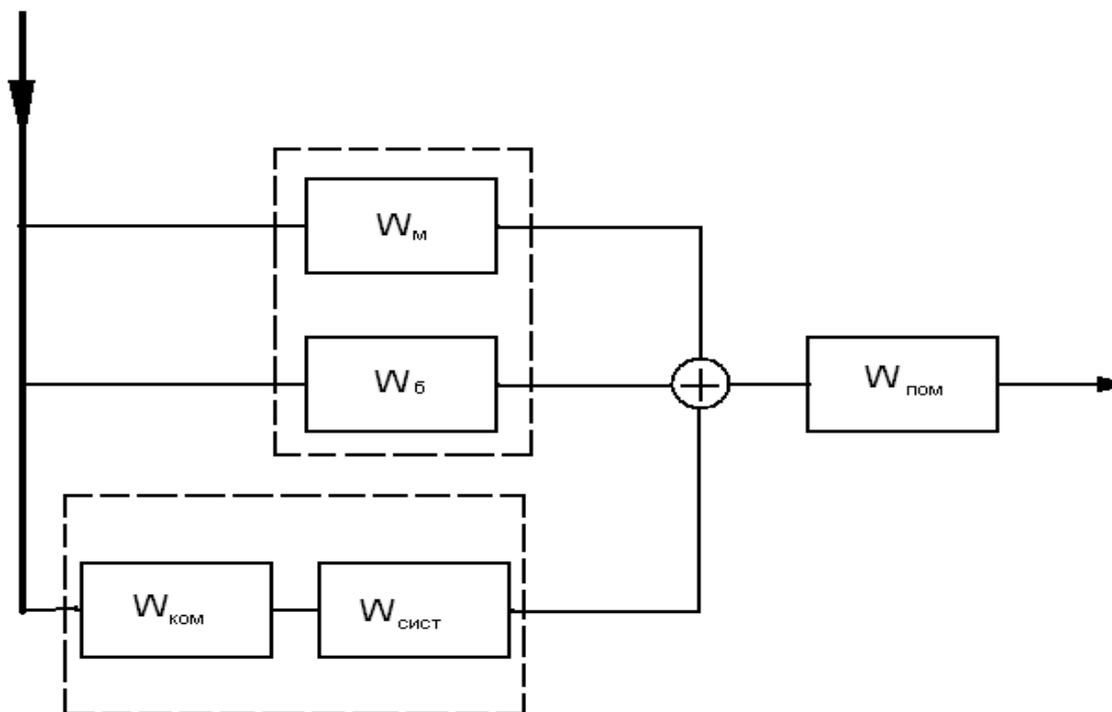


Рисунок 2.1 - Схема компенсации возмущений в системе отопления

Система автоматического управления по отклонению внутренней температуры обладает неблагоприятными динамическими характеристиками, поскольку замкнутый контур регулирования содержит в данном случае звено с большой инерционностью — отапливаемое здание

Достоинство автоматического управления по возмущению состоит в том, что оно производится по основным определяющим режимам теплопотребления зданий (температура наружного воздуха, скорость ветра, солнечная радиация). Влияние локальных, случайных факторов на температуру воздуха в том или ином помещении на процесс управления исключается.

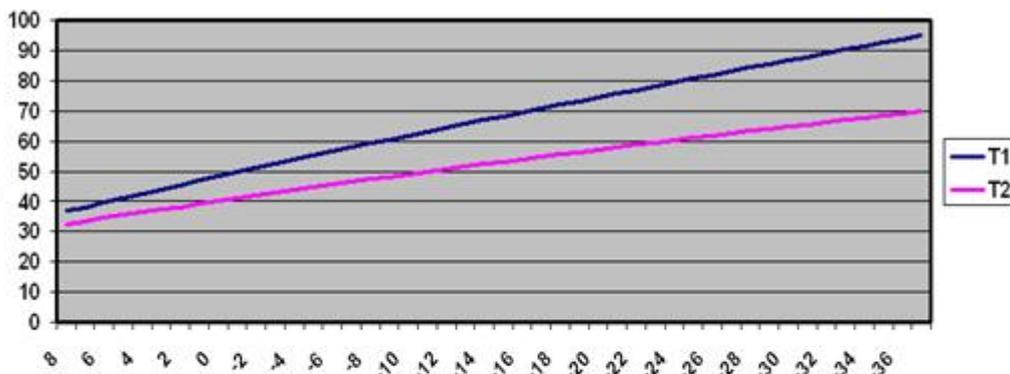
На рисунке 2.2 представлен температурный график регулирования теплоты в зависимости от наружного воздуха.

При управлении по возмущению система обладает хорошими динамическими свойствами, так как в контур регулирования не входит отапливаемое помещение. При этом регулятор начинает выполнять свою задачу еще до того, как возмущающее воздействие проникло в отапливаемое помещение и вызвало в нем отклонение регулируемой величины - температуры воздуха от заданного значения [2].

Учитывая многообразие возмущений, действующих в системе теплоснабжения, и особенности этой системы как объекта управления, становятся очевидными те трудности принципиального характера, которые возникают при применении рассматриваемого метода управления.

Наиболее распространенная схема управления по возмущению предусматривает наличие обратной связи по параметру теплоносителя в тепловом пункте. В связи с этим система управления оказывается частично замкнутой (по регулирующему параметру) и в ее контур включается источник теплоты, тепловые сети, а

при установке датчика температуры на обратном трубопроводе — и система отопления. Таким образом, создается принципиальная возможность исключить влияние случайных отклонений режима работы тепловой сети на тепловой режим здания.



tн	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15
T1	36,8	38,3	39,8	41,3	42,8	44,2	45,7	47,1	48,5	50	51,3	52,6	54	55,3	56,7	58	59,3	60,6	62	63,2	64,5	65,8	67,1	68,4
T2	32,2	33,3	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,3	41,2	42,2	43,1	44	44,9	45,8	46,6	47,5	48,4	49,2	50	50,9	51,7	52,6	53,4

tн	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35	-36	-37
t1	69,6	70,9	72,1	73,4	74,6	75,9	77	78,3	79,5	80,7	82	83,2	84,4	85,6	86,8	88	89,1	90,3	91,5	92,7	93,8	95
t2	54,2	55	56	56,6	57,4	58,1	58,9	59,7	60,4	61,2	62	62,7	63,5	64,2	65	65,7	66,4	67,1	67,9	68,6	69,3	70

tн – Температура наружного воздуха.

T1 – Температура теплоносителя на подающем трубопроводе.

T2 – Температура теплоносителя на обратном трубопроводе.

Рисунок 2.2 Температурный график 95-70 °С.

Рассматриваемая схема реализует следующий закон управления:

$$П = F(B), \quad (2.3)$$

где П — параметр обратной связи;

В - внешние возмущения, заложенные закон управления.

В качестве обратной связи П в различных схемах автоматизации систем теплоснабжения и отопления используются температура воды на входе в пункт управления, температура обратной воды, полу суммы температур прямой и обратной воды, расход воды, температура и расход воды.

Во многих существующих системах автоматизации для оценки внешних возмущений используются датчики температуры наружного воздуха. Величина сигнала от этого датчика сравнивается с температурой теплоносителя, которая должна быть равна температуре по отопительному графику, заложенному в закон управления. Преимуществом такой системы является простота схемной реализации, а недостатком — отсутствие учета при управлении других метеорологических факторов (кроме наружной температуры), а также динамических свойств объекта.

Для формирования сигнала, характеризующего величину внешних возмущений В, могут применяться физические и математические модели.

В первом случае используется датчик, обеспечивающий комплексный учет метеорологических параметров (температуры наружного воздуха, скорости ветра, солнечной радиации), действующих на здание или его зону (фасад). Такого рода датчик должен представлять собой физическую модель, теплофизические характеристики которой подобны теплофизическим характеристикам здания (или его зоны) по всем каналам передачи внешних возмущений.

Во втором случае параметры внешней среды замеряются с помощью стандартных метеорологических датчиков. Полученная от этих датчиков информация поступает на вычислительное устройство, которое в зависимости от замеренных величин, времени суток, дня недели, а также других факторов рассчитывает в соответствии с программой, построенной для эталонной модели здания, требуемое значение параметра.

Наиболее целесообразным методом регулирования отпуска теплоты в системах индивидуального теплоснабжения современных городов с разнородной тепловой нагрузкой (отопление, горячее водоснабжение) является сочетание центрального качественного регулирования по отопительной нагрузке или по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения с групповым или местным количественным регулированием отдельных видов нагрузки [2].

Выбор основного импульса для местного регулирования зависит от типа и режима работы установки.

В установках горячего водоснабжения в качестве такого импульса обычно выбирается температура воды после подогревателя в закрытых системах.

Выбор импульса для регулирования отопительной нагрузки является более сложной задачей, так как температуры в отдельных помещениях отапливаемых зданий могут существенно различаться и зависят не только от количества теплоты, поданной в здание, но и от качества работы отопительной установки здания, условия эксплуатации отдельных помещений, бытовых тепловыделений, а также солнечной инсоляции и инфильтрации, которые, в свою очередь, зависят от размещения отдельных помещений здания по отношению к сторонам света и розе ветров. Поэтому для экономичного удовлетворения отопительной нагрузки необходимо в дополнение к местному регулированию осуществлять индивидуальное регулирование отдельных помещений или отдельных зон каждого здания, подверженных различному влиянию солнечной инсоляции, ветровой инфильтрации, бытовых тепловыделений и других условий.

Для местного регулирования отопительной нагрузки используются обычно следующие отдельные импульсы:

- а) внутренняя температура представительного помещения или средняя внутренняя температура нескольких помещений;
- б) внутренняя температура устройства, моделирующего температурный режим;
- в) температура наружного воздуха или интегральный метеорологический показатель, учитывающий наружную температуру и солнечную инсоляцию.

Это позволяет без нарушения качества теплоснабжения использовать аккумулирующую способность зданий для балансирования подачи теплоты на отоп-

ление за определенный период времени (например, за 12 ч или 1 сутки) при неравномерной тепловой нагрузке системы в отдельные часы суток.

При использовании первых двух импульсов создается также возможность применять различные сочетания температур и расходов воды в подающем трубопроводе тепловой сети для удовлетворения отопительной нагрузки.

Необходимость в осуществлении таких режимов возникает обычно при каких-либо отказах на отдельных участках параллельно работающих сблокированных магистральных тепловых сетей.

При временном снижении пропускной способности сети по расходу воды можно сбалансировать подачу теплоты на отопление путем повышения температуры в подающем трубопроводе тепловой сети. При использовании третьего импульса, т.е. наружной температуры или интегрального метеорологического показателя, регулирование отопительной нагрузки осуществляется по расчетной программе, в которой заложены режимы теплоснабжения, характеристики оборудования групповой или местной подстанции и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и аккумулирующей способности здания. Программой задается расход сетевой воды при разных наружных температурах. При этом исходят из условия постоянного соответствия температуры воды в подающем трубопроводе тепловой сети температуре наружного воздуха. При отклонении фактической температуры воды в тепловой сети от расчетной для данной температуры наружного воздуха возникает небаланс теплоты во всех отапливаемых помещениях.

Вывод: в данном проекте разрабатывается система закрытая независимая. Плюс такой системы в том, что есть возможность регулировать давление в трубопроводе, есть возможность регулировать температуру по обращению потребителя.

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

### 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

По функциональному назначению тепловой пункт можно разделить на отдельные узлы рисунок 3.1, связанные между собой трубопроводами и имеющие обособленные или, в отдельных случаях, общие средства автоматического управления:

- I — узел ввода тепловой сети;
- II — узел учета теплотребления;
- III — узел согласования давлений (в тепловой сети и системах теплотребления);
- IV — узел присоединения систем вентиляции;
- V — узел присоединения системы ГВС;
- VI — узел присоединения систем отопления.

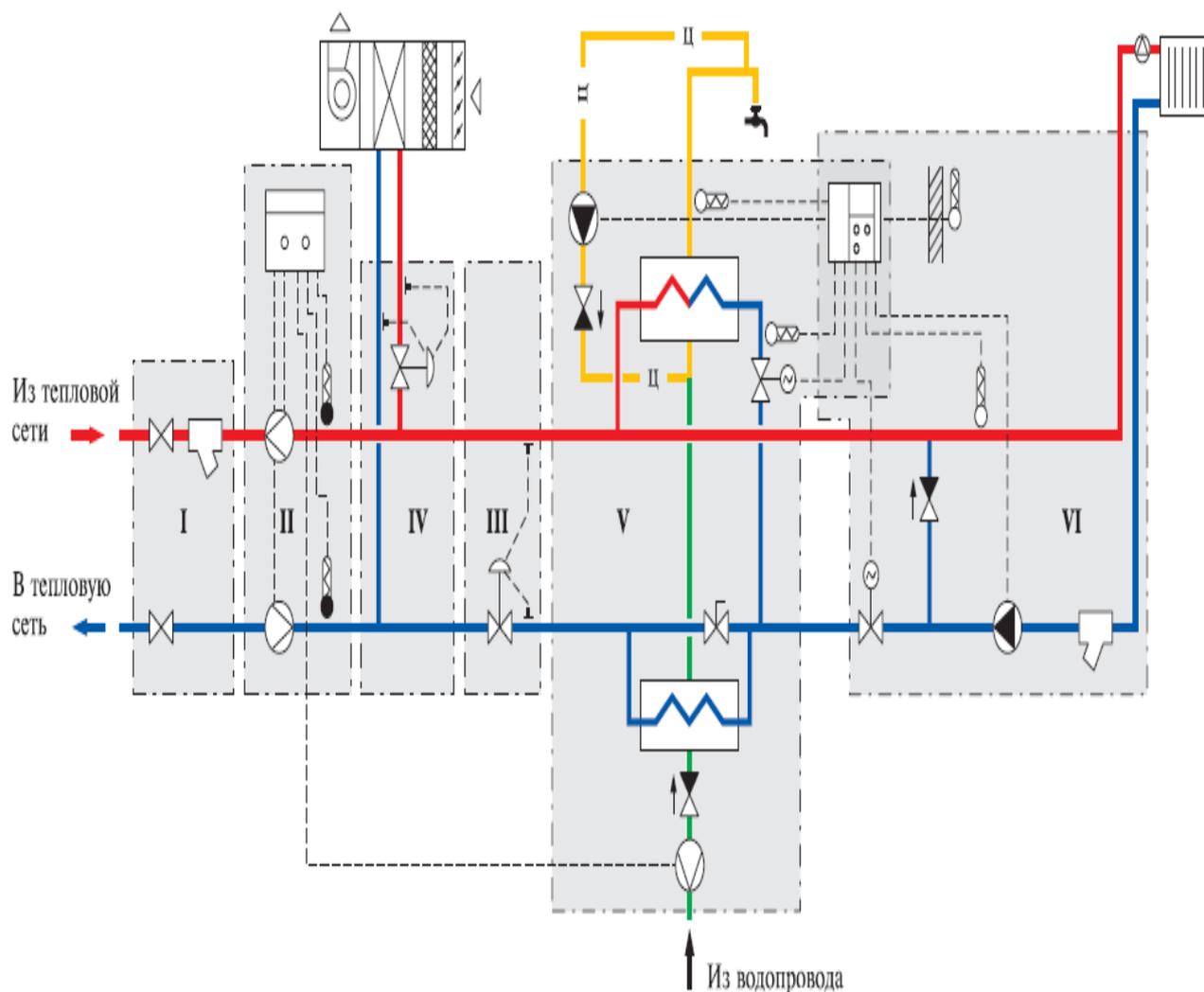


Рисунок 3.1 – Гидравлическая функциональная схема индивидуального теплового пункта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

19

Узел ввода тепловой сети, учета теплоснабжения и согласования давлений являются обязательной принадлежностью отопительного теплового пункта.

Узел учета теплоснабжения (далее — «узел учета») входит в состав теплового пункта. Проект узла учета должен выполняться в соответствии с требованиями «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя». На рисунке 3.2 в качестве прибора учета рекомендуется применять тепловычислитель типа «СПТ 943.1», который предназначен для вычисления потребляемой тепловой энергии в двух отдельных контурах отопления закрытых и открытых систем теплоснабжения [2].

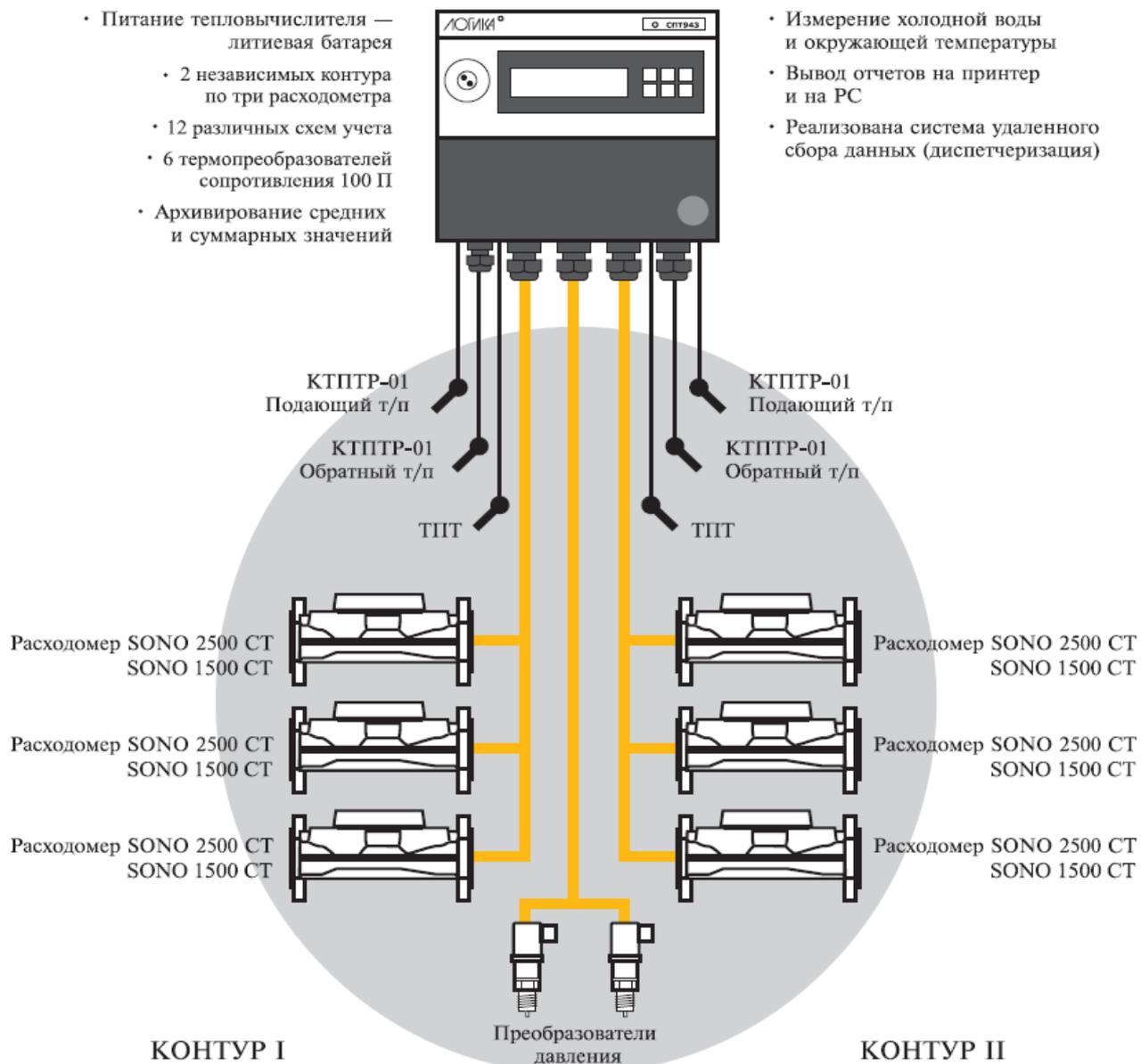


Рисунок 3.2 - Теплосчетчик «Логика 9943-У4»

На основе показаний расходомеров и термопреобразователей тепловычислитель рассчитывает величину фактического теплоснабжения. Импульсные сиг-

налы расходомеров могут также использоваться для введения ограничения максимального расхода теплоносителя.

Узел согласования давлений предназначен для обеспечения работы всех элементов теплового пункта, систем теплоснабжения, а также тепловых сетей в стабильном и безаварийном гидравлическом режиме [2].

Оборудование узла согласования давлений позволяет:

- поддерживать постоянные перепады давлений теплоносителя на исполнительных механизмах регулирующих устройств систем теплоснабжения;
- обеспечивать давление теплоносителя в трубопроводах в пределах, допустимых для элементов систем и самого теплового пункта;
- гарантировать заполнение систем теплоносителем и защищать их от опорожнения;
- обеспечивать не вскипание перегретого теплоносителя в верхних точках систем теплоснабжения;
- при необходимости ограничивать предельный расход теплоносителя;
- осуществлять автоматическую гидравлическую балансировку тепловых сетей.

Поскольку системы вентиляции в настоящей выпускной квалификационной работе не рассматриваются, узел присоединения систем вентиляции не будет рассмотрен.

Способ приготовления горячей воды для хозяйственно-питьевых нужд определяется принятой в регионе схемой централизованного теплоснабжения.

При закрытой системе теплоснабжения нагрев водопроводной воды для ГВС производится, как правило, в скоростных водоподогревателях. В качестве водоподогревателей в современных системах горячего водоснабжения рекомендуется использовать пластинчатые водоподогреватели. Для небольших зданий, а также в целях обеспечения гарантированного запаса горячей воды (по требованию заказчика) допускается применение емкостных водоподогревателей.

Скоростные водоподогреватели могут присоединяться к системе теплоснабжения по одноступенчатой параллельной или двухступенчатой смешанной схеме. При двухступенчатой схеме в холодный период года водопроводная вода сначала подогревается обратным теплоносителем после системы отопления в первой ступени, а затем доводится до требуемой температуры во второй ступени первичным теплоносителем из тепловой сети. В теплый период года водопроводная вода нагревается только за счет сетевого теплоносителя, который в это время проходит последовательно через обе ступени водоподогревателя.

Зависимая схема присоединения системы отопления — самая распространенная в настоящее время. По требованиям нормативных документов она является приоритетной. Эта схема присоединения применяется, прежде всего, при одинаковом графике регулирования температуры теплоносителя в тепловой сети и в системе отопления. Основным критерием ее использования в других случаях является предписание теплоснабжающей организации.

Зависимая схема не требует использования дорогого тепломеханического оборудования. Главным ее элементом является насос, который необходим при ав-

томатизации узла, а также при применении радиаторных терморегуляторов в системе отопления. Гидроэлеватор в качестве побудителя циркуляции не рассматривается как устройство, создающее недостаточные напоры и не поддающееся автоматизации.

Насос рекомендуется устанавливать в контуре системы отопления на подающем или обратном трубопроводе. Он подбирается на расчетный расход теплоносителя в системе отопления и при напоре, соответствующем суммарным потерям давления в ней с запасом в 10 % [18].

Автоматизация независимо присоединенной к тепловой сети системы отопления осуществляется с помощью электронных регуляторов температуры (погодных компенсаторов).

Вывод: произведен выбор узла учета тепловой энергии. Выбран тепловычислитель типа «СПТ 943.1», с помощью него есть возможность регулировать давление в системе отопления и горячего водоснабжения, температуру и так же предотвратить закипание в системе.

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

#### 4 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК ЗДАНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящей выпускной квалификационной работе, в качестве отапливаемого здания рассматривается пятиэтажное жилое здание с габаритными размерами 10х60х15 м. Поскольку отапливаемое здание является жилым, помимо нагрузки отопления в нем имеется нагрузка горячего водоснабжения. Количество жильцов равно 350 человек. Для выбора технологического оборудования отопительно-теплого пункта необходимо вычислить расчетные расходы теплоты на отопление, а также среднечасовой расчетный и максимально часовой расходы теплоты на горячее водоснабжение, суммарную тепловую мощность систем отопления и ГВС.

По СНиП 2.04.07-86 наименьшей температурой воды в подающем трубопроводе для закрытых систем теплоснабжения, необходимым для подогрева воды, поступающей в системы горячего теплоснабжения потребителей должно быть не менее 70 °С, в нашем случае температура равна 95 °С [3].

Тепловые нагрузки принимают по проектным данным, если в результате обследования установлено соответствие проектам систем отопления и горячего водоснабжения. При отсутствии проектов или их несоответствии фактическим данным тепловые нагрузки для жилых зданий – по удельным характеристикам [5].

Расчетные расходы теплоты ( $Гкал/ч$ ) на отопление жилых зданий определяют по укрупненным показателям:

$$Q_{от} = \alpha \cdot q \cdot V \cdot (t_{н} - t_{н.р}) \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/ч}, \quad (4.1)$$

где  $q$  – удельная отопительная характеристика здания при  $t_{н.р} = -30$  °С,  $кал/(м^3 \cdot ч \cdot ^\circ C)$ ,  $q = 0,40 \text{ ккал}/(м^3 \cdot ч \cdot ^\circ C)$ ;

$\alpha$  – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия и применяемый в случаях, когда расчетная температура наружного воздуха отличается от 30 °С,  $\alpha = 0,95$ ;

$V$  – объем здания по наружному обмеру,  $м^3$ ,  $V = 10 \cdot 60 \cdot 15 = 9000 м^3$ ;

$t_{в}$  – расчетная температура внутри здания, °С,  $t_{в} = 20$  °С;

$t_{н.р}$  – расчетная температура наружного воздуха, °С,  $t_{н.р} = -33$  °С;

$$Q_{от} = 0,95 \times 0,40 \times 9000 \times (20 - (-33)) \times 10^{-6} = 0,18126 \text{ Гкал/ч} = 210,03 \text{ кВт}.$$

Расход воды на отопление рассчитывается по формуле:

$$G_c^p = \frac{Q_{от(в)}^p}{t_{1p} - t_{2p}} \times 10^3, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (4.2)$$

где  $G_c^p$  – расход на отопление,  $м^3 / \text{ч}$ ;

$Q_{от(в)}^p$  – тепловая нагрузка на отопление,  $Гкал/ч$ ;

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$t_{1p}, t_{2p}$  - температура в падающем и обратном трубопроводах,  $^{\circ}C$   
( $95 - 70^{\circ}C$  соответственно).

$$G_z^p = \frac{0,18106}{25} \times 10^3 = 7.2424 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Расходы теплоты системы горячего водоснабжения:

Расход горячей воды среднечасовой за сутки наибольшего потребления определяется по формуле:

$$G_{z.n.}^{cp} = \frac{a \cdot N}{24} \cdot 10^{-3}, \quad (4.3)$$

где  $N$  - число потребителей равно 350 человек;

$A$  - норма расхода горячей воды на одного потребителя, 120л;

$G_{z.n.}^{cp}$  - среднечасовой расход воды на горячее водоснабжение,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$10^{-3}$  - коэффициент перевода расхода воды из л/ч в  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$$G_{z.n.}^{cp} = \frac{120 \cdot 350}{24} \cdot 10^{-3} = 1,75 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Максимально часовой расход горячей воды:

$$G_{z.n.}^{макс} = \kappa \cdot G_{z.n.}^{cp}, \quad (4.4)$$

где  $G_{z.n.}^{cp}$  - среднечасовой расход воды на горячее водоснабжение,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$G_{z.n.}^{макс}$  - максимально часовой расход воды на горячее водоснабжение,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\kappa$  - коэффициент часовой неравномерности (при  $N=350$ ,  $\kappa=3,55$ ).

$$G_{z.n.}^{макс} = 3,55 \cdot 1,75 = 6,2125 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Среднечасовой расход горячей воды:

$$G_z^{cp} = G_{z.n.}^{cp} \frac{55 \cdot t_x}{t_2 - t_x}, \quad (4.5)$$

где  $t_x$  - температура холодной воды,  $5^{\circ}C$ ;

$t_2$  - температура горячей воды для закрытых,  $55^{\circ}C$ .

$$G_z^{cp} = 1,75 \frac{55 \cdot 5}{55 - 5} = 1,75 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Среднечасовой расчетный и максимально часовой расходы теплоты на горячее водоснабжение ( $\text{Гкал}/\text{ч}$ ) определяют по формулам:

$$Q_z^{cp} = G_{z.n.}^{cp} \cdot (55 - t_x) \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал} / \text{ч}, \quad (4.6)$$

где 55 – принятая температура горячей воды;

$t_x$  - температура холодной воды,  $5^{\circ}C$ ;

$G_{z.n.}^{cp}$  - среднечасовой расход воды на горячее водоснабжение,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$$Q_z^{cp} = 1.75 \times 50 \times 0.001 = 0.0875 \text{ Гкал}/\text{ч} = 101,5 \text{ кВт},$$

				13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР		Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_2^{макс} = G_{2.н.}^{макс} \cdot (55 - t_x) \cdot 10^{-3}, Гкал/ч, \quad (4.7)$$

где  $G_2^{макс}$  - максимально часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup>/ч.

$$Q_2^{макс} = 6,2125 * 50 * 0,001 = 0,310625 Гкал/ч = 360,325 кВт,$$

Суммарный расход теплоты на системы отопление и горячего водоснабжения жилого здания можем рассчитать по формуле:

$$Q_{\Sigma} = Q_{от}^{сп} + G_{2.н.}^{макс}, \quad (4.8)$$

где  $Q_{\Sigma}$  - суммарный расход теплоты на отопление и ГВС, Гкал/ч;

$Q_{от}^{сп}$  - расход теплоты на отопление, Гкал/ч;

$Q_2^{макс}$  - расход теплоты на горячее водоснабжение, Гкал/ч.

$$Q_{\Sigma} = 0,18126 + 0,310625 = 0,491885 Гкал/ч = 570,59 кВт$$

Вывод: с учетом мощности 570,59 кВт может производиться выбор измерительного оборудования индивидуального теплового пункта гидравлической схемы.

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

## 5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

### 5.1 Выбор электронного регулятора

Решения по автоматизации индивидуальных тепло пунктов реализуются на электротехнических, электронных и гидромеханических средствах.

Контроллеры (электронные средства) в автоматическом режиме обеспечивают:

- погодную коррекцию температуры теплоносителя, подаваемого в системы отопления и вентиляции;
- постоянную температуру воды в системе ГВС;
- программирование различных температурных режимов по часам суток и дням недели;
- ограничение максимальных и минимальных значений регулируемых температур теплоносителя и горячей воды;
- контроль по заданному погодозависимому графику температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть системы теплоснабжения;
- остановку систем отопления на лето при кратковременном периодическом включении насосов и регулирующих клапанов;
- управление циркуляционными насосами;
- поддержание заданного статического давления в системах теплоснабжения, подключенных к системе теплоснабжения по независимой схеме;
- подключение к системе диспетчеризации по физическим, GSM, TCP/IP каналам связи.

На рисунке 5.1 в качестве таких средств применяются контроллер оборудованный электронным регулятором температуры воды двух обособленных контуров типа ECL COMFORT 300 (карта С66) производства фирмы «Danfoss», Дания, в комплекте с датчиками температуры и регулируемыми клапанами с электроприводами [17].

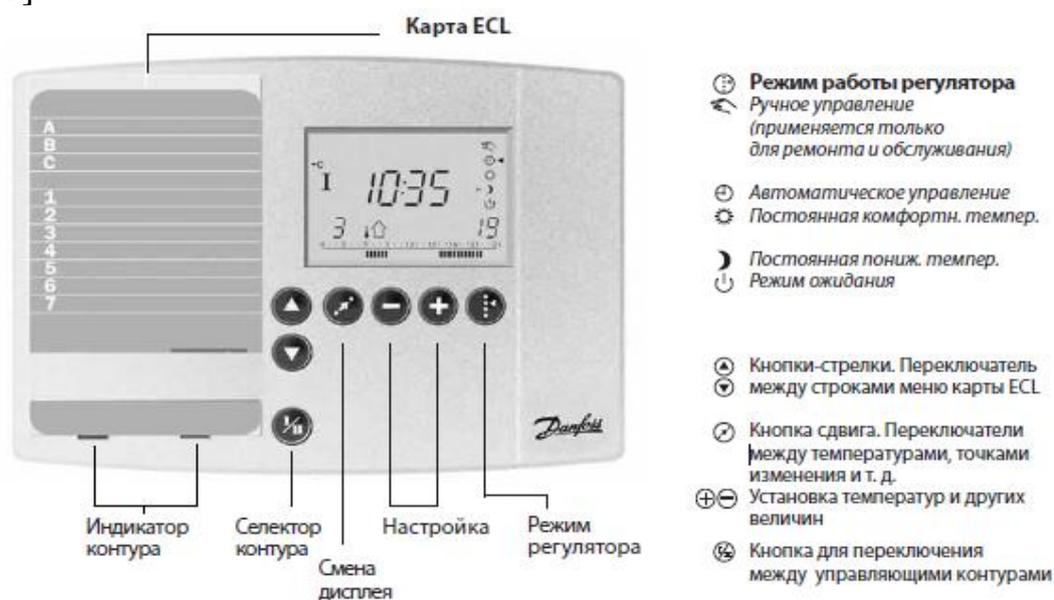


Рисунок 5.1 – Общий вид электронного регулятора ECL Comfort 300

ECL Comfort 300 - двухканальный многофункциональный цифровой регулятор температуры. Регулятор предназначен для одновременного управления двумя регулирующими органами в системах теплоснабжения.

Основные функции регулятора ECL Comfort 300:

– поддержание температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, пропорционально текущему значению температуры наружного воздуха, путем управления клапаном с электроприводом на сетевом теплоносителе. Для этого к регулятору должны быть присоединены датчики температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления. Также возможна коррекция регулирования по температуре воздуха в помещении при дополнительной установке соответствующего датчика;

– периодическое понижение температуры воздуха в помещении, например, в ночные часы. Эта функция может включаться вручную или по команде встроенного программируемого недельного таймера. При этом степень снижения температуры назначается пользователем или зависит от текущего значения температуры наружного воздуха;

– автоматическое отключение системы отопления летом, когда температура наружного воздуха превысит заданное значение. При остановленной системе отопления, регулятор периодически производит включение и выключение циркуляционного насоса и электропривода клапана;

– защита системы отопления от замерзания в режиме ожидания регулятора путем поддержания температуры теплоносителя на минимально допустимом уровне;

– обеспечение постоянной температуры горячей воды при работе регулятора в режиме ГВС;

– приоритетное ограничение по максимальной или минимальной величине температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть (осуществляется факультативно при установке соответствующего температурного датчика);

– временное повышение температуры теплоносителя после ночного снижения и определение длительности периода «натопа» с учетом аккумулирующей способности здания;

– наличие встроенного интерфейса RS232;

– возможность поддержания температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть в зависимости от температуры наружного воздуха путем смещения основного температурного графика:

– наличие функции выбора приоритета управления системой ГВС над системой отопления [17].

ECL Comfort 300 снабжен жидкокристаллическим дисплеем, на котором отображается информация о состоянии регулятора (требуемые и фактические параметры теплоносителя или значения температуры горячей воды в системе ГВС, символы включения или выключения регулирующего клапана и насоса, временная программа поддержания различных температур по часам суток и дням недели и пр.).

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

На рисунке 5.2 изображен дисплей отображающий информацию о состоянии системы отопления и используется также для установки параметров регулирования.

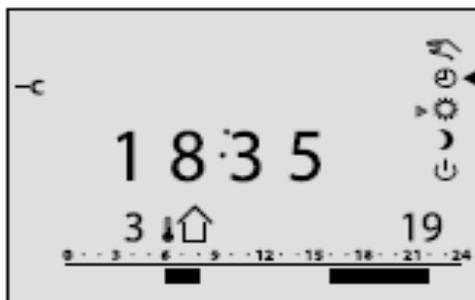


Рисунок 5.2 – Рабочий дисплей

Логика работы ECL Comfort 300 задается с помощью ряда «интеллектуальных» пластиковых карточек с микрочипом. Каждая карточка предназначена для работы с регулятором. На рисунке 5.3 изображена схема подключения ECL COMFORT 300

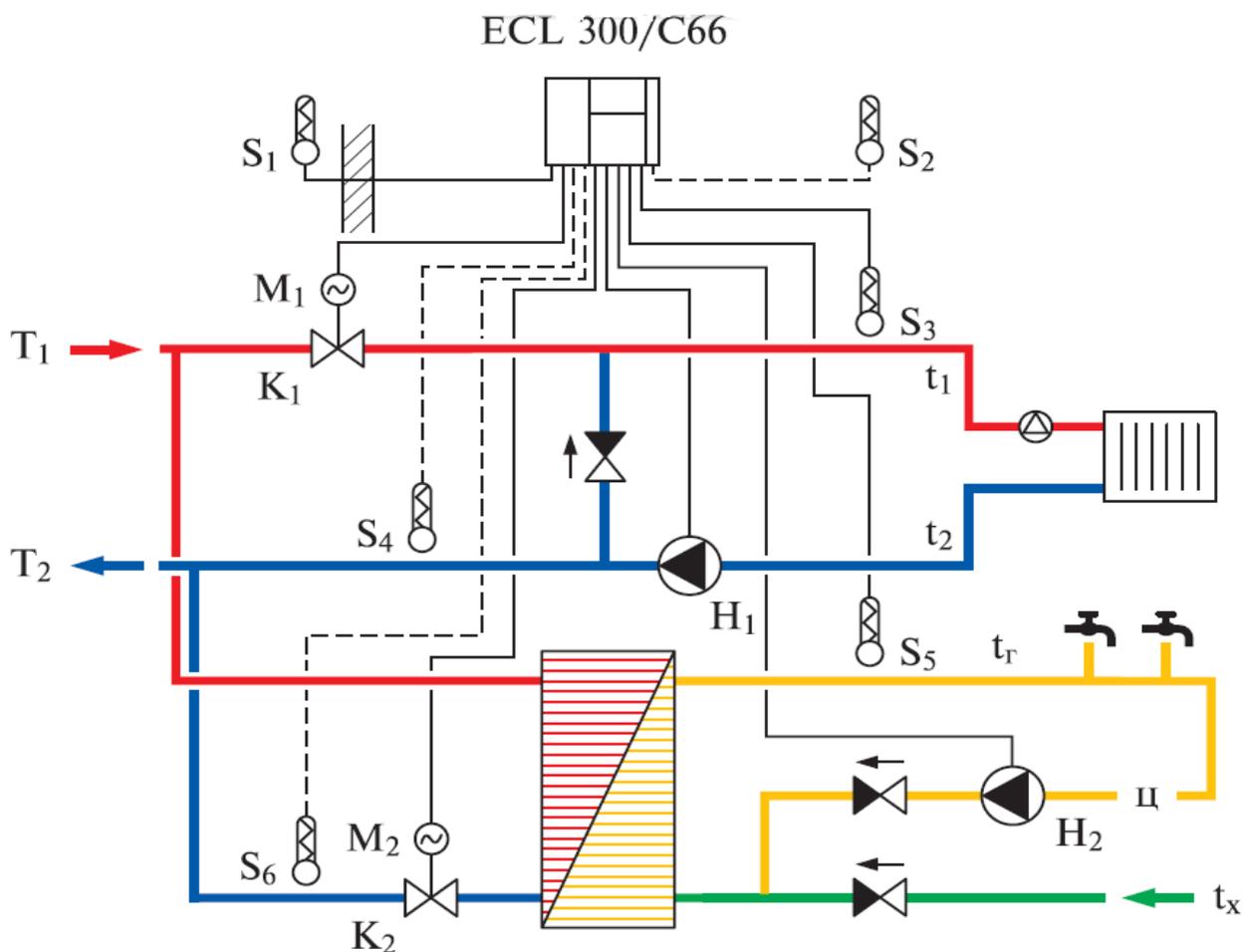


Рисунок 5.3 - Подключение ECL COMFORT 300

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Зависимое присоединение к тепловым сетям рисунок 5.3 регулятор ECL Comfort 300 в режиме регулирования по показаниям датчика наружной температуры S1 корректирует температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления (датчик S3), управляя трехходовым смесительным клапаном K1с электроприводом M1. Коррекция производится по задаваемому потребителем температурному графику зависимости температуры теплоносителя от температуры наружного воздуха.

В расчетном режиме клапан K1 пропускает в систему отопления из тепловой сети полное количество теплоносителя, и только в промежуточных режимах осуществляется подмес охлажденного в системе отопления теплоносителя к сетевой воде для снижения ее температуры. Если система отопления обслуживает одно помещение или есть возможность объективно оценить среднюю температуру воздуха в многоквартирном здании, то по желанию заказчика к регулятору может быть дополнительно присоединен датчик температуры воздуха в помещении S2, по которому приоритетно корректируется температура теплоносителя, измеряемого датчиком S3.

По показаниям датчика S4 регулятор ECL Comfort 300 приоритетно отслеживает по постоянной величине температуру теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, снижая параметры подаваемого в систему отопления теплоносителя за счет прикрытия прямого прохода трехходового клапана. ECL Comfort 300 с использованием датчика S4 осуществляет контроль температуры обратного теплоносителя по заданному температурному графику. Одновременно регуляторы пускают и останавливают насос соответственно при включении и выключении системы отопления, изменяют параметры регулирования по команде уже встроенного в них цифрового недельного таймера, периодически (в течение 3 минут через каждые 72 часа) тренируют механические элементы системы (клапан, насос) в летний период. На рисунке 5.4 изображена схема электрических соединений

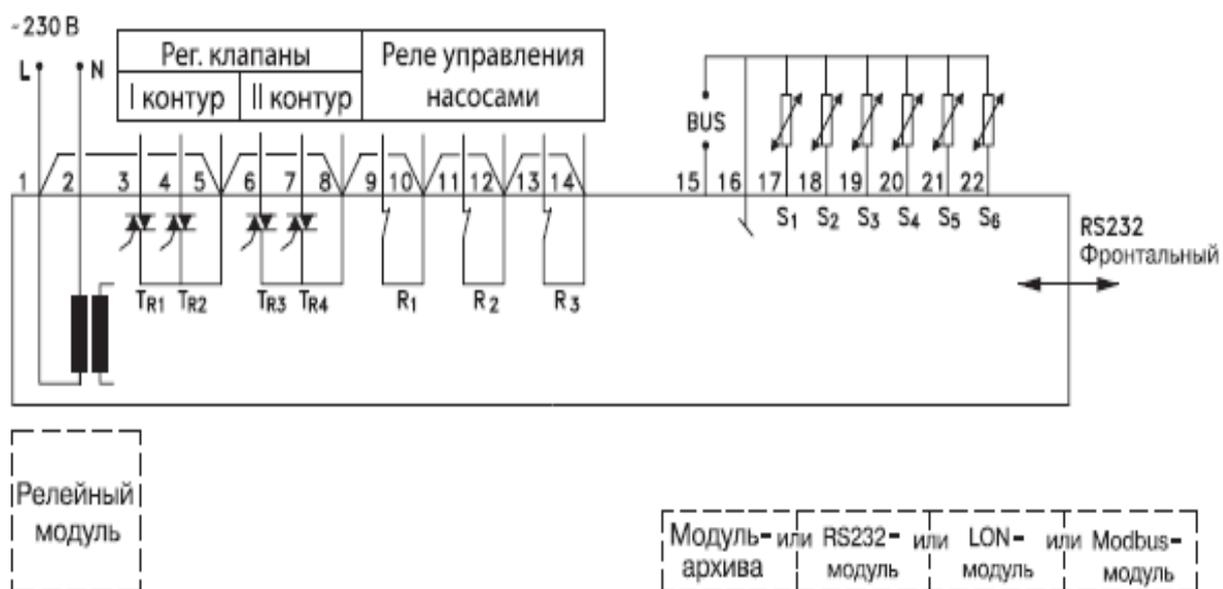


Рисунок 5.4 – Электрическая схема соединений

Таблица 5.1 - Прикладные задачи для регулятора ECL 300

Тип карты	Кодовый номер	Описание приложения	Функция регулирования	Тип регулирования
C14	087B4824	Управление клапанами, вентилятором и заслонкой в системе вентиляции, воздушного отопления или охлаждения	Постоянная температура воздуха	ПИ-регулирование
C25	087B4770	Управление горелочным устройством котла и насосами в системе отопления и ГВС с емкостным водоподогревателем	Погодная компенсация температуры теплоносителя и постоянная температура воды в системе ГВС	Вкл./Выкл.
C35	087B4761	Управление клапаном и насосами в системе отопления и ГВС с емкостным водонагревателем	Погодная компенсация температуры теплоносителя и постоянная температура воды в системе ГВС	ПИ-регулирование и Вкл./Выкл.
C 37	087B4758	Управление клапаном и насосами в системе отопления и ГВС со скоростным водонагревателем и баком-аккумулятором	Погодная компенсация температуры теплоносителя и постоянная температура воды в системе ГВС	ПИ-регулирования и Вкл./Выкл.
C 55	087B4783	Управление горелочным устройством котла, клапаном и насосами в параллельных системах отопления и ГВС с емкостным водонагревателем	Погодная компенсация температуры теплоносителя и постоянная температура воды в системе ГВС	Вкл./Выкл. и ПИ-регулирование
C 60	087B4756	Управление клапанами и насосами в двух системах отопления с общим контролем обратного теплоносителя	Погодная компенсация температуры теплоносителя	ПИ-регулирование

## Окончание таблицы 5.1

Тип карты	Кодовый номер	Описание приложения	Функция регулирования	Тип регулирования
С 62	087В4808	Управление клапанами и насосами в двух системах отопления с раздельным контролем обратного теплоносителя	Погодная компенсация температуры теплоносителя	ПИ-регулирование
С 66	087В4757	Управление клапанами и насосами в системе отопления и ГВС со скоростным водонагревателем	Погодная компенсация температуры теплоносителя и постоянная температура воды в системе ГВС	ПИ-регулирование
С 67	087В4820	Управление клапанами двух отопительных контуров. Позиционное регулирование контура ГВС с баком-аккумулятором	—	ПИ-регулирование и Вкл./Выкл.
С 75	087В4825	Управление двумя (четырьмя) горелочными устройствами котлов, насосами и клапанами для двух систем отопления и ГВС с емкостным водонагревателем	Погодная компенсация температуры теплоносителя и постоянная температура воды в системе ГВС	Вкл./Выкл. и ПИ-регулирование
АОО	087В4962	Расширение возможностей регулятора с картой С75(управление до восьми горелочных устройств)	—	Вкл./Выкл.

Набор интерфейсных модулей и программных средств обеспечит подключение к большинству современных SCADA-систем. Контроллеры «Данфосс» отличаются интуитивно понятным, ориентированным на пользователя человеко-машинным интерфейсом, не требуют специальных знаний из области информационных технологий, просты в запуске и обслуживании.

Регулятор может быть использован как контроллер в системах диспетчеризации и автономно. К шине системного устройства могут быть подключены дистанционное управление или комнатная панель.

Карта С66 поддерживает функцию автонастройки для параметров регулирования контура ГВС. Следует иметь в виду, что эта функция корректна только

при использовании клапанов Danfoss VB2 и VM2 с составной линейной характеристикой, а также клапанов VF и VFS с логарифмической характеристикой [17].

## 5.2 Выбор регулирующих клапанов и исполнительных механизмов

Регулирующие клапаны с электроприводами применяются в качестве исполнительных механизмов систем регулирования температуры. Управляющими устройствами для клапанов могут быть специализированные электронные регуляторы температуры серии ECL или регуляторы глобальной системы диспетчеризации.

Регулирующие клапаны VM2 и VB2 на рисунке 5.4 предназначены для применения с редукторными электрическими приводами AMV 30, преимущественно в системах тепло- и холодоснабжения зданий.



VM2



VB2

Рисунок 5.4 – Регулирующие клапана

Таблица 5.1 – Технические характеристики регулирующих клапанов

Условное давление $P_u$ , бар	25
Температура регулируемой среды $T$ , °C	2-150
Динамический диапазон регулирования	50:1
Коэффициент начала кавитации $Z$	$\geq 0,5$
Характеристика регулирования	Двойная линейная
Протечка через закрытый клапан, % от $Kvs$	$\leq 0,05$
Регулируемая среда	Вода, 30% водный раствор гликоля
Стандарт фланцев	ISO 7005-2
Стандарт резьбы	ISO 228-1

Электропривод – исполнительный механизм, воспринимающий командный сигнал от электронного регулятора и преобразующий его в воздействие на регу-

лирующий клапан. Он представляет собой электромотор, вращение которого через передаточный механизм преобразуется в поступательное движение, передаваемое на шток регулирующего клапана. Между количеством оборотов двигателя и ходом штока клапана создана четкая взаимосвязь, позволяющая устанавливать необходимую пропускную способность регулирующего клапана адекватно изменениям регулируемого объекта.

Объекты регулирования могут иметь различную инерционность, поэтому для них применяют приводы с соответствующей скоростью перемещения штока. По скорости действия различают быстрые и медленные электроприводы: у быстрых – время перемещения штока регулирующего клапана на 1 мм до 3 с; у медленных – свыше 14 с. В соответствии с этим выбирают область применения электроприводов. Например, быстрые – для систем горячего водоснабжения со скоростным теплообменником, а медленные – для инерционных систем, таких как системы отопления и горячего водоснабжения с емкостными бойлерами [1].

При выборе электропривода следует обращать внимание на развиваемое им усилие, т. е. противодействие давлению теплоносителя, передаваемого через шток клапана на двигатель. Для клапана с неразгруженным по давлению затвором максимально допустимое усилие на привод указано в техническом описании к клапану и является функцией перепада давления на клапане и условного диаметра клапана. По этим значениям необходимо осуществлять проверку работоспособности клапана. Если перепад давления теплоносителя при закрытом клапане не превышает допустимого усилия на электропривод, значит, эти элементы совместимы. Если нет, то следует перед клапаном снизить давление регулятором перепада давления, либо заменить клапан на разгруженный по давлению. У такого клапана конструктивно минимизировано влияние давления теплоносителя на затвор и, следовательно, на электропривод. Максимально допустимое усилие на его штоке не зависит ни от перепада давления теплоносителя, ни от типоразмера [1].

Привод AMV 30 предназначен для управления регулирующими клапанами. Приводы обеспечивают длительную и безотказную работу регулирующих клапанов по импульсному сигналу от трех позиционных электронных регуляторов.

На рисунке 5.5 представлен пример применения привода AMV 30 с регулирующим клапаном.

Основным элементом автоматизированного индивидуального тепло пункта является трёхходовой клапан с электроприводом – это регулирующая арматура предназначенная для качественного и количественного регулирования. Трёхходовые регулирующие клапаны выполняют функцию исполнительного механизма в схемах автоматического управления системами теплоснабжения здания. Управляющим устройством для трёхходового клапана с электроприводом, служит электронный регулятор AMV 435 изображенный на рисунке 5.6, либо центральная система диспетчеризации.

Управлением регулирующим клапаном происходит за счет линейного (поступательного) перемещения штока.

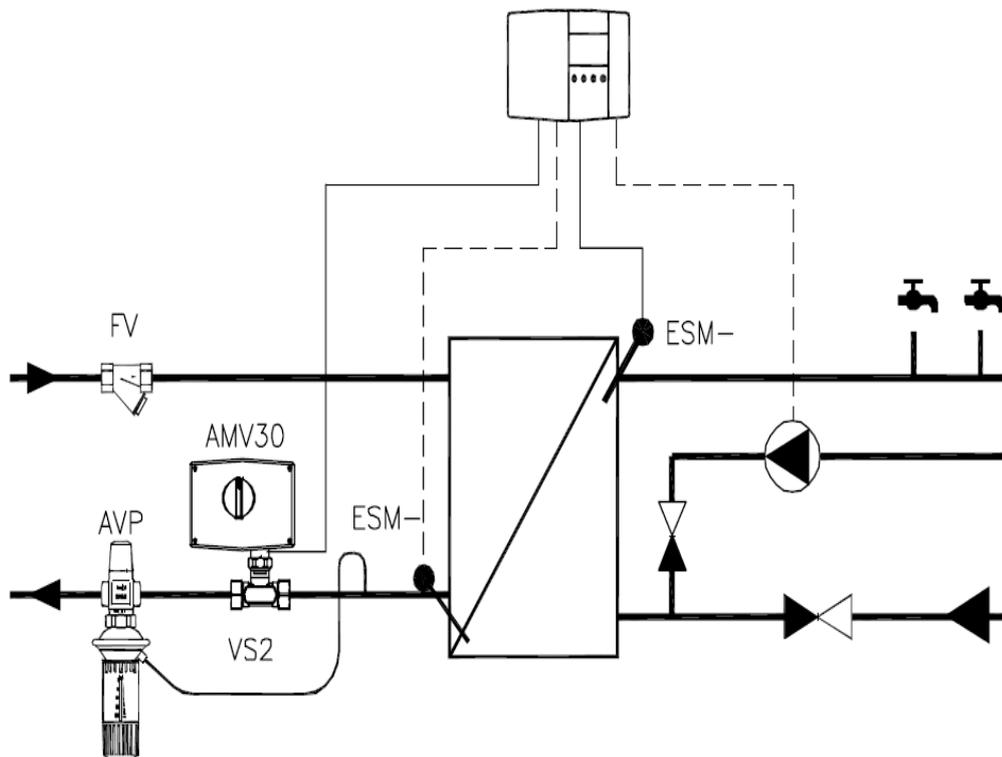


Рисунок 5.5 – Подключение привода AMV 30



Рисунок 5.6 - Электронный регулятор AMV 435

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

34

На рисунке 5.7 изображена электрическая схема подключения AMV 435  
Клеммы 1 и 3:

Входной управляющий сигнал от регулятора напряжением 24 В постоянного или переменного тока, либо 230 В пер. тока (в зависимости от типа привода).

Клеммы 4 и 5:

Выходной сигнал, используемый для индикации позиционирования или мониторинга.

Клемма N Общая (0 В).

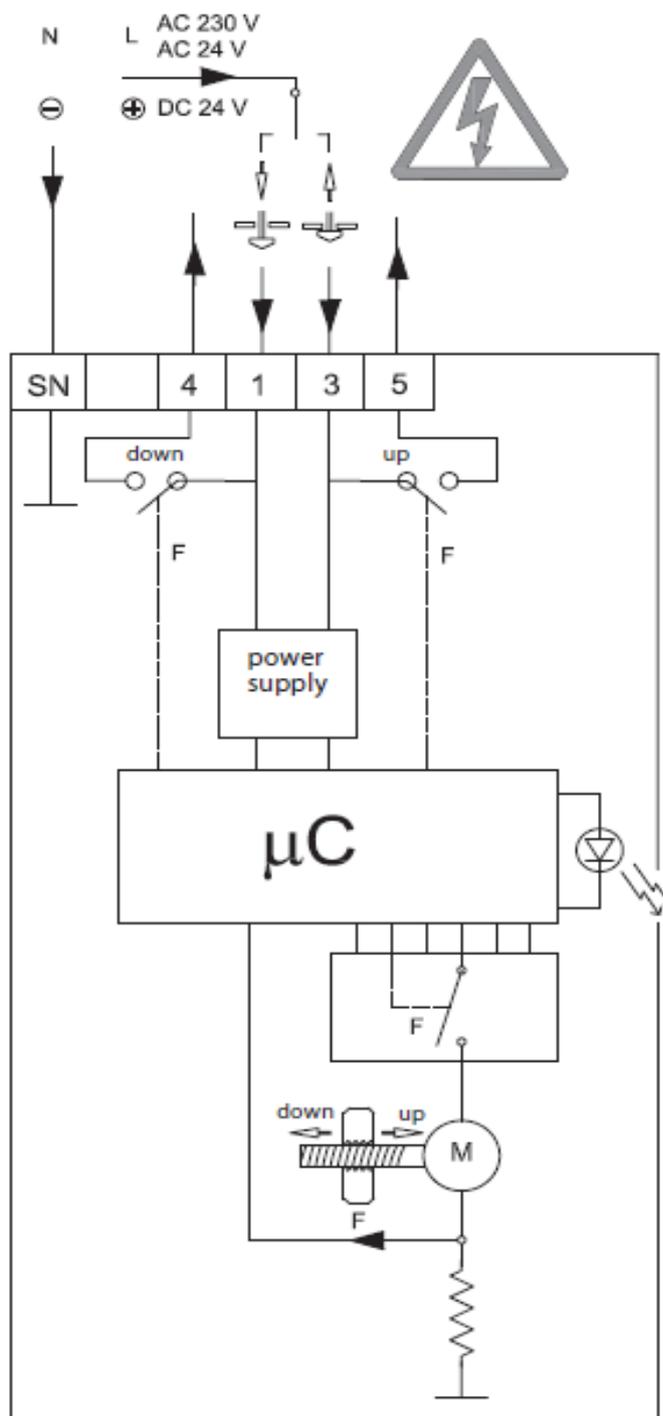


Рисунок 5.7 – Схема электрических соединений

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

35

### 5.3 Выбор циркуляционных насосов для контуров отопления и горячего водоснабжения

Насос является основным элементом водяной инженерной системы здания. Его работа полностью взаимосвязана со всем оборудованием системы, в том числе и запорно-регулирующей арматурой. От их совместной работы зависит эффективность функционирования всей системы. Особенно это касается систем с переменным гидравлическим режимом, где регулирование расходом теплоносителя приводит к изменению гидравлических и электрических параметров насоса.

Подбирают насос по расчетному расходу и потерям давления в системе при частично закрытых терморегуляторах

Для системы отопления следует выбрать насос с расчетным расходом теплоносителя более  $7,2524 \text{ м}^3/\text{ч}$ . и напором насоса больше 9 м. Допустимая температура перекачиваемой среды насоса до  $100^\circ\text{C}$ .

Параметры циркуляционного насоса Wilo TOP-S 40/10 EM достаточны для применения его в системе отопления. Внешний вид насоса Wilo TOP-S 40/10 EM показан на рисунке 5.8



Рисунок 5.8 - Циркуляционный насос Wilo

Циркуляционный насос с резьбовым соединением Wilo TOP-S 40/10 EM применяется в системах охлаждения, водяного отопления, кондиционирования.

К основным достоинствам можно отнести простой монтаж, надежность в работе, три ступени частоты вращения. Насос состоит из чугунного корпуса, вала из нержавеющей стали и рабочего колеса, изготовленного из композитных материалов. Допустимые перекачиваемые жидкости: вода систем отопления и водогликолевая смесь.

На рисунке 5.9 показана комбинированная функциональная схема индивидуального теплового пункта, которая показывает связь электрической и гидравлической схем.

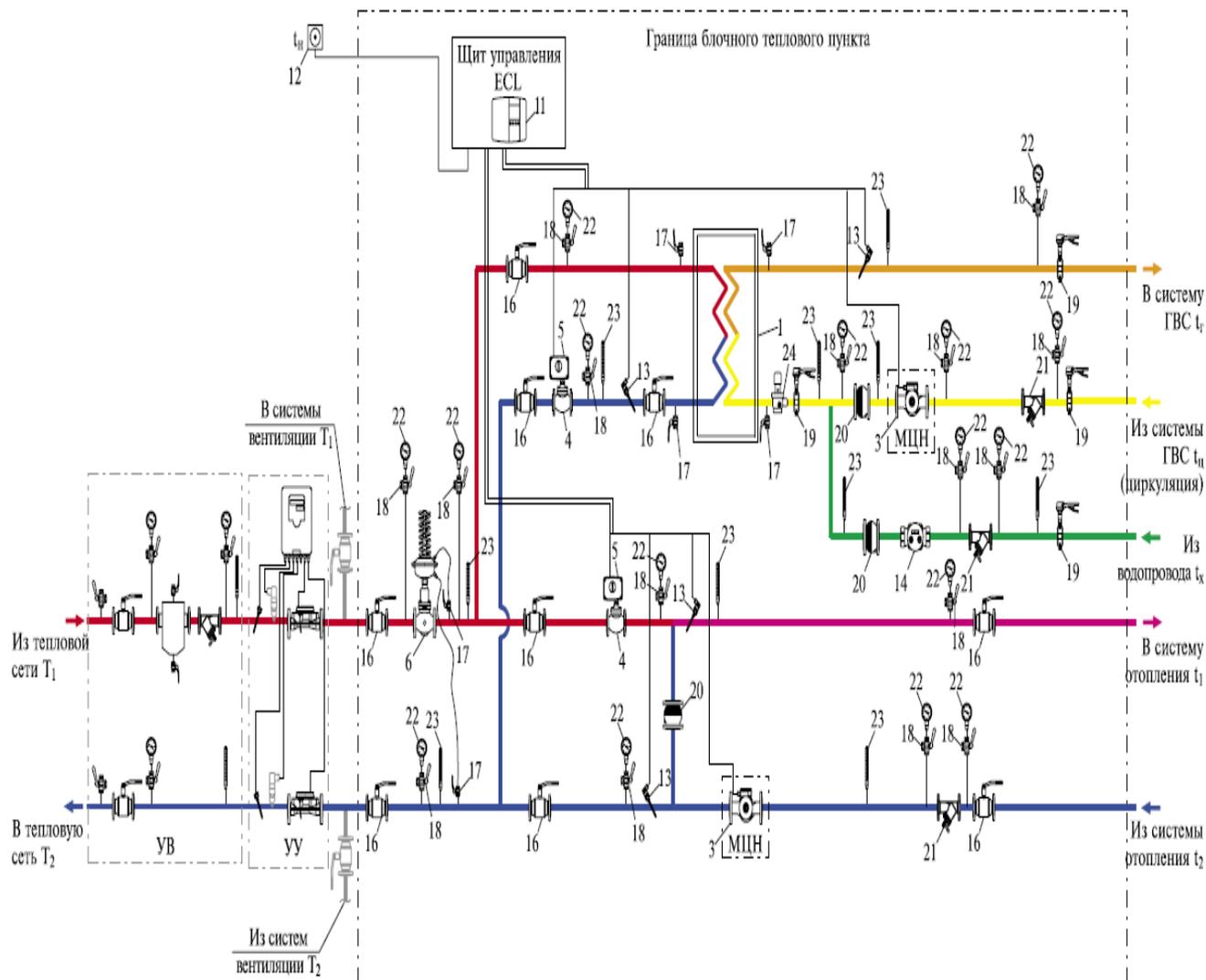


Рисунок 5.9 – Схема комбинированная функциональная индивидуального теплового пункта

Вывод: в данном разделе был осуществлен выбор оборудования. Управлять системой «Индивидуальный тепловой пункт» будет электронный регулятор ECL Comfort 300. Разобрана схема подключения данного регулятора, описан список датчиков. В качестве регулирующих клапанов выбор пал на клапаны VM2 и VB2, работающие в совокупности с электрическим приводом AMV 30. Ориентируясь на данные о расчете на расход и потерю давления, выбрали циркуляционный насос Wilo TOP-S 40/10 EM.

## 6 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

Процесс управления температурой жидкости в гидравлической системе предполагает необходимость осуществления автоматического включения и отключения регулирующего клапана на различных стадиях процесса нагрева помещения. Точность и быстродействие системы управления нагревательным элементом определяют производительность и энергетическую эффективность всей системы в целом.

Модель системы нагревания можно представить в виде выражения:

$$T = (T_z - T_d) \cdot k, \quad (6.1)$$

где  $T_d$  - показания датчика температуры;  $T_z$  - температура задания;  $k$  – управляющий сигнал регулятора;

Модель процесса нагревания системы составленная в программной среде Vissim, представлена на рисунке 6.1

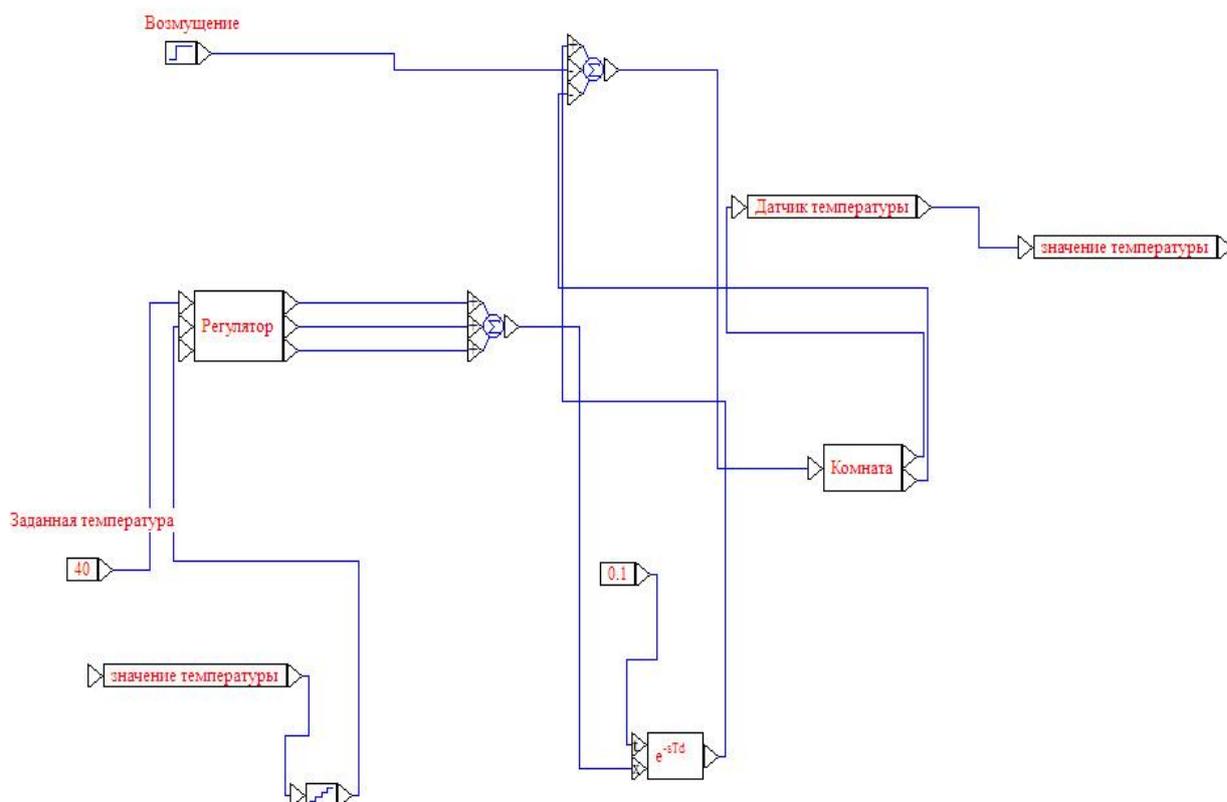


Рисунок 6.1– Модель процесса нагревания системы

Модель регулятора, изображенная на рисунке 4.2, состоит из 3 частей:

- интегральный регулятор;
- пропорциональный регулятор;
- дифференциальный регулятор.

При помощи данного регулятора возможно моделирование систем с разными видами регулирования.

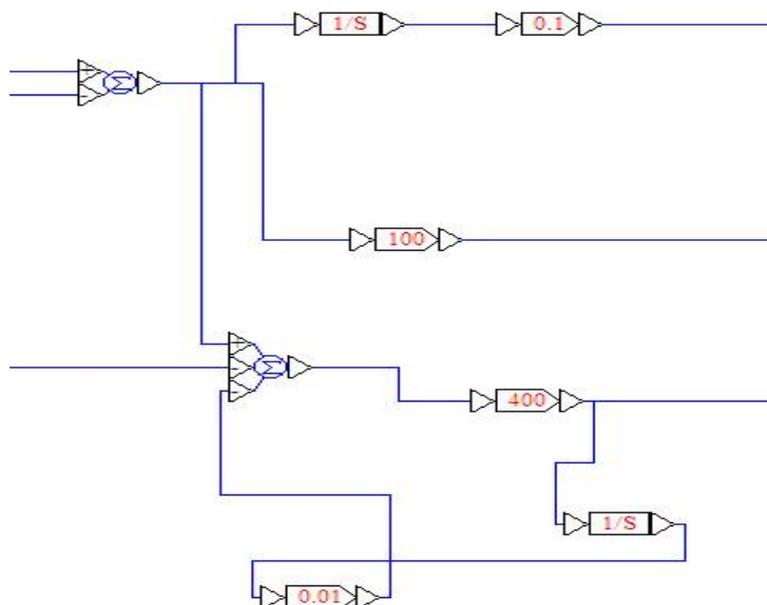


Рисунок 6.2– Модель регулятора

Модель блока «Комната» представлена на рисунке 6.3

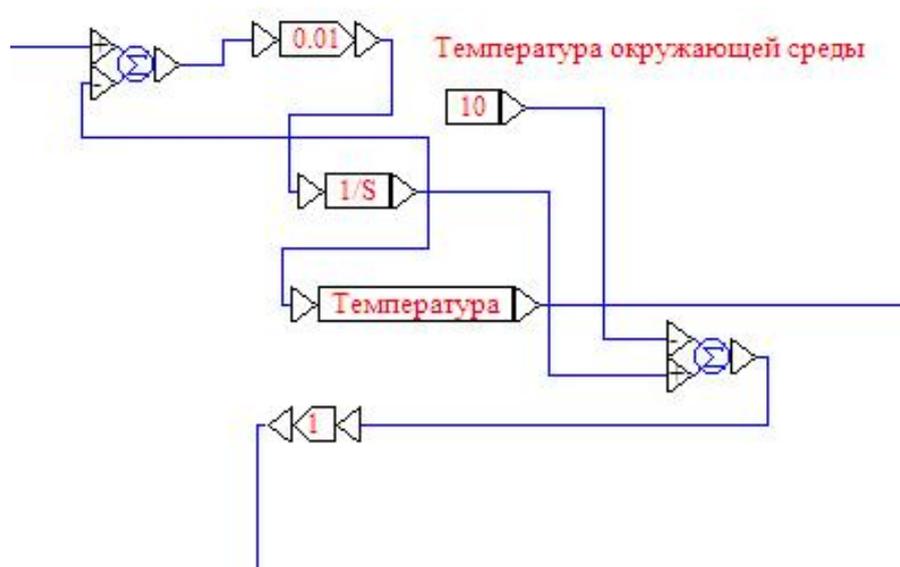


Рисунок 6.3– Модель блока «Комната»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

39

В данном блоке задаются параметры инерционности нагреваемого помещения или элемент. Задавая параметр температуры окружающей среды, учитываются потери в окружающую среду, возникающие при превышении температуры помещения над ней.

Модель блока «Датчик температуры» изображена на рисунке 6.4

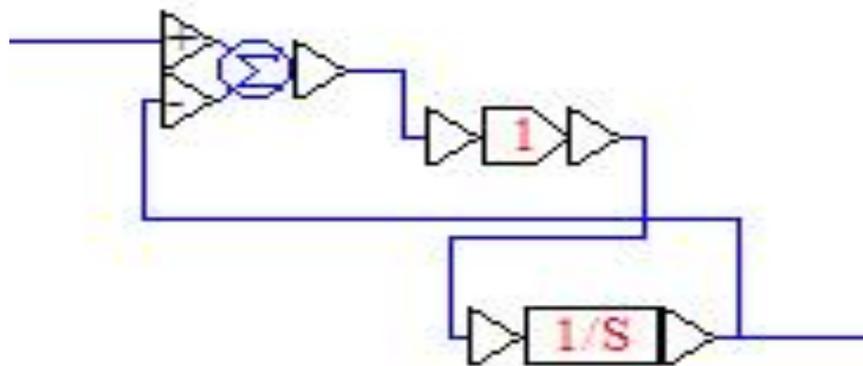


Рисунок 6.4– Модель блока «Датчик температуры»

В данном блоке задаются параметры инерционности датчика.

С помощью блока step «Возмущение» формируется сигнал моделирующий попадание в комнату холодного воздуха, в заданный момент времени.

С помощью блока изображенного на рисунке 6.5 создается дискретность управляющего сигнала.

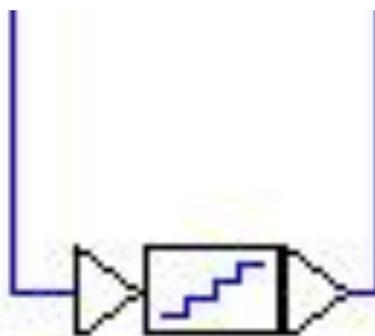


Рисунок 6.5– Блок дискретности

Для обработки входного и создания управляющих сигналов контроллеру необходимо время. Блок, описывающий быстроедействие контроллера, изображен на рисунке 6.6

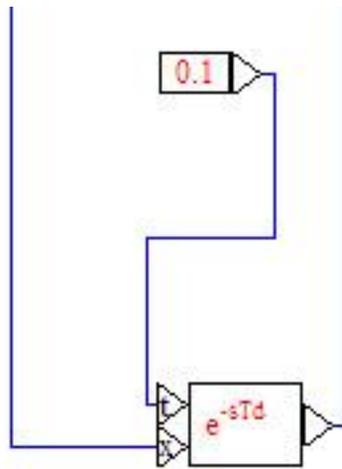


Рисунок 6.6– Модель быстрого действия контроллера

В результате расчета математической модели, получены характеристики процессов нагревания помещения до заданной температуры при разных способах регулирования.

Вывод: в данном разделе разработан процесс управления температурой жидкости в гидравлической системе.

## 7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 7.1 Определение величины капиталовложений.

Затраты на автоматизацию теплового пункта ( $Z_{\text{соз}}$ ) определяются по следующей формуле:

$$Z_{\text{соз}} = MЗ + \Phi_{\text{от}} + Z_{\text{эл}} + НР, \text{ рубль,} \quad (7.1)$$

где МЗ – материальные затраты, рубль;

$\Phi_{\text{от}}$  – фонд оплаты труда, рубль;

$Z_{\text{эл}}$  – затраты на работу, рубль;

НР – накладные расходы, рубль.

Расчет материальных затрат на автоматизацию теплового пункта.

Статьи материальных затрат приведены в таблице 7.1. Они включают в себя затраты на приобретение оборудования теплового пункта, а также приобретение прочих материалов, необходимых для создания нужных условий.

Для автоматизации объекта требуются: электронный регулятор, датчики температуры наружного и внутреннего воздуха, регулятор перепада давления, регулирующие клапаны для систем отопления и ГВС, электроприводы к ним, теплообменник для системы горячего водоснабжения, насосы циркуляционные для систем отопления, горячего водоснабжения. Также необходимы аппаратуры узла учета, такие как ультразвуковой расходомер, тепловычислитель, датчик давления и температуры. Все эти составляющие в схеме были условно выделены в группу «Оборудования теплового пункта».

Таблица 7.1 – Материальные затраты

Наименование материалов и комплектующих изделий	Количество изделий, шт	Цена, за 1 ед.	Стоимость, рубль
Оборудования теплового пункта:			
электронный регулятор ECL Comfort 300	1	19950	19950
карта для ECL Comfort 300	1	7475	7475
датчики температуры наружного воздуха ESMT	1	2275	2275
датчик температуры внутреннего воздуха ESM-10	1	2204	2204

## Окончание таблицы 7.1

Наименование материалов и комплектующих изделий	Количество изделий, шт	Цена, за 1 ед.	Стоимость, рубль
датчик погружной ESMU	4	3614	14456
разгруженный регулятор перепада давления AFPA	1	46428	46428
клапан VFG2 для регулятора перепада давления	1	36188	36188
клапан с электроприводом для системы отопления VF2	1	11937	11937
клапан с электроприводом для системы ГВС VF2	1	14190	14190
Циркуляционный насос для системы отопления	1	9315	9315
Циркуляционный насос для системы ГВС	1	7128	7128
теплообменник XG 10-1 30 для системы ГВС	1	10820	10820
тепловычислитель СПТ 943.1	1	15018	15018
расходомер ультразвуковой SONO 2500 СТ	2	20073	40146
преобразователь давления для тепловычислителя MBS-3000	2	5608	11216
термометры сопротивления КТПТР-01-1-80	2	2663	5326
манометр показывающий модель 111.10	18	580	10440
трехходовой кран для манометра 11618бк	18	190	3420
кран шаровой типа X1666	6	1080	6480
клапан обратный типа 402	3	5973	17919
Итого			305142

Все цены на технологические оборудования теплового пункта взяты из прайс-листа фирмы «Данфосс» на 1 апреля 2013 года. Следовательно, материальные затраты (МЗ) составляют 305142 рубля.

С целью расчета капиталовложений на монтаж гидравлической схемы, приборов и средств автоматизации и пусконаладочных работ была разработана локальная смета в программе «WinRik», где указано стоимость произведенных работ, заработная плата и накладные расходы.

Локальный сметный расчет на монтаж гидравлической схемы в многоквартирном доме составил,  $K_2$  - 703662 руб., включая затраты на материал и работу.

Локальный сметный расчет на монтаж автоматизированного управления индивидуального тепlopункта составил  $K_{ав}$  - 570880 руб.

После произведенного монтажа обслуживающая организация ООО «PCY» заключила двусторонний договор, на настройку автоматизированной системы и пусконаладочных работ в котором оговорены обязательства сторон. Предприятие, согласно договора, обязуется единовременно выплатить  $K_{пн}$  - 19815 руб.

Общая стоимость затрат на автоматизацию индивидуального тепlopункта

$$K = K_2 + K_{ав} + K_{пн}, \quad (7.2)$$

где  $K$  капитальные вложения, руб;

$K_2$  - капитальные вложения на гидравлику;

$K_{ав}$  - капитальные вложения на автоматизацию;

$K_{пн}$  - затраты на пусконаладочные работы и настройку автоматики

$$K = 703662 + 570880 + 19815 = 1294357 \text{ руб.}$$

Затраты на автоматизацию индивидуального тепlopункта, составят 1294357 руб.

## 7.2 Расчет затрат тепловой энергии при существующей схеме тепlopункта

Пример расчета размера платы за отопление не оборудованном индивидуальным или общим (квартирным) прибором учета тепловой энергии (отопления) жилым или нежилом помещением в многоквартирном доме, который не оборудован коллективным (общедомовым) прибором учета тепловой энергии.

$$P_i = S_i \cdot N^T \cdot T^T, \quad (7.3)$$

где  $S^I$  - Общая площадь жилого и ли нежилого помещения;

$N^T$  - норматив потребления коммунальной услуги по отоплению;

$T^T$  - тариф на тепловую энергию;

Норматив потребления на отопление для региона Челябинской области определен в размере 0,036 гигакалорий на 1 квадратный метр

Поставщиком тепловой энергии для указанного дома является ООО «Теплоэнергетик», тариф на тепловую энергию утвержден в размере 1115,81 руб. за 1 гигакалорию согласно решению государственного комитета «Единый тарифный орган Челябинской области» от 26 ноября 2012 года №42/40.

Общая площадь квартиры составляет 45 квадратных метров.

$$P_i = 45 \cdot 0,036 \cdot 1115,86 = 1807,69 \text{ руб.}$$

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

### 7.3 Расчет затрат тепловой энергии в проектном варианте теплопункта

$$P_i = V^D \cdot \frac{S^i}{S^D} \cdot T^T, \quad (7.4)$$

где  $V^D$  - объем (количество) за расчетный период тепловой энергии, определенный по показаниям коллективного прибора учета, установленного на отопление в многоквартирном доме;

$S^i$  - общая площадь жилого и ли нежилого помещения;

$S^D$  - общая площадь всех помещений многоквартирного дома;

$T^T$  - тариф на тепловую энергию;

Пример расчета размера платы за отопление для жилого помещения многоквартирного дома, расположенного в городе Златоуст, Челябинская область. Во всех помещениях многоквартирного дома, в том числе и жилом помещении (квартира №5) отсутствуют индивидуальные приборы учета на отопление, но на многоквартирном доме установлен прибор учета на отопление [5].

В январе 2013 года показания по коллективному прибору учета отопления составили:

– текущие 1125 гигакалорий

– предыдущие 1045 гигакалорий

– разница за январь 2013 года составила 80 гигакалорий

Общая площадь квартиры №5 составляет 45 квадратных метров, общая площадь всех помещений многоквартирного дома, включая помещения, входящие в состав общего имущества составляет 3000 квадратных метров.

$$P_i = 80 \cdot \frac{45}{3000} \cdot 1115,81 = 1338,59 \text{ руб.}$$

### 7.4 Экономический эффект

Затраты на автоматизацию индивидуального теплопункта, составляют 1294357 руб.

Экономический эффект  $\mathcal{E}$ , руб.

$$\mathcal{E} = P_1 - P_2, \quad (7.5)$$

где  $P_1 = 1807,69$  руб. расчет затрат тепловой энергии на месяц январь при существующей схеме теплопункта,

$P_2 = 1338,59$  руб. для проектного варианта

$$\mathcal{E} = 1807,69 - 1338,59 = 469,1 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости за один отопительный период

$$T = \mathcal{E} \cdot N \cdot N_i, \quad (7.6)$$

где  $N$  – число квартир;

$N_i$  - число месяцев в отопительный период;

$$T = 469,1 \cdot 60 \cdot 8 = 225168$$

Срок окупаемости  $T_{ок}$ , год

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{T}, \quad (7.7)$$

где  $\Delta K$  - капитальные вложения, руб

$$T_{ок} = \frac{1294357}{225168} = 5,4 \text{ года.}$$

Данные экономического расчета сводятся в таблицу 7.2

Экономический эффект модернизации составил 225168 рублей в год, срок окупаемости проекта 5,4 года

Таблица 7.2 Сводные данные экономического расчета

Показатели	Единица измерения	Действующая схема	Проектная схема
Капитальные вложения	руб.	-	1294357
Затраты на тепловую энергию	руб.	1807,69	1338,59
Экономический эффект	руб.	225168	
Срок окупаемости	год	5,4	

Вывод: в результате установки узла учета теплоносителя на тепловом пункте, потребитель тепловой энергии будет реально заинтересован в экономии теплоносителя и тепловой энергии, что соответственно внесет большой вклад в развитие политики энергосбережения и ресурсосбережения.

## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 8.1 Краткое описание производственного участка

Индивидуальный тепловой пункт – это комплекс технических устройств, предназначенный для присоединения систем теплоснабжения здания (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) к тепловой сети и для передачи распределения тепловой энергии теплоносителя ( горячей воды) от тепловой сети к системам теплоснабжения жилых, производственных, складских и других зданий.

В помещении теплового пункта имеется основное оборудование – блочный тепловой пункт, который производит постоянный шум. Источниками шума являются отдельные агрегаты блочного теплового пункта, такие как запорно-регулирующая арматура, трубопроводы, циркуляционные насосы систем отопления и горячего водоснабжения. Шум негативно воздействует на организм человека, снижая самочувствие и производительность труда человека.

Тепловой пункт оборудован аппаратурой учета теплоносителя, электронным регулятором теплоснабжения и термосопротивлениями установленные на трубопроводах [7].

### 8.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Тепловой пункт находится в подвале пятиэтажного жилого дома возведенного в 1965 году. Габаритные размеры помещения: ширина – 4 м, длина – 7 м, высота – 2,5 м. Площадь – 28 м<sup>2</sup>. Объем – 70 м<sup>3</sup>. В помещении стены светло-серого цвета, покрашены водоэмульсионной краской, пол покрыт бетоном. Так как помещение теплового пункта находится в цокольном этаже, в нем не имеется естественное освещение.

В индивидуально тепловом пункте относительно очень высокая температура поверхности трубопроводов и составных частей блочного теплового пункта (теплообменник, трубы, регулирующая арматура) в порядке 95 – 100 °С. При случайном соприкосновении части тела человека с горячей поверхностью, можно получить серьезный ожог, что может привести к потере трудоспособности человека [7].

В зоне обслуживания индивидуального теплового пункта может иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенное значение напряжения электрической цепи;
- вибрация;
- повышенное значение шума;
- электромагнитные поля;
- утомляемость персонала;
- взрывопожароопасность;
- сосуды под давлением.

8.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Рабочее место для выполнения работ в положении сидя должно соответствовать требованиям и требованиям технической эстетики

Таблица 8.1 Нормативные значения эргономических параметров рабочего места

Наименование параметра	База отсчета	Нормативное значение
рабочий стол (рабочая поверхность)		
- высота, мм	полы	680-800 при регулировке, 725 без регулировки.
- ширина, мм	край стола	800-1400
- глубина, мм	передний край стола	600-800
рабочий стул		
- высота поверхности сиденья, мм	полы	450
- угол наклона поверхности сиденья, град	горизонтальная плоскость	5
- ширина сиденья, мм	край сиденья	400
- глубина сиденья, мм	передний край сиденья	>400
- высота спинки стула, мм	поверхность сиденья	350
- радиус кривизны спинки стула, мм	середина спинки, горизонтальная плоскость	>400
- угол наклона спинки стула, град.	поверхность сиденья, вертикальная плоскость	25°

Параметр считается соответствующим требованиям, если его значение отклоняется от нормативного не более чем на  $\pm 10$  мм (по линейному параметру) и на  $1^\circ$  (по угловому параметру).

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, уровень шума не должен превышать 60 дБА.

Температура окружающей среды должна быть на уровне 22-25 °С, влажность в пределах 30-60 и скорость движения воздуха не более 0,2 м/сек.

Таблица 8.2 - Санитарные нормы напряженности электромагнитного поля, шума и освещенности.

Параметры	Освещенность $E_n$ , лк.		Уровень шума, дБА	Напряженность электромагнитного поля $E$ , кВ/м
	производственных помещений	рабочих мест		
Нормы	30-100	200	75	5

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк, причем яркость документа на рабочем месте должна быть не менее 85 кд/м<sup>2</sup>.

Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>, яркость бликов на экране ПК не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка при применении системы отраженного освещения не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

#### 8.4 Охрана труда

К работе на данную рабочую профессию допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению работы [11].

Рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж. До допуска к самостоятельной работе рабочий должен пройти:

- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний по Инструкции охраны труда;
- проверку знаний по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования;
- проверку знаний по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
- обучение по программе подготовки персонала;
- ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц ПТБ.

Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением по предприятию.

Для защиты от воздействия опасных и вредных факторов необходимо применять следующие меры безопасности.

При работе на движущихся и вращающихся машинах и механизмах не должно быть развевающихся частей, которые могут быть захвачены движущимися частями механизмов.

При необходимости нахождения вблизи горячих частей оборудования следует принять меры по защите от ожогов и действия высоких температур

(ограждение оборудования, вентиляция).

При выполнении работ на участках с температурой воздуха выше 33°C необходимо применять режим труда с интервалами времени для отдыха и охлаждения.

При недостаточной освещенности рабочей зоны следует применять дополнительное местное освещение.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо применить диэлектрические перчатки, ковры, изолирующие подставки.

Перед каждым пусковым устройством электродвигателей должны находиться диэлектрические коврики или изолирующие подставки.

Электромонтер должен работать в спецодежде и спецобуви и применять другие средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами [8].

Электромонтеру бесплатно должны выдаваться согласно отраслевым нормам следующие средства индивидуальной защиты:

- костюм хлопчатобумажный (на 12 мес.);
- сапоги кирзовые или ботинки (на 12 мес.);
- рукавицы комбинированные (на 3 мес.);
- куртка ватная (на 24 мес.).

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки должен удваиваться.

В зависимости от характера работ и условий их производства электромонтеру бесплатно временно должна выдаваться дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

Важной задачей эксплуатации электрооборудования является обеспечение безопасности при его обслуживании. Условия производства работ на действующих электроустановках и необходимые организационные и эксплуатационные технические мероприятия для обеспечения безопасности строго регламентированы «Правилами эксплуатации электроустановок».

Действующими электроустановками считаются такие, которые полностью или частично находятся под напряжением или на которые в любой момент может быть подано напряжение. В распределительных устройствах оборудование и ошиновку, находящихся под напряжением, ограждают или располагают на такой высоте, чтобы случайное прикосновение к ним было невозможно.

Для обеспечения безопасности при работе с электротехническими устройствами теплового пункта необходимо заземлить все узлы блочного теплового пункта, подключенные к внешней электрической сети. Периодически проверять изоляцию проводников всех силовых цепей соединяющие узлы управления насосов и исполнительных механизмов блочного теплового пункта. Для исключения случайного соприкосновения части тела с проводами, необходимо аккуратно собрать всю электропроводку в единую шину и оградить их электроизоляционным материалом. Рекомендуется повесить стенды с содержанием правил работы с ЭТ устройствами и правила электробезопасности, в том числе с электронным регулятором и

электроприводами. Рекомендуется выдать слесарю по ремонту электрооборудования теплового пункта средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, резиновые сапоги со свойством электроизоляции) [8].

Чтобы обеспечить безопасность работ, требуется строгое соблюдение правил ПОТРЭМ.

## 8.5 Производственная санитария

На рабочем месте осуществляется производственный контроль, за соблюдением требований Санитарных правил. Проводятся профилактические мероприятия, направленные на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях. Осуществляется контроль, за условиями труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.

При проведении работ в индивидуальном тепловом пункте жилого дома необходимо обеспечить соблюдение санитарных норм допустимых уровней освещенности, шума, и напряженности электромагнитного поля в соответствии с санитарными нормами, утвержденными Минздравом России. Действующие санитарные нормы приведены в таблице 8.2

Мероприятия по снижению вредных и опасных факторов при работе на тепловом пункте включают следующие пункты:

- снижение шума до допустимого уровня;
- организация достаточного освещения рабочего места;
- снижение вредного воздействия электромагнитного излучения на организм человека;
- обеспечение безопасности при работе с электрическими устройствами теплового пункта;
- мероприятия по защите от пыли;
- защита от ожога при работе с оборудованием блочного теплового пункта.

### 8.5.1 Определение категории тяжести труда при работе на рассматриваемом объекте

В индивидуальном тепловом пункте имеется такое оборудование, как трехходовые регулирующие клапаны, запорная арматура и т.д. Данный объект относится к 3 категории тяжести труда, т.е. работы, связанные с систематическим физическим напряжением.

### 8.5.2 Достижение оптимальных параметров микроклимата для помещений рассматриваемого объекта

Для нормальной и высокопроизводительной работы в производственных помещениях необходимо, чтобы метеорологические условия (температура, влажность и скорость движения воздуха), т.е. микроклимат, находились в определенных соотношениях.

Воздух рабочей зоны оценивается по метеорологическим и атмосферным условиям на рабочих местах, а именно параметрами микроклимата (температуры

воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, теплового облучения) и составом воздуха, которые определяются спецификой производственной среды.

Температура окружающей среды должна быть на уровне 22-25 °С, влажность в пределах 30-60 и скорость движения воздуха не более 0,2 м/сек.

Так как индивидуальный тепловой пункт оборудован теплообменниками, трубами, регулирующей арматурой, температура которой доходит до 95 – 100 °С, требуется применить изоляционные материалы, что бы обеспечить безопасную работу в тепловом пункте и температура воздуха была в заданных пределах [11].

### 8.5.3 Выбор и расчет систем освещения.

Организация достаточного освещения в тепловом пункте можно достичь за счет замены ламп накаливания на люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют существенные преимущества:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному освещению;
- обладают более высоким КПД (в 1.5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Тепловые пункты должны оборудоваться аварийным освещением.

Согласно СНиП 23-05-10 спроектировано искусственное освещение в помещении тепло пункта. Определим потребность количества светильников для соблюдения санитарных норм в производственных помещениях и на рабочих местах.

Метод светового потока позволяет обеспечить среднюю освещенность поверхности с учетом всех падающих на нее прямых и отраженных потоков света. В соответствии с этими особенностями метод применяют для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 28 м<sup>2</sup>. Размеры помещения составляют : длина А=7 м, ширина В=4 м, высота h =2,5 м. В помещении работают 3 сотрудников, т.е. на каждого приходится по 9,3 м<sup>2</sup>, что соответствует санитарным нормам (не менее 6 кв.м).

Источник света в помещении – люминесцентные лампы, высота подвеса светильников h = 2,4 м, расстояние между светильниками L = 1 м. Окраска стен светлая, поэтому ориентировочно можно принять коэффициент отражения стен и потолка соответственно Р<sub>с</sub>=30%, Р<sub>п</sub>=50%, Р<sub>р</sub>=10%. Число светильников N = 4.

Определим световой поток, падающий на поверхность,

$$\Phi = \frac{(E_H \cdot k_3 \cdot S \cdot z)}{n \cdot N}, \text{ Лм},$$

где E<sub>H</sub> – нормируемая минимальная освещенность, лк (определяется по таблице). Работу оператора, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к IV раз-

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

ряду зрительной работы, следовательно, минимальная освещенность будет  $E = 300$  Лк при газоразрядных лампах;

$k_3$ - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение определяется по таблице коэффициентов запаса для различных помещений и в нашем случае  $k = 1,3$ );

$S$  - площадь освещаемого помещения ( в нашем случае  $s = 28 \text{ м}^2$  );

$z$  - отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным 1,2-1,5 , пусть  $z = 1,2$ );

$n$  - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен ( $P_c$ ) и потолка ( $P_n$ )). Значение  $n$  определим по таблице коэффициентов использования различных светильников. Для этого вычислим индекс помещения,

$$i = \frac{A \cdot B}{H \cdot (A + B)}$$

где  $A$  – длина помещения теплового пункта, м;

$B$  – ширина помещения теплового пункта, м;

$h$  – высота помещения теплового пункта, м.

подставив значения, получим  $i = 1,018$ .

Зная индекс помещения  $i$ ,  $P_c$ ,  $P_p$  и  $P_n$ , по таблице находим  $n = 0,33$ . Подставим все значения в формулу для определения светового потока  $\Phi$ :

$$\Phi = \frac{(300 \cdot 1,3 \cdot 28 \cdot 1,2)}{0,33 \cdot 4} = 9927,3 \text{ Лм}$$

Для обеспечения световым потоком помещение теплового пункта равным 9927,3 Лм, необходимо выбрать четыре люминесцентные лампы мощностью 80 Вт. При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД. Выбранные светильники с лампами рекомендуется установить на потолке помещения теплового пункта в два ряда, по два светильника в каждом ряду, поскольку такое освещение гарантирует равномерное и достаточное освещение для зрительной работы IV разряда .

#### 8.5.4 Выбор и расчет систем вентиляции и очистки воздуха

Так как индивидуальный тепловой пункт находится в жилом многоквартирном доме, имеется естественная вентиляция, выбираем вытяжную общеобменную систему вентиляции.

#### 8.5.5 Разработка мероприятий по снижению энергетических воздействий

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Непосредственное (биологическое) влияние электромагнитного поля на человека связано с воздействием на сердечно – сосудистую, центральную и периферийную нервные системы, мышечную ткань и другие органы. Вредные последствия пребывания человека в электрическом поле зависят от напряженности поля  $E$ , кВ/м, и от продолжительности его воздействия.

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 предельно допустимый уровень напряженности электромагнитного поля на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

Снижение вредного воздействия электромагнитного излучения на организм человека излучающим оборудованием узла учета и электронным регулятором осуществляется за счет экранирования. Защитные экраны (они должны быть заземлены) применяют в виде камер или шкафов, в которые помещают аппаратуру узла учета и электронный регулятор теплотребления. Защитные экраны выполняются из металлических листов, сетки, ткани с микропроводом и др. В случае высокой интенсивности ЭМИ узла учета и электронного регулятора соответствующие установки следует размещать в отдельных помещениях, имеющих непосредственный выход в коридор или наружу. Необходимо четыре раза по 20 минут в течении рабочего дня выводить рабочих на улицу, что также снизит воздействие ЭМИ на организм человека [13].

#### 8.5.6 Разработка мероприятия по снижению уровня шума и вибрации

Шум и вибрация являются причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что может привести к травматизму и авариям. Длительное воздействие интенсивных шумов может вызвать частичную, а иногда и полную потерю слуха. Степень вредности шума и вибрации зависит от частоты, уровня (силы), продолжительности и регулярности их воздействия. Классификация шумов, допустимые уровни шума на рабочих местах установлены в СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Источник шума циркуляционный насос блочного теплового пункта защита осуществляется с помощью обшивки стен материалами со свойствами шумоизоляции, такими как пористые полимерные материалы, разрешенные к применению органами санитарно-эпидемиологического контроля. Шумы, возникающие в трубопроводе систем отопления и горячего водоснабжения можно снизить применением кожухов со свойством шумоизоляции. Необходимо своевременно смазывать подшипники и валы двигателей циркуляционных насосов, чтобы снизить грубое трение и соответственно снизит шум [10].

#### 8.5.7 Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок

Эмоциональное напряжение характеризуется активацией различных функций организма в связи с конкретными волевыми актами, с выполнением активной целенаправленной деятельности или подготовке к ней, а также с ожиданием какой-либо опасности. При разработке мероприятий по снятию психологических перегрузок необходимо учитывать, что эмоциональное напряжение в нормальных

формах помогает оператору, обслуживающему техническое устройство, в решении профессиональных задач, так как при этом происходит мобилизация резервов организма. Длительные и сильные состояния эмоционального напряжения, наоборот, отрицательно сказываются на операторской деятельности, вплоть до появления нервно-эмоционального срыва.

## 8.6 Эргономика и производственная эстетика

### Пространственная компоновка рабочего места.

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля для средних размеров тела человека приведены на рисунках 8.1 и 8.2

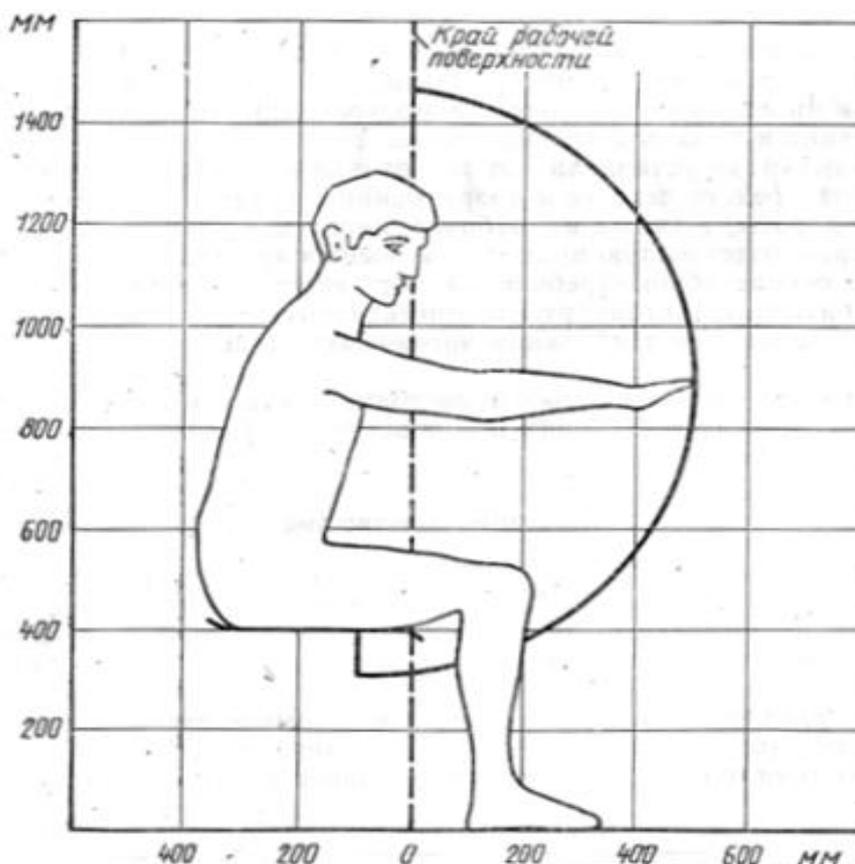


Рисунок 8.1 – Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

55

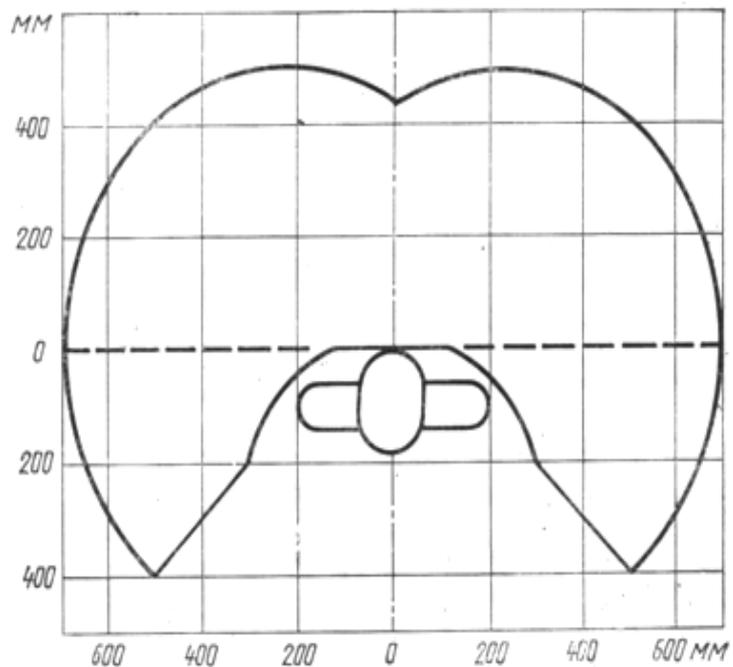


Рисунок 8.2 – Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм.

Выполнение частых трудовых операций должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля, приведенных на рисунке 8.3

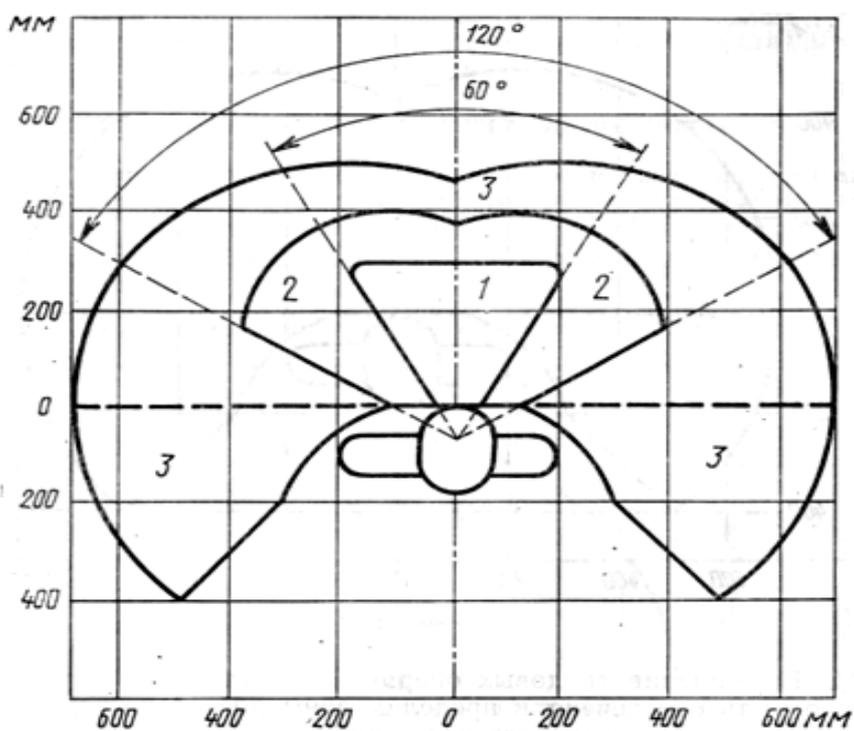


Рисунок 8.3 – Зоны для выполнения ручных операций.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР

Лист

56

1 – зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых предметов (оптимальная зона моторного поля);

2 – зона для размещения часто используемых предметов (зона легкой досягаемости моторного поля);

3 – зона для размещения редко используемых предметов (зона досягаемости моторного поля).

Конструкция рабочего места должна обеспечивать оптимальное положение сотрудника, что достигается за счет регулирования высоты сиденья и подставки для ног. Высота рабочей поверхности берется по номограмме (рисунок 2) для работающего ростом 1800 мм.

Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте. Ширина должна быть не менее 300 мм, длина — не менее 400 мм. Поверхность подставки должна быть рифленой. По переднему краю следует предусматривать бортик высотой 10 мм [16].

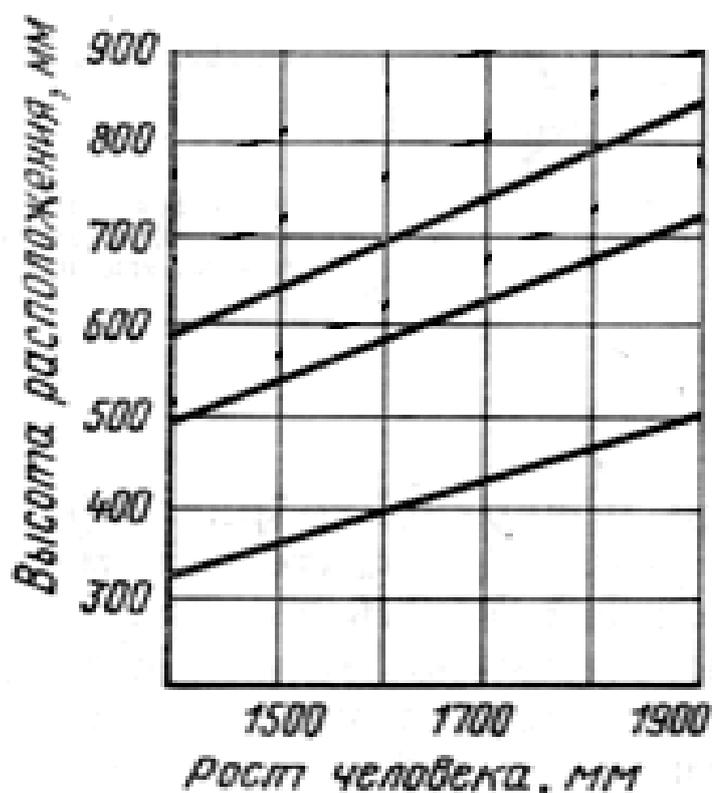


Рисунок 8.4 - Номограмма зависимости высоты рабочей поверхности (1), пространства для ног (2) и высоты рабочего сиденья (3) от роста человека.

Важным фактором является пространство под столом, его должно быть достаточно чтобы удобно сгибать и разгибать колени.

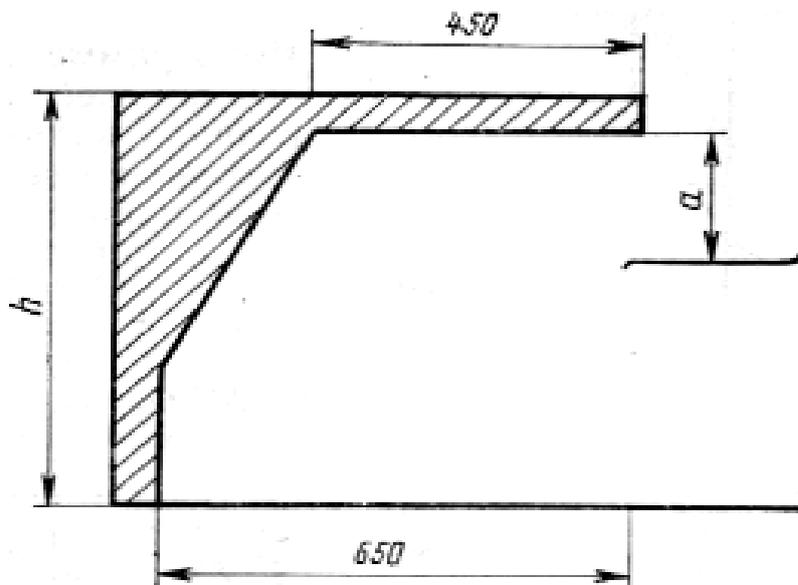


Рисунок 8.5 – Пространство для ног (ширина не менее 500 мм).

где  $a$  – расстояние от сиденья до нижнего края рабочей поверхности не менее 150 мм

$h$  – высота пространства для ног не менее 600 мм.

Кресло должно обеспечивать физиологически рациональную рабочую позу, при которой не нарушается циркуляция крови и не происходит других вредных воздействий. Для этого необходимо чтобы у кресла была упругая спинка анатомической формы, которая уменьшит нагрузку на позвоночник. Также для того чтобы снимать нагрузку с мышц плечевого пояса кресло обязательно должно быть с подлокотниками и иметь возможность поворота, изменения высоты и угла наклона сиденья и спинки [16].

Важно, чтобы все регулировки были независимыми, легко осуществимыми и имели надежную фиксацию. Кресло должно быть регулируемым, с возможностью вращения, чтобы дотянуться до далеко расположенных предметов.

Монитор должен располагаться на рабочем столе прямо, и удален от глаз минимум на 50-60 см. Верхняя граница экрана должна быть на уровне глаз или не ниже 15 см ниже уровня глаз.

Важное значение имеют не только оптимальное расположение монитора, но и его технические параметры. Прежде всего, это разрешение монитора и частота обновления изображения. Для работы необходим плоскоэкранный монитор с диагональю минимум 17" или 19" оптимальное разрешение – 1024\*768 или 1280\*1024 соответственно. Однако при этом частота обновления изображения не должна быть меньше 100 Гц, поскольку колебания яркости приводят к нервному переутомлению и быстрому ухудшению зрения [16].

Неправильное положение рук при печати на клавиатуре приводит к хроническим растяжениям кисти. Важно не столько отодвинуть клавиатуру от края стола и опереть кисти о специальную площадку, сколько держать локти параллельно поверхности стола и под прямым углом к плечу. Поэтому клавиатура должна располагаться в 10-15 см (в зависимости от длины локтя) от края стола. В этом слу-

чае нагрузка приходится не на кисть, в которой вены и сухожилия находятся близко к поверхности кожи, а на более "мясистую" часть локтя. Глубина стола должна позволять полностью положить локти на стол, отодвинув клавиатуру к монитору.

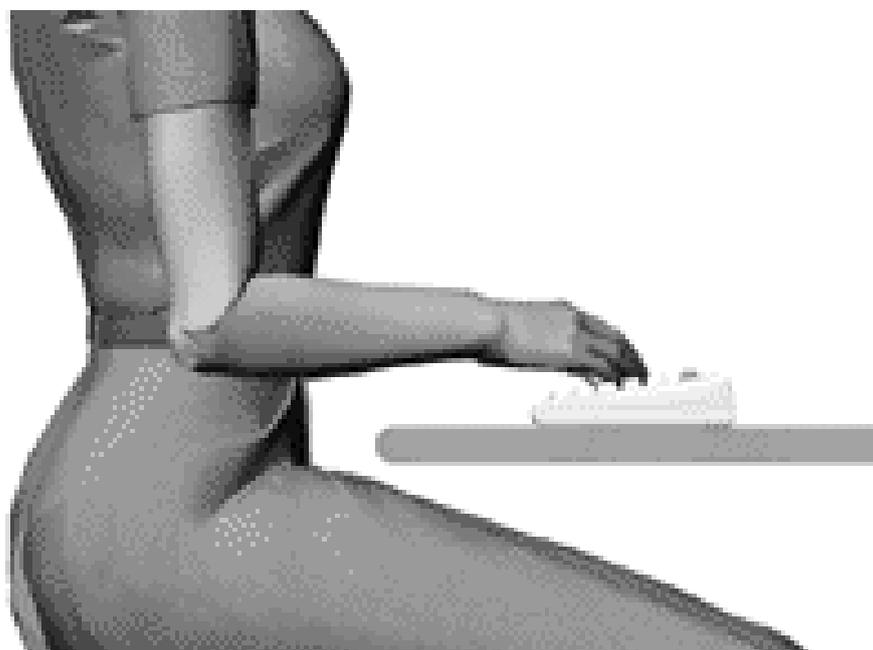


Рисунок 8.6 – Правильная работа за клавиатурой

Свет регулирует все функции человеческого организма и влияет на психологическое состояние и настроение, обмен веществ, гормональный фон и умственную активность. Помещение, где располагается рабочее место по стандартизации должно иметь естественное и искусственное освещение. Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения, светильники следует располагать локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к сотруднику. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно лампы накаливания либо люминесцентные лампы с повышенной частотой мерцания [16].

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

При работе на ПК существенно значимыми являются вибрационные характеристики размещения рабочего места. Помимо того, что вибрация отрицательно влияет на саму технику, деятельность человека также довольно чувствительна к вибрационной обстановке.

Для достижения требуемых параметров воздуха необходимо кондиционирование воздуха, при отсутствии вентиляции в закрытых помещениях возрастает концентрация углекислого газа и других вредных веществ. Это негативно сказывается на самочувствии людей, вызывает головную боль, сонливость, потерю работоспособности. Частично проблему можно решить, периодически проветривая

помещение, однако в этом случае вместе со свежим воздухом внутрь попадает пыль, разные запахи, уличный шум.

Системы отопления и системы кондиционирования следует устанавливать так чтобы ни теплый, ни холодный воздух не направлялся на людей, работающих в помещении. Температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более чем на 5°C.

Эстетическое оформление с учетом требований технической эстетики.

Стены помещения могут быть желтого цвета с красно-зелеными вкраплениями. Желтый и красный цвета – это теплые цвета, вызывающие психологическое ощущение тепла, производящие оживляющее впечатление. Это активные цвета, динамические, стимулирующие деятельность, приводящие к кратковременному повышению производительности труда. Зеленый – холодный цвет, успокаивает, облегчает напряжение глаза. Это цвет, способствующий душевной сосредоточенности и сохранению неизменной производительности труда. Общее сочетание цветов снимают умственное утомление и способствуют умственной деятельности.

Пол покрыт линолеумом темно-коричневого цвета – это теплый цвет, который смягчает возбудимость.

К пассивным средствам повышения работоспособности относится функциональная музыка. Ее трансляция перед началом работы должна способствовать переключению внимания работающих на трудовой процесс.

## 8.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Причинами пожара и возгораний в помещении теплового пункта являются:

- неправильное устройство и неисправность или нарушение режима работы аппаратуры узла учета, электронного регулятора теплоснабжения;
- неисправность и перегрузка технологического оборудования блочного теплового пункта (двигатели циркуляционных насосов контуров отопления и ГВС, редукторные электроприводы);
- перегрузка электрических сетей, износ изоляции электропроводки и короткое замыкание;
- неправильное заземление электрооборудования;
- несоблюдение рабочим персоналом правил пожарной безопасности;
- неосторожное обращение с огнем (курение в неположенных местах, небрежное и неосторожное проведение газосварочных работ на тепловом пункте).

Горючими элементами могут быть:

- перегородки, двери;
- составляющие части блочного теплового пункта, такие как ластиковые корпуса редукторных электроприводов, резиновые прокладки между фланцевыми соединениями;
- панель электронного регулятора теплоснабжения;
- изоляция электропроводки;
- шумоизоляционные пластиковые, полимерные материалы теплового пункта;
- скопившийся мусор.

Для ликвидации пожара возникшего в помещении теплового пункта в начальной стадии применяются первичные средства пожаротушения: сухой песок, асбестовые одеяла, кошмы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители ручные и передвижные [14].

Большое значение для защиты от пожаров является правильный выбор огнетушащего вещества. Поскольку аппаратура узла учета, электронный регулятор теплопотребления и редукторные электроприводы являются дорогостоящими, в случае пожара применение воды и пены в качестве огнегасящего средства должно быть совсем исключено. В этом случае используются порошковые огнетушители типа ОП-2, ОП-10, ОПС-10 [14].

Необходимо оснастить помещение теплового пункта автоматизированной системой оповещения пожара и установить централизованную систему сигнализации, которая при возникновении пожара сигнализируется на пульте диспетчера пожарной службы.

Для этой цели рекомендуется оборудовать помещение датчиками дыма и термодатчиками.

Аудитория имеет площадь 28 м<sup>2</sup>. Так как аудитория занимает площадь менее 200 м<sup>2</sup>, то в помещении предусматривается один эвакуационный выход. Проходы в помещении, коридоры и рабочие места не следует загромождать различными предметами.

При возникновении пожара в помещении теплового пункта необходимо производить эвакуацию людей согласно плана.

## 8.8 Экологическая безопасность

Руководители ООО «PCY» периодически проходят соответствующую подготовку в области экологической безопасности согласно списку, составленному и утвержденному руководителем предприятия.

Принимаются меры для предупреждения или ограничения вредного воздействия на окружающую среду выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сбросов в водные объекты, шума, вибрации и иных вредных физических воздействий, а также по сокращению безвозвратных потерь и объемов потребления воды [10].

Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от тепловых энергоустановок не превышает установленных норм предельно допустимых выбросов (лимитов). Шумовое воздействие не превышает установленных норм звуковой мощности оборудования.

Разработаны планы мероприятий по снижению вредных выбросов в атмосферу при объявлении особо неблагоприятных метеорологических условий, согласованный с региональными природоохранными органами, предусматривающий мероприятия по предотвращению аварийных и иных залповых выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду [10].

## 8.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуации

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Источником чрезвычайной ситуации (в дальнейшем ЧС) может стать опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение средств поражения, в результате чего произошла или может произойти ЧС. К природным ЧС относятся землетрясения, наводнения, сели, оползни, заносы, обледенения и лавины. Следствием стихийного бедствия, нарушения технологии производства, правил эксплуатации различных машин, оборудования, мер безопасности может явиться авария или катастрофа. Наиболее опасным следствием катастроф являются пожары и взрывы. Поэтому все помещения снабжены средствами пожаротушения и схемами эвакуации людей. Все работники должны знать, чётко соблюдать и требовать от других выполнения на предприятии правил пожарной безопасности, следить за наличием и исправностью средств пожаротушения и в случае пожара уметь ими пользоваться. На участке должен быть оборудован пожарный стенд, укомплектованный инструментами и средствами пожаротушения. Все проходы к ним должны быть постоянно свободными. Устойчивость работы промышленного объекта – это способность объекта выпускать установленные виды продукции в объёмах, предусмотренными соответствующими требованиями в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения [10].

Для промышленного объекта характерны следующие факторы, влияющие на подготовку объекта к работе в условиях ЧС:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;
- системы энергоснабжения;
- технологический процесс;
- производственные связи объекта;
- системы управления;
- подготовленность объекта к восстановлению производства.

При оценке устойчивости работы промышленного объекта особое внимание уделяется системам энергоснабжения. Основным источником энергии является электроэнергия. Электроснабжение осуществляется от нескольких питающих линий. При выходе из строя одной линии, электроснабжение оборудования осуществляется от другой. Основными мероприятиями по повышению устойчивости работы производственного участка являются:

- повышение прочности и устойчивости производственного участка и совершенствование технологического процесса;
- повышение устойчивости материально-технического снабжения;
- повышение устойчивости управления;
- разработка мероприятий по уменьшению вероятности возникновения вторичных факторов ЧС и ущерба от них;
- подготовка к восстановлению производства после аварии.

Повышение устойчивости оборудования достигается путём создания запасов элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта и восстановления повреждённого оборудования. К организационным мероприятиям, повышающим устойчивость управления объекта, относится заблаговременная подготовка руководящих работников и ведущих специалистов к взаимозаменяемости. В случае возникновения опасности оповещение производится при помощи внутрицехового радио и сирены [10].

Выводы: в данном разделе рассмотрены и изучены организационные правила, правила охраны труда. Разработаны мероприятия по снижению вредных и опасных факторов при работе в тепловом пункте:

- произведен расчет освещения;
- обеспечена безопасность при работе с электрическим оборудованием
- разработаны вопросы противопожарной и взрывобезопасности;
- разработаны вопросы обеспечения безопасности при угрозе Ч.С.

По разработанным мероприятиям объект укладывается в нормы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе были анализированы существующие схемы отопительных тепловых пунктов многоквартирных домов с нагрузками отопления и горячего водоснабжения. А также была разработана функционально-технологическая схема индивидуального теплового пункта и выбраны соответствующее технологическое оборудование и средства автоматизации для индивидуального теплового пункта гражданского здания.

Основным элементом индивидуального теплового пункта является электронный регулятор, так как это устройство следит за параметрами теплоносителя в системах отопления и горячего водоснабжения и на основе этих данных вырабатывает управляющие сигналы (команды) для исполнительных механизмов. Установкой электронного регулятора теплопотребления здания на тепловом пункте, решаются проблемы обеспечения комфортных условий в отапливаемом здании, а также в значительной мере уменьшается расход теплоносителя в системе отопления.

В результате установки узла учета расхода теплоносителя на тепловом пункте, потребитель тепловой энергии будет реально заинтересован в экономии теплоносителя и тепловой энергии, что соответственно внесет большой вклад в развитие политики энергосбережения и ресурсосбережения.

В разделе “Безопасность жизнедеятельности” изучены организационные правила, правила охраны труда. Разработаны мероприятия по снижению вредных и опасных факторов при работе в тепловом пункте: произведен расчет освещения, рассмотрены вопросы при работе с электрическим оборудованием, а так же вопросы пожаро и взрывобезопасности. По разработанным мероприятиям объект укладывается в нормы.

Значительно снижается нагрузка на рабочий персонал индивидуального теплового пункта. Их функции и обязанности сводятся к контролю за технологическим процессом, наблюдению за текущими параметрами теплоносителя в системе (в трубопроводах) и принятии своевременных решений в случае возникновения внештатных ситуаций в индивидуальном тепловом пункте.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 А. И. Авербах, Е.И. Барц, И. Я. Браславский, З. Ш. Шиматов. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средство энергосбережения. Е., Тяжпромэлектромет 2002;

2 Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления/ Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпель Ю.Я. и др. - СПб.: Стройиздат, 1987. – 248 с.;

3 Теплотехнический справочник. Под редакцией В.И. Лукашова, А.А. Ломакина. М., 1971;

4 Электротехника/Ю.М. Борисов, Д.Н, Липатов, Ю.Н. Зорин. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1985;

5 Гамрак – Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов. М. Высшая школа 1985.

6 Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение. 1990.

7 Брежнев В.И., Трескунов В.М. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1983.

8 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов. Б. А. Князевский. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

9 Правила устройства электроустановок 7-е издание [текст]: ПУЭ-7: утв. Приказом Минэнерго России от 08.07.2002: обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и орг.–правовых форм. – М.: ДЕАН, 2008. – 704 с.

10 Трофимова, С.Н. Методические рекомендации для студентов электротехнических специальностей. Выполнение разделов «Охрана труда», «Экологическая безопасность», «Гражданская оборона» в дипломном проекте// <http://www.zb-susu.ru>.

11 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / сост. С.Н. Трофимова, В.И. Чуманов, В.А. Шишимиров. – Челябинск. Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 54 с.

12 ГОСТ 12.2.032-88. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – Введ. 1979-01-01.- М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1979. – 5 с.

13 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по дипломному проектированию для студентов технических специальностей / под ред. С.Н. Трофимовой. С.П. Максимов, Т.Б. Балакина. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 55 с.

14 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

15 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.- М.: Энергоатомиздат, 2000.- 290с.

16 Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами ПЭВМ в электроэнергетике [текст]: РД 153-34.0-03.298-2001: утв. РАО "ЕЭС России" от 16.05.2001: введ. в действие 01.05.2001. – М.: ЭНАС, 2001. – 90 с.

17 Применение средств автоматизации «Danfoss» в тепловых пунктах систем

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

централизованного теплоснабжения зданий/ Под ред. Невского В.В., – М.: ООО Данфосс, 2007. – 81 с.

18 Правила учета тепловой энергии и теплоносителя/ Москва.: Министерство энергетики и угольной промышленности, 1997. – 57 с.

19 Уваров А.В. Автоматизация инженерных систем современных зданий и комплексов// Промышленные АСУ и контроллеры. – 2005. - № 9. – с. 15 – 19.

20 ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 11 с.

					13.03.02.2020.133.17.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66