

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов
и производств

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в
энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

_____ А.А. Остапенко

« _____ » _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка автоматизированной системы жизнеобеспечения автономного объекта

Исполнитель

студент группы

(подпись, дата)

И.Ю. Бабяк

Руководитель

доцент, канд. техн. наук

(подпись, дата)

А.Н. Рыбалев

Нормоконтроль

профессор, д-р. техн. наук

(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Благовещенск 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов
и производств

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в
энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

_____ А.А. Остапенко

« _____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента _____

1. Тема выпускной квалификационной работы: _____

(утверждена приказом от _____ № _____)

2. Срок сдачи студентом законченной работ _____

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: _____

4. Содержание выпускной квалификационной работы: 1) изучение объекта автоматизации, предварительные расчеты и постановка задачи; 2) выбор основного оборудования и составление технологических схем; 4) разработка структурной схемы автоматизации; 5) выбор технических средств; 6) разработка принципиальной схемы; 7) разработка программного обеспечения.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: Результаты предварительных расчетов по проектированию;

Лист 2: Оборудование основное систем водоснабжения и отопления;

Лист 3: Элементы системы ГВС SOLTEK-DV серии TZ(ES);

Лист 4: Схема общая систем отопления и водоснабжения;

Лист 5: Элементы системы электроснабжения;

Лист 6: Схема автоматизации структурная. Устройства центральной части;

Лист 7: Схема принципиальная электрическая;

Лист 8: Перечни сигналов системы управления;

Лист 9: Коды СМС-сообщений;

Лист 10: Привязки экранов и каналы монитора реального времени;

Лист 11: Экраны визуализации системы управления.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) _____

7. Дата выдачи задания _____.

Руководитель выпускной квалификационной работы: _____.

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата):

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 121 страницу, 47 рисунков, 23 таблиц, 13 приложений, 33 источника.

СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМА ГВС, СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ, СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, SCADA-СИСТЕМА

Цель выпускной работы: разработка автоматизированной системы управления системами жизнеобеспечения автономного объекта.

В выпускной квалификационной работе был рассмотрен объект автоматизации, проведены предварительные расчеты, выбрано основное оборудование, выбраны средства автоматизации и управления и разработаны:

- структурная схема автоматизации;
- принципиальная электрическая схема соединений;
- управляющая программа;
- SCADA-система.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	5
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	8
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ	10
ВВЕДЕНИЕ	11
1. ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	12
1.1 Основные характеристики объекта.....	12
1.2 Предварительные расчеты и подготовка объекта к автоматизации	13
1.2.1 Система отопления.....	13
1.2.2 Система водоснабжения.....	18
1.2.3 Система горячего водоснабжения.....	19
1.2.4 Система электроснабжения.....	19
1.3 Постановка задачи.....	20
2. ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ	21
2.1. Оборудование системы отопления	21
2.1.1 Радиаторы отопления.....	21
2.1.2 Котел отопления.....	25
2.1.3 Расширительный бак.....	28
2.1.4 Циркуляционный насос.....	28
2.1.5 Подсистема автоматической подпитки.....	30
2.2 Оборудование системы водоснабжения	31
2.2.1 Общая схема системы	31

2.2.2 Погружной насос.....	32
2.2.3 Гидроаккумулятор	33
2.3 Оборудование системы горячего водоснабжения	34
2.4 Технологическая схема систем тепло- и водоснабжения	39
2.5 Оборудование системы электроснабжения	41
2.5.1 Дизель генератор.....	41
2.5.2 Автомат ввода резерва	44
3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ	47
4 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ	49
4.1 Выбор измерительных преобразователей.....	49
4.2 Выбор исполнительных механизмов.....	51
4.3 Выбор управляющей аппаратуры.....	53
4.4 Выбор средств человеко-машинного интерфейса и дистанционного контроля и управления	57
4.4 Выбор средств питания и защиты.....	59
4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ...	63
5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	66
5.1 Выбор средств разработки.....	66
5.2 Структура и назначение программного комплекса	66
5.3 Входные и выходные переменные.....	67
5.4 Дистанционный контроль и управление по СМС.....	70
5.5 Программа управления	75
5.6 SCADA-система.....	78
5.6.1 Информационный обмен.....	78
5.6.2 Экраны визуализации.....	81

5.7 Результаты апробации и перспективы развития программного обеспечения	83
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.....	84
6.1 Огнезащитная обработка деревянной стропильной конструкции крыши загородного дома.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРОГРАММА PLC_PRG.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРОГРАММА SCADA_exchange	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПРОГРАММА LOAD_CONFIG.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПРОГРАММА NOTIFICATION	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БЛОК MESSAGE_FORMER.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ПРОГРАММА SMS_QUEUING	103
ПРИЛОЖЕНИЕ И. ПРОГРАММА SMS_SENDER.....	104
ПРИЛОЖЕНИЕ К. ПРОГРАММА SMS_SERVICE.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Л. ПРОГРАММА CW_SYSTEM.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ М. ПРОГРАММА HW_SYSTEM.....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Н. ПРОГРАММА HT_SYSTEM.....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ П. ПРОГРАММА EL_SYSTEM	120

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей бакалаврской работе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов;

ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки;

ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи;

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам;

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы;

ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль;

ГОСТ 2.121-73 Единая система конструкторской документации. Технологический контроль конструкторской документации;

ГОСТ 2.201-80 Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов;

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы;

ГОСТ 2.321-84 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные;

ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;

ГОСТ 3.1116-79 Единая система технологической документации. Нормоконтроль;

ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем;

ГОСТ 2.709-89 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединения электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах;

ГОСТ 2.710-81 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах;

ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения;

ГОСТ 19.701-90 Единая система конструкторской документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем;

ГОСТ 21.404-85 Система проектной документации. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах;

ГОСТ 34.602-89 Единая система конструкторской документации. Техническое задание на создание автоматизированной системы;

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды;

ОСТ 36.13-90 Щиты и пульты средств автоматизации технологических процессов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

GSM – Global System for Mobile Communications (ранее – от названия группы Groupe Spécial Mobile) – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи, с разделением каналов по времени и частоте;

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных);

АВР – автомат ввода резерва;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ГВС – горячее водоснабжение;

ИБП – источник бесперебойного питания;

ПЛК – программируемый логический контроллер.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматривается создание автоматизированной системы управления системами жизнеобеспечения автономного объекта. В качестве такого объекта выбран загородный жилой дом. Предметами рассмотрения являются системы водоснабжения, в том числе горячего, отопления и электроснабжения. Автоматизированная система управления должна выполнять функции контроля и управления этими системами, обеспечивая как локальное, так и дистанционное взаимодействие с пользователем. Дистанционное управление реализуется по радиоканалу с применением технологии GSM (сотовая связь).

1 ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1.1 Основные характеристики объекта

Объектом автоматизации является загородный дом в 10 км от г. Благовещенск. План дома показан на рис. 1.

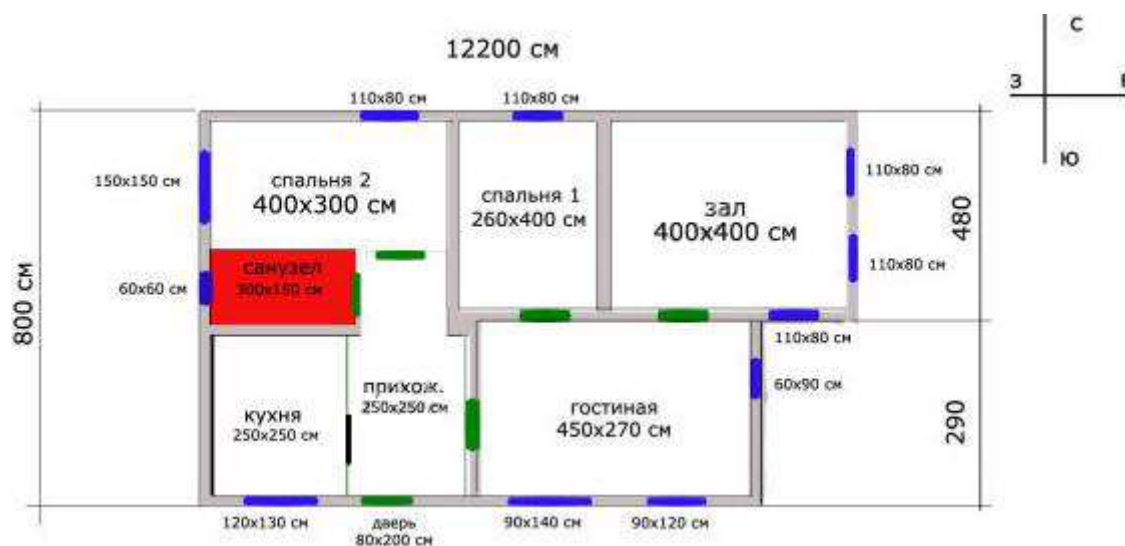


Рисунок 1 – План дома

Высота наружных стен:

- зал, спальня 1: 2,5 м;
- остальные помещения: 2,7 м.

Состав стен наружных (снаружи вовнутрь):

- зал, спальня 1: песчано-цементная штукатурка – 5 см, силикатный кирпич – 25 см, штукатурка – 3 см. Окна – деревянные с двойным остеклением;
- остальные помещения: ОСП – 0,6 см, ветроизоляция (пергамин) – 0,05 см, минвата – 10 см, шлакоблок – 20 см, гипсокартон – 1,2 см. Окна – два однокамерных стеклопакета в отдельном переплете.

Состав пола (от земли вверх, к помещению):

- зал, спальня 1: доска половая – 3 см;
- остальные помещения, кроме санузла: бетонная стяжка – 10 см, пароизоляция (пергамин), фанера – 1 см, линолеум;
- санузел: бетонная стяжка – 10 см, керамическая плитка.

Состав потолков (снизу вверх):

- зал, спальня 1: штукатурка 5 см, доска сосновая 4 см, опилки 15 см.;

– остальные помещения: гипсокартон – 1,2 см, доска сосновая – 4 см, минвата – 20 см, пергамин – 0,05 см.

Первоначально дом состоял из двух помещений (спальня 1 и зал), его стены были выложены из кирпича. Позднее были пристроены остальные помещения с наружными стенами из шлакоблоков. В настоящее время отопление и водоснабжение в доме отсутствует. Канализация имеется (септик).

К дому подведено электричество (220/380, три фазы), однако электро-снабжение ненадежно: имеют место частые отключения. Электропроводка дома выполнена в соответствии со всеми требованиями и проектированию не подлежит.

В местности расположения дома устойчиво работает сотовая связь.

На расстоянии 5 метров от дома имеется водяная скважина глубиной 30 метров.

Требуется разработать автоматизированную систему водоснабжения, отопления и электроснабжения дома.

1.2 Предварительные расчеты и подготовка объекта к автоматизации

1.2.1 Система отопления

На данном этапе рассчитаем потребности в тепловой энергии для отопления дома. Из СНиП 41-01-2003 известно, что тепловой поток, поступающий в комнаты и кухни, следует принимать не менее, чем 10 Вт на 1 м² пола, то есть расчет системы отопления частного дома прост – нужно взять номинальную мощность батареи, определить площадь квартиры и высчитать число радиаторов. Однако такой подход не всегда оправдан [21]: мощность системы отопления должна выбираться не по квадратным метрам, а по такому параметру, как теплопотери. Причины:

а) задача отопительной конструкции – компенсировать тепловые потери жилья и поднять температуру внутри до комфортной. Активнее всего тепло уходит через оконные проемы и холодные стены. При этом утепленный по правилам дом без сквозняков требует гораздо меньшей мощности радиаторов;

б) в расчет включаются:

- высота потолка;
- регион проживания: средняя уличная температура в Якутии составляет -40 °С, в Москве – -6 °С. Соответственно размеры и мощность радиаторов должны быть разными;
- система вентиляции;
- состав и толщина ограждающих конструкций.

Для автоматизации процесса расчета задействуем программу Valtec [2], одной из функций которой является определение тепловых потерь через ограждающие конструкции.

После ввода общей информации о проекте (рис. 2) расчет тепловых потерь включает три этапа.

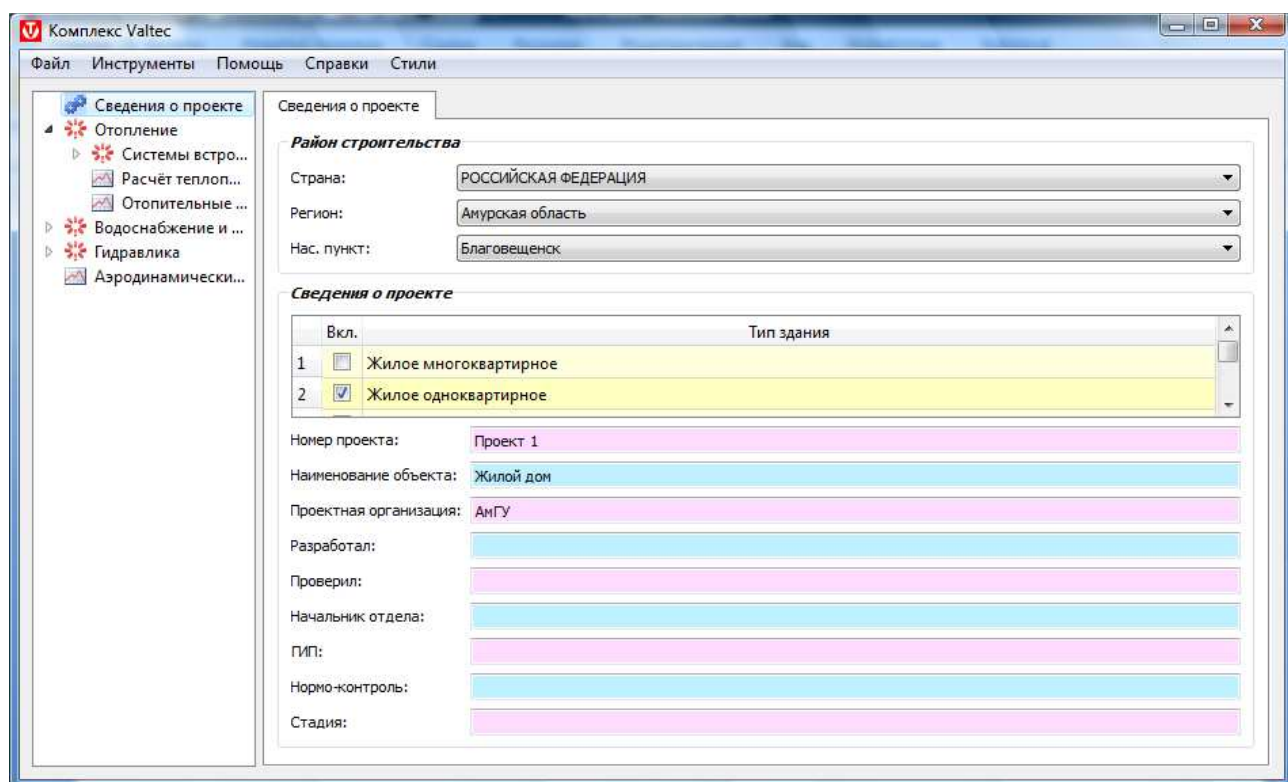


Рисунок 2 – Программа Valtec: сведения о проекте

На первом этапе задаются расчетные параметры для выбранного района строительства (все они могут быть выбраны по умолчанию из базы данных программы) и режим работы системы отопления (рис. 3).

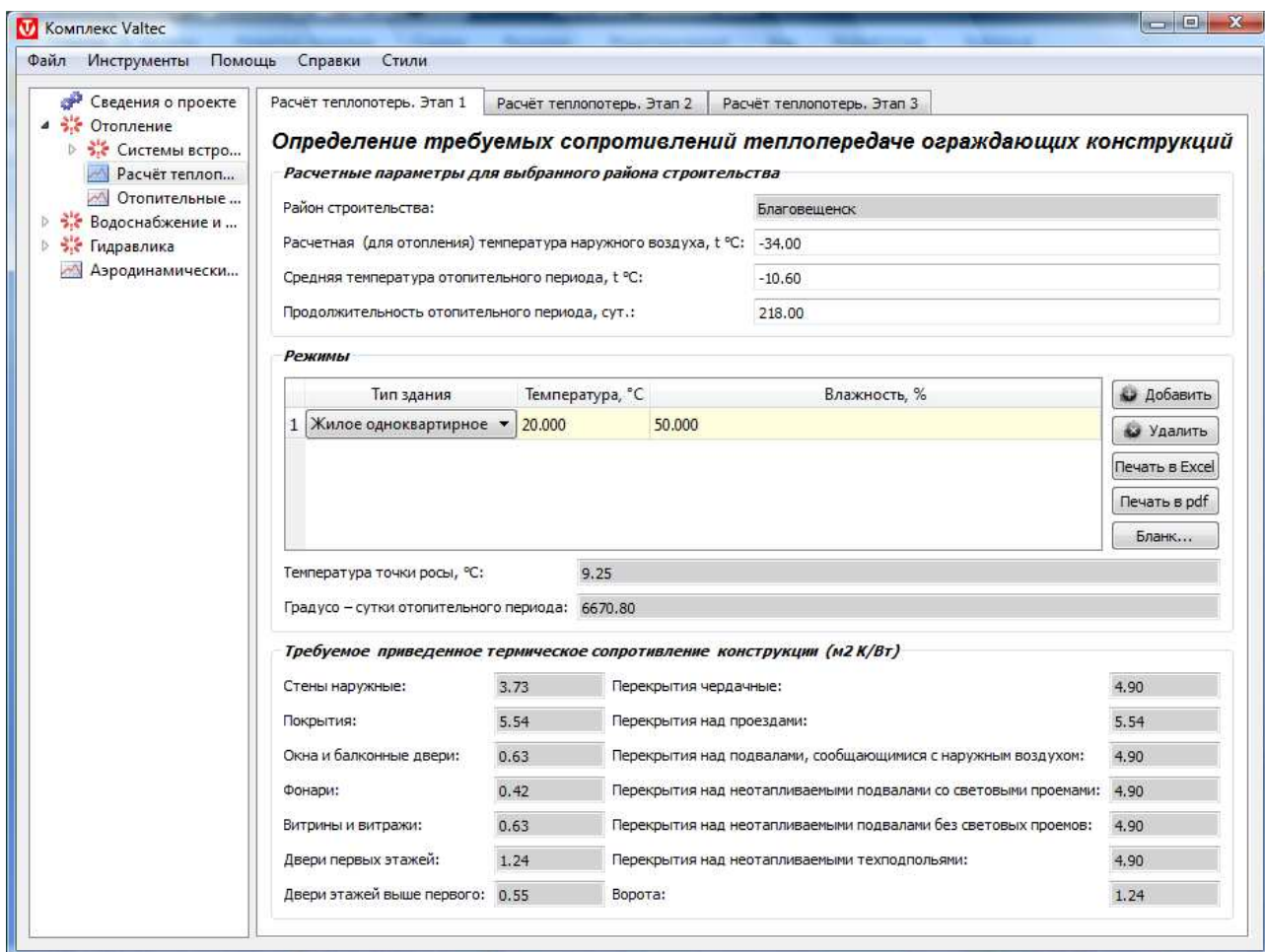


Рисунок 3 – Первый этап расчета тепловых потерь

На втором этапе составляется перечень ограждающих конструкций с указанием применяемых материалов по всем их слоям и толщин этих слоев (рис. 4).

На заключительном этапе формируются перечни групп помещений и самих помещений (комнат) с указанием всех ограждающих конструкций с учетом проемов в них и рассчитываются тепловые потери (теплопотребности) по каждому помещению и группе в целом.

На рис. 5 приведено окно расчета тепловых потерь для комнаты «Зал». Здесь указаны параметры всех ее внешних ограждающих конструкций. Расчет тепловых потерь восточной стены комнаты «Зал» продемонстрирован на рис. 6. Здесь указано наличие и параметры проемов – двух окон.

На рис. 7 приведены итоги расчетов для всех комнат дома.

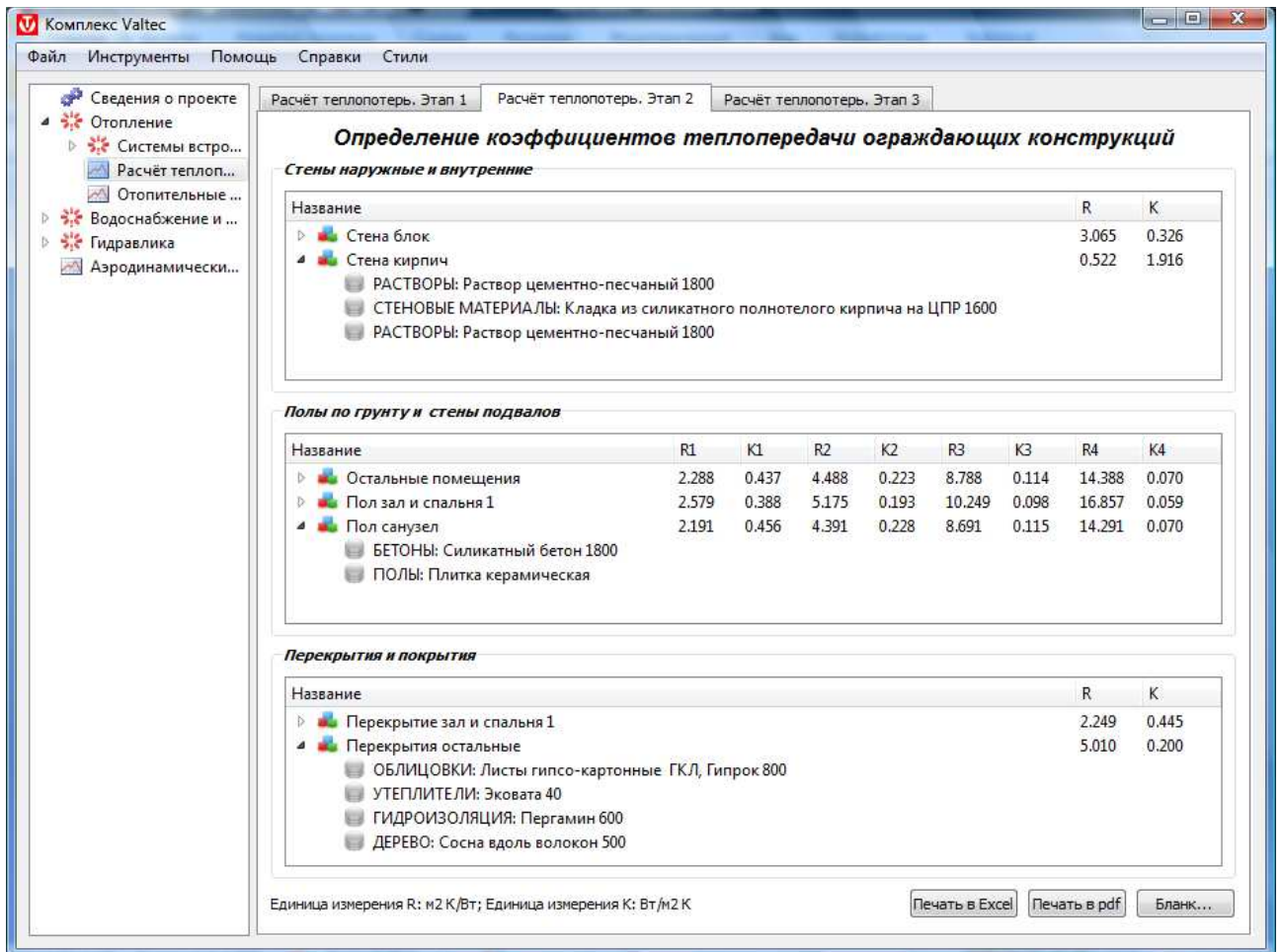


Рисунок 4 – Второй этап расчета тепловых потерь

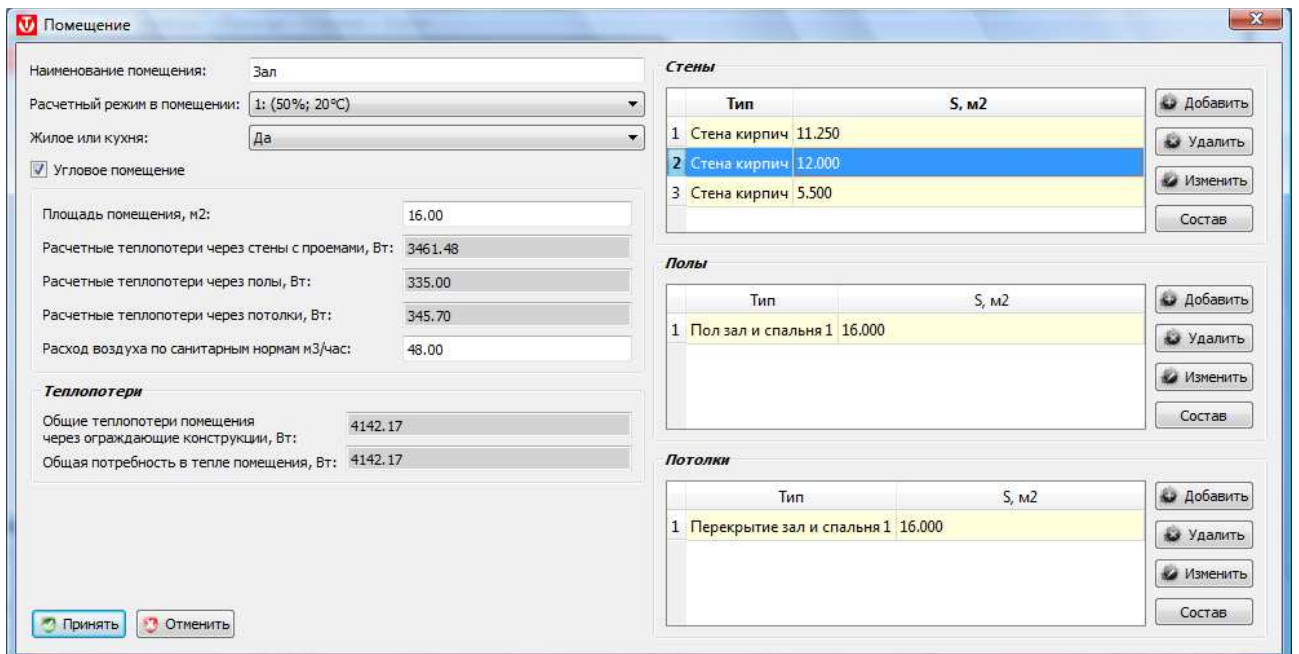


Рисунок 5 – Расчет тепловых потерь для комнаты «Зал»

Стены

Тип стены: Стена кирпич

Ориентация стены по румбам: В

Длина стены, м: 4.80

Высота стены, м: 2.50

Площадь без вычета площади проёмов, м2: 12.00

Площадь за вычетом площади проёмов, м2: 10.24

Расчетная температура внешнего воздуха, t °C: -34.00

Расчетные теплопотери через стену, Вт: 1218.68

Расчетные теплопотери через стену и проёмы, Вт: 1477.88

Проёмы

Конструкция	Площадь, м2	Количество, шт
1 ОКНА И БАЛКОННЫЕ ДВЕРИ: Двойное остекление, отдельные переплеты: дерево: обычное	1.760	2

Добавить Удалить Изменить

Принять Отменить Показать состав типа стены

Рисунок 6 – Расчет тепловых потерь восточной стены комнаты «Зал»

Группа помещений

Этаж: 1

Назначение: Жилое многоквартирное

Помещения

Наименование помещения	Площадь, м2	Общая теплопотребность, Вт
1 Зал	16.00	4142.17
2 Гостиная	12.15	998.76
3 Прихожая	6.25	627.69
4 Кухня	6.25	576.05
5 Санузел	4.50	247.17
6 Спальня 2	12.00	948.22
7 Спальня 1	10.40	1215.24

Добавить Удалить Изменить

Принять Отменить

Рисунок 7 – Расчет тепловых для всех комнат дома

Общая потребность в тепловой энергии для заданного режима составила 8755 Вт. При общей площади пола дома 65,6 м² относительная мощность тепловых потерь составила 129,6 Вт/ м², что почти на 30% превышает норматив СНиП 41-01-2003 (100 Вт на 1 м² пола).

Результаты анализа (рис. 7) свидетельствуют о том, что теплопотери помещений «новой» части дома в основном укладываются в норматив, за исключением прихожей, где наблюдается незначительное превышение норматива. Помещения (комнаты) «старой» части дома демонстрируют превышение нор-

матива, особенно зал (почти в 2,6 раза). Это объясняется малой толщиной стен («два кирпича»), отсутствием утепления и наличием устаревших окон с деревянными рамами.

В связи с этим принято решение о применении утепления, подобного применяемому в новой части дома и установке современных стеклопакетов. В результате пересчета с новыми данными получены показатели, практически удовлетворяющие нормативу СНиП 41-01-2003 (рис. 8).

Наименование помещения	Площадь, м2	Общая теплотребность, Вт
1 Зал	16.00	1622.30
2 Гостинная	12.15	998.76
3 Прихожая	6.25	627.69
4 Кухня	6.25	576.05
5 Санузел	4.50	247.17
6 Спальня 2	12.00	948.22
7 Спальня 1	10.40	680.79

Рисунок 8 – Расчет тепловых для всех комнат дома после «утепления»

Общая потребность в тепловой энергии для заданного режима составила 5701 Вт. Таким образом, за счет утепления старой части дома удалось сэкономить более 3 кВт мощности системы отопления.

Относительная мощность тепловых потерь составила $67,6 \text{ Вт/ м}^2$, что более чем на 30% ниже норматива СНиП 41-01-2003.

1.2.2 Система водоснабжения

Максимальный расход воды всеми водопотребителями дома показан в табл 1.

Таблица 1 – Максимальное водопотребление

Потребители	Расход воды - л/мин	Кол-во	Общая
Кухонный смеситель	10	1	10
Смеситель ванной	10	1	10
Унитаз	20	1	20
Стиральная машина	15	1	15
Посудомоечная машина	10	1	10
ИТОГО:			65

Вычисленный максимальный расход соответствует полностью открытым вентилям на всех водопотребляющих устройствах – такая ситуация практически никогда не возникает, поэтому необходимо вводить поправочный коэффициент 0,5-0,7. Таким образом, реальное водопотребление составит около 35–45 л/мин.

1.2.3 Система горячего водоснабжения

Максимальный расход горячей воды всеми потребителями дома показан в табл. 2.

Таблица 2 – Максимальное потребление горячей воды

Потребители	Расход воды, л/мин	Кол-во	Общая
Кухонный смеситель	8,4	1	8,4
Смеситель ванной	6	1	6
ИТОГО:			14,4

Мгновенная мощность подогревателя при нагреве воды от 5°С до 55°С и таком расходе должна составить

$$P_{\max} = 14,4/60 \times 4,2 \times (55 - 5) = 50,4 \text{ кВт.}$$

Однако это всего лишь пиковая мощность, тогда как средняя мощность подогревателя с аккумулятором горячей воды существенно меньше. Согласно нормам СНиП для жилого дома квартирного типа наибольшее потребление горячей воды на 1 человека составляет 10 л/час. При количестве жильцов, равном 4, требуемая мощность подогревателя составит

$$P = 4 \times 10 / 3600 \times 4,2 \times (55 - 5) = 2,33 \text{ кВт.}$$

1.2.4 Система электроснабжения

Ранее были рассчитаны мощность системы теплоснабжения и горячего водоснабжения. В совокупности потребление энергии этими системами состав-

ляет около 8 кВт. Основными бытовыми потребителями электроэнергии являются (мощность указана приблизительно): электроплита (6 кВт), посудомоечная машина (2кВт), стиральная машина (2 кВт), электрочайник (1 кВт), утюг (1 кВт).

Примем, что остальные приборы (компьютер, холодильник, освещение и т.д.) потребляют в совокупности 2 кВт.

Суммарное максимальное потребление энергии составит 22 кВт. При этом крайне маловероятно, чтобы такое значение действительно имело место. Примем, что реальное потребление электроэнергии не будет превышать 15 кВт, что не превышает 70% от максимума. Такому допущению способствуют следующие обстоятельства:

- максимальная мощность системой отопления будет потребляться только в самое холодное время года;
- в системе отопления и горячего водоснабжения будут задействованы дополнительные источники энергии;
- будут применяться энергосберегающие осветительные приборы (светодиодные лампы).

1.3 Постановка задачи

Задачами проектирования являются:

- а) выбор основного оборудования и разработка схем систем отопления, водоснабжения и электроснабжения;
- б) выбор оборудования и разработка система автоматизации и управления основным оборудованием;
- в) разработка прототипа программного обеспечения системы управления.

2 ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

2.1 Оборудование системы отопления

2.1.1 Радиаторы отопления

Для отопления дома выбрана двухтрубная система отопления, позволяющая эффективно осуществлять индивидуальное регулирование мощности каждого радиатора.

Радиаторы отопления будут располагаться как показано на рис. 9.

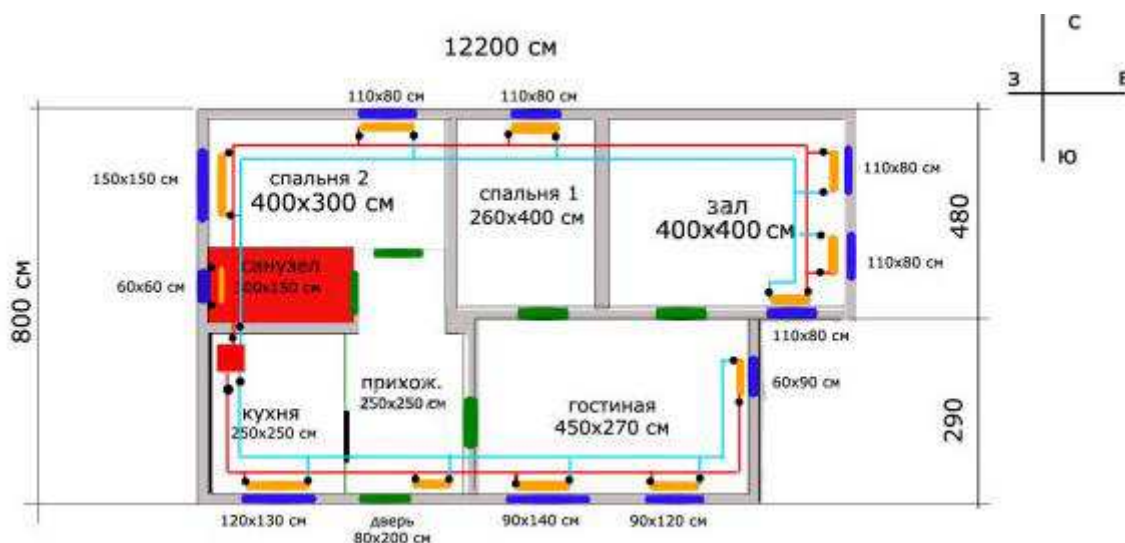


Рисунок 9 – Расположение радиаторов отопления

Были выбраны биметаллические секционные радиаторы Rifar Base 500/100. Расчет количества секций проводился по каждому радиатору каждого помещения исходя из потребностей в тепловой энергии в программе Valtec. При расчете использовалось усредненное значение перепада температуры 80/60°C. Во всех помещениях, кроме санузла закладывалась требуемая температура 20°C, в санузле – 25°C. Окно программы расчета показано на рис. 10.

Результаты расчета приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета секций радиаторов

Помещение	Количество радиаторов	Число секций по результатам расчета	Выбранное число секций
1	2	3	4
Спальня 1	1	7	8
Спальня 2	2	6	6

Зал	3	6	6
Гостиная	3	4	4
Прихожая	1	7	8
Кухня	1	7	8
Санузел	1	4	4

Выбранное число секций для ряда помещений больше расчетного, поскольку радиаторы продаются, как правило, с четным числом секций.

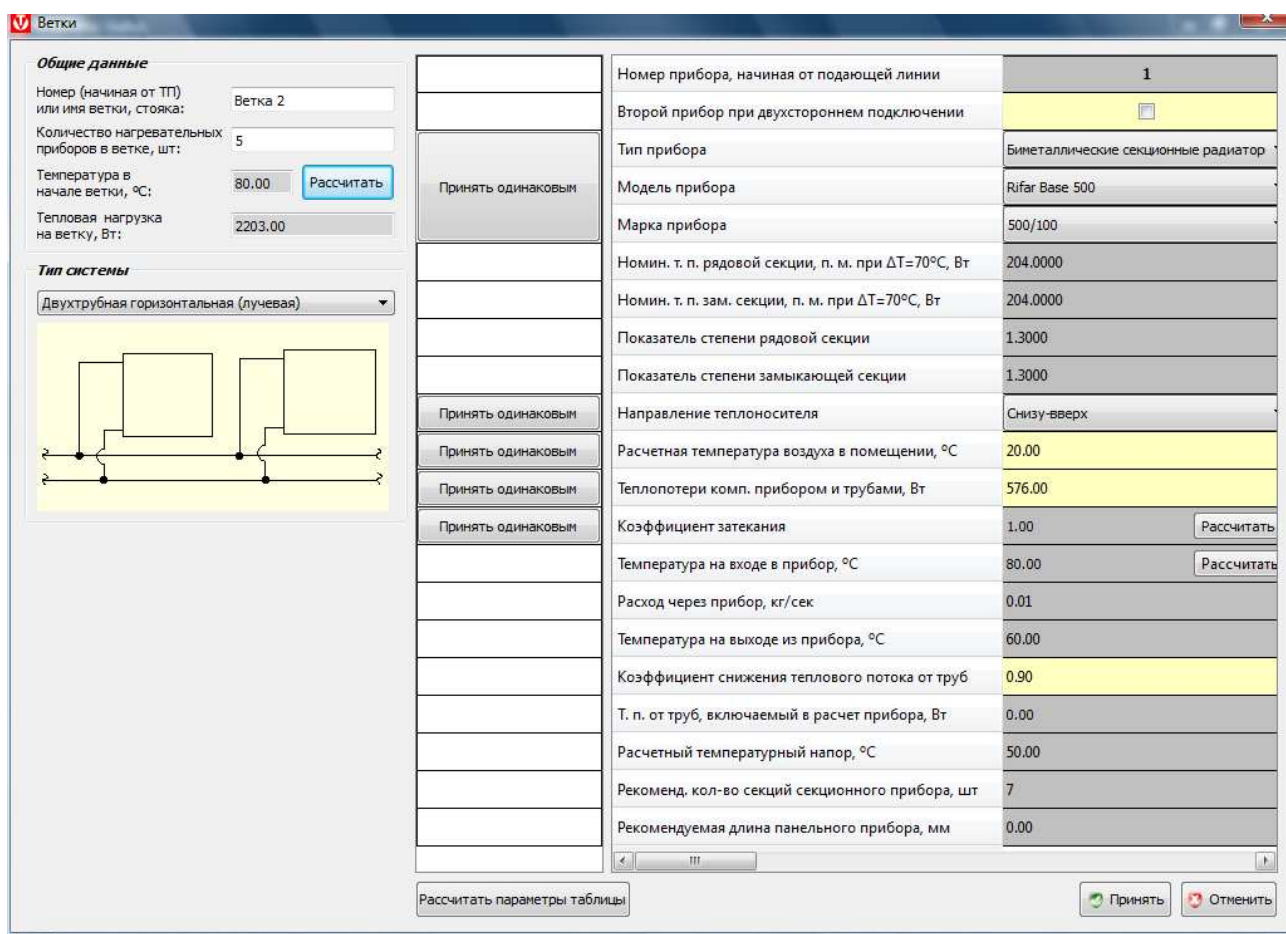


Рисунок 10 – Расчет радиаторов отопления

Общая длина трубопровода (подача + «обратка») примерно 30 м (нижнее крыло) + 43 м (верхнее крыло) = 73 м.

Трубопровод собран из полипропиленовой трубы армированной диаметром 25 мм (полипропиленовая труба обозначается по наружному диаметру, в отличие от стальной, которая обозначается по внутреннему диаметру).

На подходе к радиатору установлен сужающий тройник с ответвлением к радиатору 20 мм и на обводной участок 25 мм. Точно такой же тройник стоит

на выходе с радиатора, только здесь происходит переход с 20 мм (от радиатора) на 25 мм.

Сам радиатор присоединяется к трубопроводу двумя трубками диаметром 20 мм каждая.

На каждый радиатор идёт около 1 м трубы диаметром 20 мм; поскольку на проекте в примере 12 радиаторов, то допустим, что двадцатимиллиметровой трубы нужно всего 15 м.

Другое оборудование (кроме радиаторов):

- котёл;
- по два крана на каждом радиаторе (один с термостатической головкой на входе в радиатор и второй обычный угловой радиаторный шаровый кран);
- шаровые краны на подающей трубе и на обратке.

В углах дома установлены полипропиленовые углы 90 градусов. Такие же углы на радиаторах – по два на каждом.

Вокруг дверного проёма нужно будет обходить с помощью П-образного компенсатора, на изготовление которого нужна та же 25-я труба, так что к 73 м прибавляются ещё 5 м.

Ниже все названные элементы системы приведены списком:

- а) котёл стальной;
- б) радиаторы биметаллические всего 12 шт.:
 - 3 шт. по 8 секций;
 - 5 шт. по 6 секций;
 - 4 шт. по 4 секции;
- в) труба ПП 25 мм – 78 м;
- г) труба ПП 20 мм – 15 м;
- д) кран радиаторный термостатический угловой 1/2 дюйма (15 мм) – 12 шт. (по одному на радиатор);
- е) кран радиаторный угловой 1/2 дюйма – 12 шт. (по одному на радиатор);
- ж) кран шаровый 1 дюйм (25 мм) – 4 шт. (по два на каждое "крыло");
- з) угол ПП – 90 град./25 мм) – 20 шт;

- и) тройник разделяющий 25–20–25 мм – 12 шт. (по одному на радиатор);
- к) тройник на слияние 25–20–25 мм – 12 шт. (по одному на радиатор);
- л) тройник 25 - 25 - 25 мм – 2 шт. (на ответвление подачи и обратки к верхней ветке).

Исходные данные были занесены в программу Valtec по каждой ветке отопления и каждому участку каждой ветки. Исходя из мощности теплового потока программа рассчитала суммарные потери давления на каждом участке и в каждой ветке. В качестве примера на рис. 11 показаны результаты расчета по участку трубопровода диаметром 25 мм второй ветки.

Участок

Имя участка: Участок 1 Труба 25 мм

Транспортируемая среда

Температура, °C: 80.00

Скорость, м/сек: 0.20

Труба

Материал труб: Полипропилен

Принять шероховатость: По СНиП

Шероховатость: 0.010

Внутренний Ø, мм: 16.60

Длина участка, м: 45.00

Превышение конечной точки над начальной, м*: 0.00

* - со знаком «минус», если конечная точка ниже начальной

Расход на участке

Рассчитать от теплового потока

Тепловой поток, Вт: 3502.00

Расчетный перепад темп., °C: 20.00

Объемный, л/сек: 0.0429

Массный, кг/сек: 0.0417

Результат расчета

Динамическое давление, Па: 19.15

Гравитационные потери, Па: 0.00

Линейные потери давления, Па: 1679.06

Потери на КМС, Па: 719.95

Суммарные потери давления, Па: 2399.01

Потери на местные сопротивления

Группа элементов	Элемент	Ø, мм	КМС элемента	Элементов
1	Элементы систем Кран шаровой стандартного прохода	15	0.20	2
2	Элементы систем Угольник 90гр	50	1.10	12
3	Элементы систем Тройник на ответвление*	15	1.50	2
4	Элементы систем Тройник на разделение*	15	3.00	7

Добавить Удалить Изменить

Печать в Excel Печать в pdf Бланк...

Принять Отменить

Рисунок 11 – Результаты расчета по участку трубопровода диаметром 25 мм второй ветки

На рис. 12 приведены итоговые результаты расчета по двум веткам.

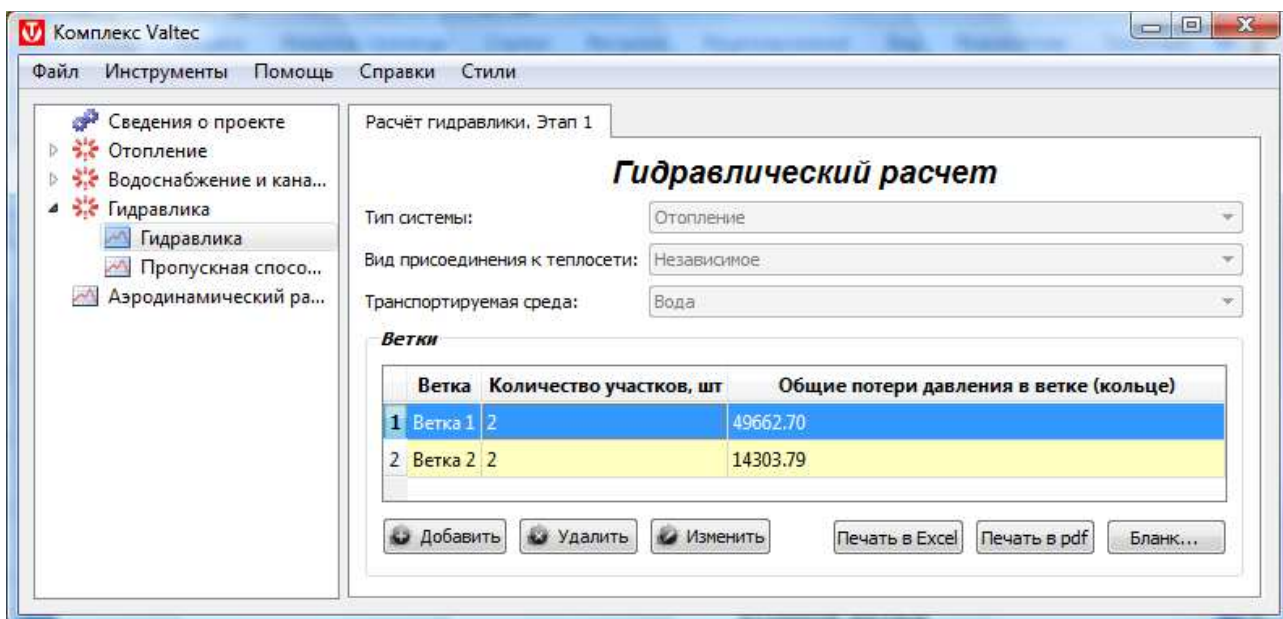


Рисунок 12 – Итоговые результаты расчета по двум веткам

2.1.2 Котел отопления

Для выработки тепловой энергии, необходимой для отопления выберем индукционный электрический котел. Принцип работы такого котла следующий.

При подаче переменного напряжения на ввод катушки на ней образуется переменное электромагнитное поле, которое замыкается ближайшим электростатическим путем через корпус аппарата и сердечник, который вставлен внутри катушки и наводит на них низковольтное напряжение. Под воздействием переменного наведенного электромагнитного поля в металле сердечника и корпуса возникают так называемые вихревые токи (токи Фуко), которые и нагревают металл. Вода отбирает тепло от корпуса и сердечника и разносит тепловую энергию по зданию [17].

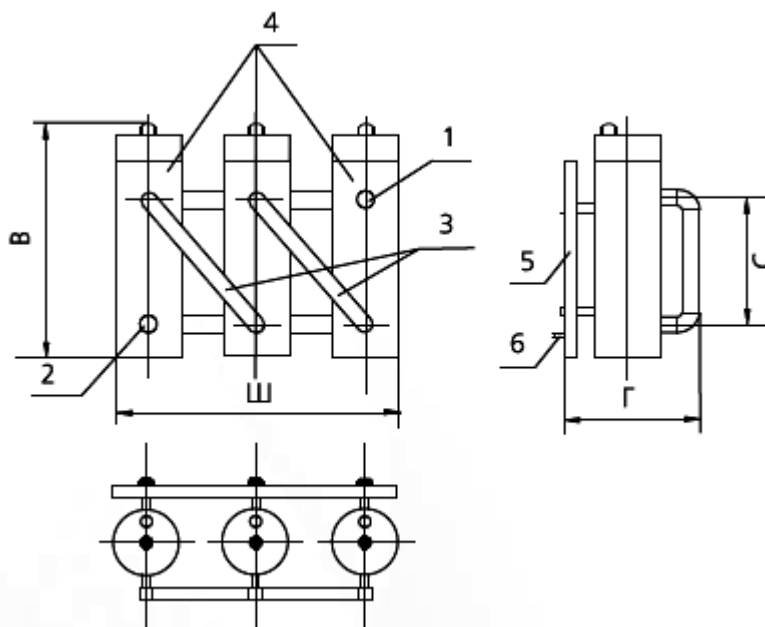
Сравнивая индукционные котлы с ТЭН- котлами, можно сказать, что оба вида устройств являются преобразователями электрической энергии в тепловую. КПД в обоих видах устройств одинаковая – почти 100%, поэтому в этом плане они равноценны. Индукционные котлы значительно дороже, но практика показала, что за 5 – 7 лет эксплуатации за счет обслуживания (замена перегоревших нагревательных элементов) ТЭН- котла их стоимость выравнивается. Индукционный котел имеет много эксплуатационных преимуществ, потому что у него намного большая площадь отдачи тепла теплоносителем.

лю, чем у ТЭН- котла. Разность между температурой нагревательного элемента индукционного котла и теплоносителя $10 - 15^{\circ} \text{C}$ и они разогреваются вместе. На нагревательном элементе индукционного котла накипь практически не образуется. По данной причине его нагревательный элемент даже теоретически выйти со строя не может. ТЭН нагревается от того, что через его проводник с повышенным сопротивлением протекает ток, поэтому в любом случае он нагревается до заданных $600 - 750^{\circ} \text{C}$ и теплоноситель на его поверхности всегда кипит. Из-за этого ТЭН быстро обрастает накипью. От этого теплоотдача уменьшается, и ТЭН в конце концов перегорает. В индукционном котле можно использовать разные теплоносители, даже нефтепродукты, если их не перегреть свыше 70°C . В ТЭН- котлах можно использовать теплоносителем только воду и к тому же лучше всего дистиллированную. В обслуживании ТЭН- котлы менее практичны, чем индукционные, потому что переходной контакт между проводником электроснабжения и проводником самого ТЭН постоянно перегретый, из-за этого окисляется и ослабляется. Необходимо постоянно следить за тем, чтобы проводник электроснабжения не отгорел; в противном случае при отгорании – может быть повреждено резьбовое соединение ТЭН; и такой рабочий нагревательный элемент приходится менять. Этой проблемы в индукционных котлах не существует, потому что связь его нагревательного элемента с электроснабжением осуществляется через электромагнитное поле переменного тока. Индукционные котлы можно ставить в любом, даже не в обособленном месте. Они пожаробезопасны и работают бесшумно. Индукционные котлы обеспечивают электрическую безопасность человека гораздо высшую, чем ТЭН- котлы, потому что сам ТЭН может перегорать двояко: а) с разгерметизацией корпуса; в этом случае разогретый нихром от попадания на него воды рассыпается – опасности попадания человека под напряжение нет; б) без разгерметизации корпуса; в этом случае разогретый нихром может прилипнуть к корпусу ТЭН. Нагревательный элемент продолжает работать, и через воду металлический корпус котла оказывается под напряжением.

Выберем индукционный нагреватель ВИН -7 (7кВт, 380 В) [14]. Основные характеристики нагревателя, приведены в табл. 4, компоновочный чертеж – на рис. 13.

Таблица 4 – Основные характеристики ВИН -7

Мощность, кВт	7
Напряжение, В	380
Ток, А	18
Температура теплоносителя, °С	до +95
Максимальное рабочее давление теплоносителя, МПа	0,3
Диаметров патрубков, мм	25
Размеры, мм	В = 720, Ш = 500, Г = 300, С = 300



1 –патрубок выходной; 2 – патрубок входной; 3 – трубки соединительные;
4 – индукционные нагреватели; 5 – рама; 6 – болт заземления

Рисунок 13 – Компоновка котла ВИН -7

Котел оснащен:

- датчиком контроля температуры;
- группой безопасности (предохранительный клапан, манометр, воздухоотводчик);
- кранами шаровыми;
- фильтром сетчатым;
- датчиком потока.

2.1.3 Расширительный бак

Для выбора расширительного бака определим объем воды в системе отопления.

Общая длина труб составляет (с резервом) 80 м. Внутренний диаметр трубы 16,6 мм. Объем воды в трубах:

$$V_1 = 80 \times 3,14 \times 0,016^2 / 4 = 0,0173 \text{ м}^3 = 17,3 \text{ л.}$$

Объем воды в трех секциях подогревателя при высоте подогревателя 720 мм и диаметре секции 150 мм:

$$V_2 = 0,72 \times 3,14 \times 0,15^2 / 4 = 0,0382 \text{ м}^3 = 38,2 \text{ л.}$$

Объем воды в радиаторах отопления определим из объема секции (0,2 л) и общего количества секций (70 штук):

$$V_3 = 70 \times 0,2 = 14 \text{ л.}$$

Таким образом, общий объем воды в системе:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 17,3 + 38,2 + 14 = 69,5 \text{ л.}$$

Необходимый объем расширительного бака определим как 20% от общего объема воды:

$$V_{\text{рб}} = 0,2 \times 69,5 = 13,9 \text{ л.}$$

Выбираем мембранный расширительный бак Jeelex 14л, максимальное давление 3бар [20].



Рисунок 14 – Расширительный бак Jeelex 14л

2.1.4 Циркуляционный насос

В результате расчетов (п. 2.1.1) получены потери давления в двух параллельных ветках отопления 49,7 кПа и 13,3 кПа. Расход теплоносителя составил около 0,04 л/сек в каждой ветки. При балансировке системы с помощью крана

на входе второй ветки, имеющей изначально меньшие потери, потери давления в ней возрастут значения потерь в первой ветке (обеспечивая при этом равенство расходов). Суммарный расход по двум веткам будет составлять 0,08 л/сек.

Выберем насос Grundfoss UPS 25-60 [29], напорная характеристика которого практически проходит через желаемую точку (на второй скорости), рис. 15.

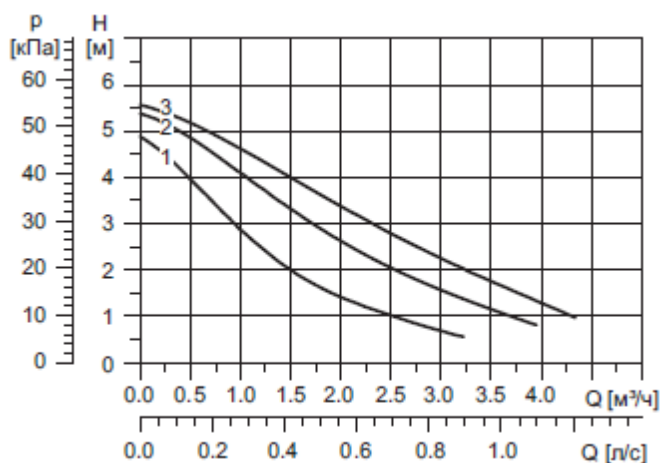
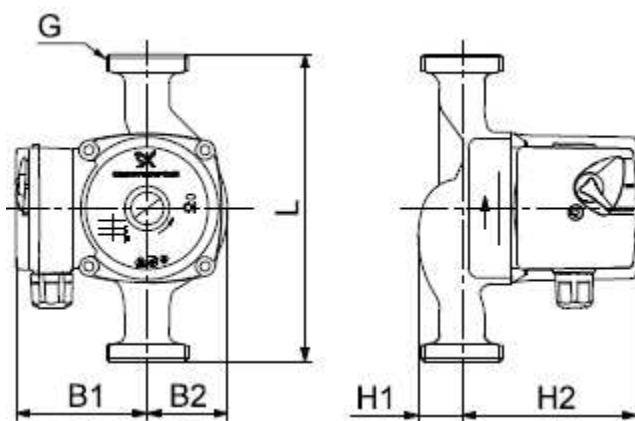


Рисунок 15 – Напорная характеристика Grundfoss UPS 25-60



Тип насоса	Размеры [мм]						Масса [кг]		Объем поставки [м³]
	L	H1	H2	B1	B2	G	Нетто	Брутто	
UPS 25-60	180	38	96	75	50	1 1/2"	2.6	2.8	0.004

Рисунок 16 – Габаритный чертеж Grundfoss UPS 25-60

Таблица 5 – Основные характеристики насоса

Параметр	Значение
Максимальное давление в гидросистеме	10 Бар
Температура перекачиваемой жидкости	+2...+100°C
Потребляемая мощность и ток	
на скорости 1	50 Вт, 0,21 А
на скорости 2	55 Вт, 0,25 А
на скорости 3	60 Вт, 0,28 А

Насос имеет три скорости, переключение между которыми осуществляется с помощью специального переключателя. Схема коммутации обмоток двигателя насоса при переключении скоростей показана на рис. 17.

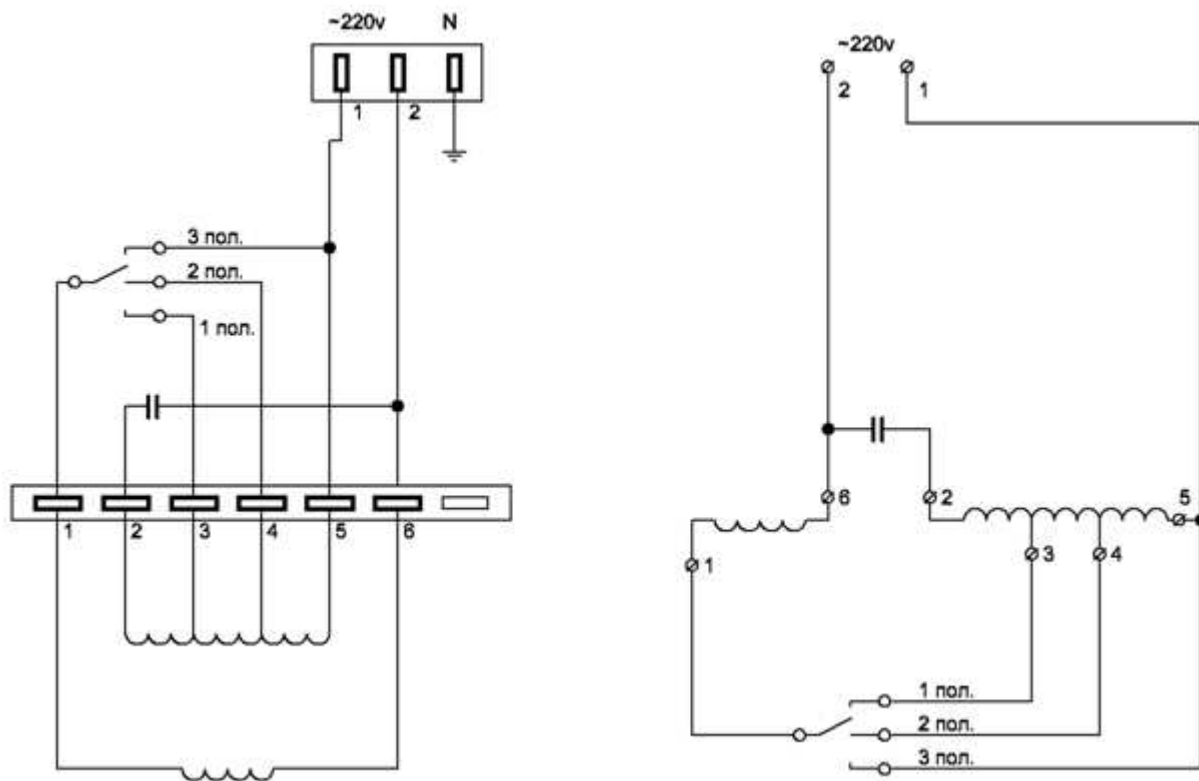


Рисунок 17 – Схема коммутации обмоток двигателя насоса при переключении скоростей

Предлагается исключить ручной переключатель из схемы управления и вывести провода внутренней клеммной колодки на внешнюю клеммную колодку, что позволит осуществлять переключение скоростей автоматически.

2.1.5 Подсистема автоматической подпитки

Для автоматической подпитки котла выберем клапан подпиточный ALIMAT НВ 1/2" Тип ALMD с манометром 50мм WATTS [15]. Кроме того в подсистему входят шаровые краны диаметром 0,5 и байпасная линия, ускоряющая процесс наполнения (рис. 18).

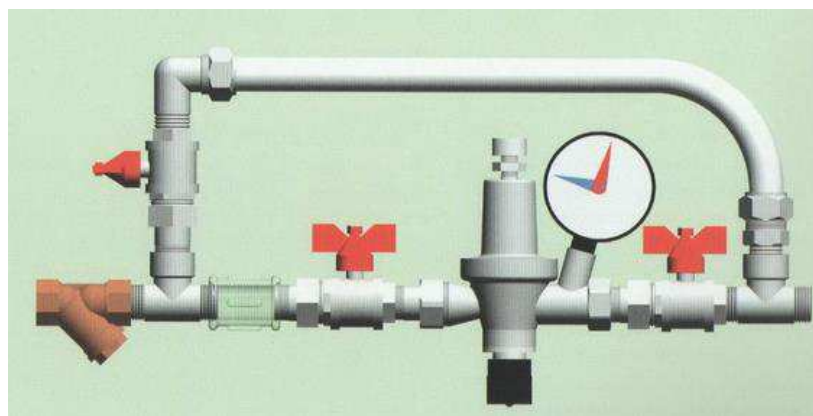


Рисунок 18 – Подсистема автоматической подпитки

2.2 Оборудование системы водоснабжения

2.2.1 Общая схема системы

Общая схема системы упрощенно показана на рис. 19.

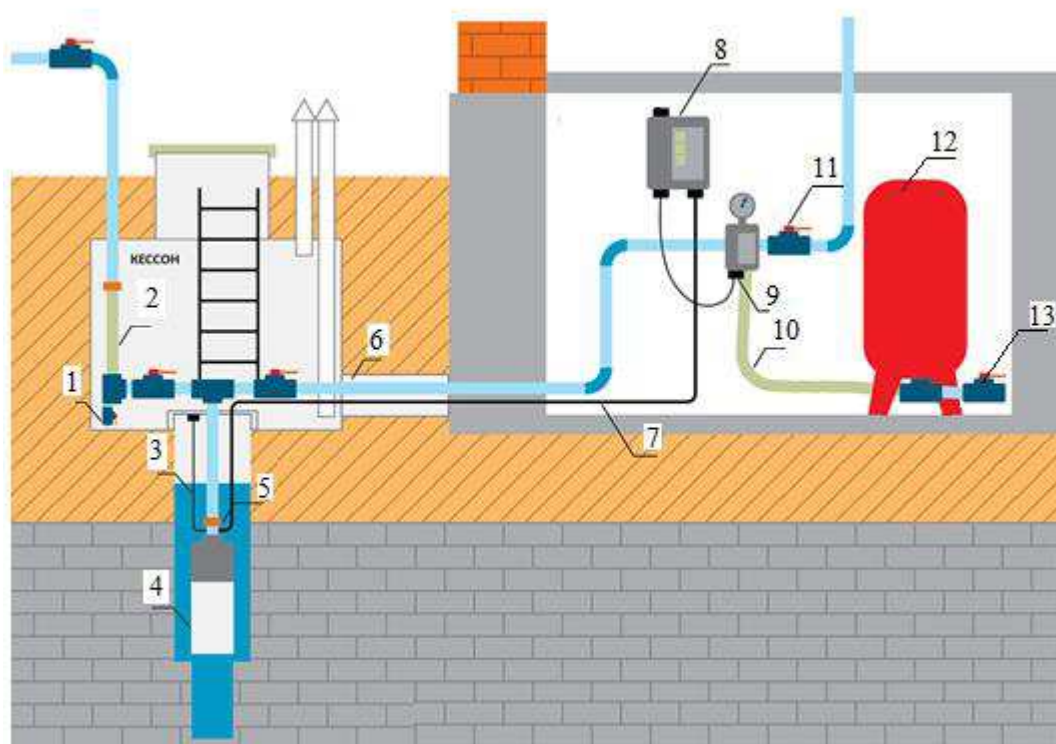


Рисунок 19 – Схема системы водоснабжения

На рисунке обозначены:

- 1, 13 – краны для слива;
- 2, 10 – гибкие шланги;
- 3 – страховочный трос;
- 4 – погружной насос;
- 5 – обратный клапан;

- 6 – пенал;
- 7 – кабель насоса;
- 8 – система управления;
- 9 – реле давления;
- 11 – кран на линии потребления;
- 12 – гидроаккумулятор.

Расстояние от пола кессона до поверхности грунта составляет около 5 метров (ниже точки промерзания). Кессон установлен на расстоянии не более 3 метров от западной стены дома (помещение кухня). В колодце под кухней на глубине около 5 метров размещается гидроаккумулятор и дополнительная аппаратура.

2.2.2 Погружной насос

Исходными данными при выборе насоса являются расход воды, определенный в п. 1.2.2 и равный 45 л/мин, и высота подъема, которую определим прибавив к глубины скважины избыточное давление в системе (10 м). Получим глубину подъема 40 м.

Выберем скважинный насос SQ 3-40 Grundfos [2]. Преимущества этого типа насосов:

- небольшие размеры и вес (удобство монтажа, экономия на бурении и обустройстве скважин);
- встроенный обратный клапан (надежная работа насоса в любом положении); плавающие рабочие колеса (насос устойчив к небольшому содержанию песка в перекачиваемой воде до 50 г/куб.м);
- керамические подшипники;
- детали насоса из нержавеющей стали (повышенная износостойкость по отношению к песку, возможность перекачки питьевой воды);
- фильтр на всасывании (защита от содержащихся в воде крупных посторонних включений);

– электродвигатель на постоянных магнитах (высокий КПД, низкое потребление электроэнергии, повышенный пусковой момент, высокая мощность в широком диапазоне нагрузок);

– встроенная защита от «сухого» хода;

– функция плавного пуска;

– встроенная защита электродвигателя.

Основные характеристики SQ 3-40 Grundfos:

– максимальный расход: 4.4 куб. м/час;

– максимальный напор: 56 м;

– вес: 5.5 кг;

– высота: 74.1 см

– вид насоса: погружной;

– диаметр насоса: 7.4 см;

– номинальный расход: 3 куб. м/час;

– максимальное содержание песка: 50 г/куб.м;

– номинальный напор: 42 м;

– класс защиты насоса и электродвигателя: IP 68;

– напряжение сети: 1 х 230 В;

– промышленная частота: 50 Гц;

– номинальный ток: 5.2 А;

– номинальная мощность: 0.7 кВт;

– подводимая мощность: 1.02 кВт;

– число ступеней: 3;

– допустимая температура перекачиваемой жидкости: до 35°C.

2.2.3 Гидроаккумулятор

Согласно руководству по эксплуатации насосов SQ 3-40 Grundfos [2], рекомендуемая емкость гидроаккумулятора для насоса SQ 3-4 составляет 50 л.

Выберем гидроаккумулятор Jeelex 50 Г (рис. 20), основные характеристики которого:

– вес: 8,1 кг;

- объем: 50 л;
- компоновка: горизонтальный;
- материал мембраны: бутилкаучук;
- материал фланцевого соединения: оцинкованная сталь.



Рисунок 20 – Гидроаккумулятор Jeelex 15Г

2.3 Оборудование системы горячего водоснабжения

Для подогрева воды (и частично для нужд отопления) будет использоваться система отопления и горячего водоснабжения на базе солнечных вакуумных коллекторов от SOLTEK-DV серии TZ(ES) [27]. В состав системы входят:

- а) солнечный вакуумный коллектор;
- б) теплоаккумуляторный бак (бойлер-накопитель);
- в) солнечная насосная станция;
- г) мембранный расширительный бак;
- д) контроллер.

Солнечный вакуумный коллектор (рис. 21) с вакуумными трубками по своему устройству и действию представляет собой самостоятельный элемент, независимый от здания или сооружения, на котором его устанавливают. На поверхности СВК находятся стеклянные вакуумные трубки, в которых имеется полое пространство. Внутри расположены теплопоглощающие медные трубки с медным наконечником, который покрыт алюминиевым сплавом. Все трубки своими наконечниками помещены в теплоприемник коллектора, изготовленного из латуни с медными вставками, теплоприемник покрыт пенополиуретановой теплоизоляцией и помещен в металлический корпус.



Рисунок 21 – Солнечный вакуумный коллектор

Корпус СВК изготовлен из коррозионностойкого алюминиевого сплава, стойкого к воздействию солнечного излучения, повышенной влажности, переменных температурных нагрузок, возникающих при эксплуатации. Покрытие в вакуумных трубках поглощающее солнечную энергию селективное ALN/SS-ALN/Cu. Конструкция крепления трубок обеспечивает их замену без отключения работы коллектора и демонтажа СВК. Теплоноситель, проходящий по каналам теплопоглощающего приемника, нагревается солнечной энергией, а затем подается. Солнечные вакуумные коллекторы не рассчитаны на прямое водонагревание.

Основные характеристики коллектора приведены в табл. 5. Солнечный вакуумный коллектор планируется установить на крыше дома.

Теплоаккумуляторный бак (бойлер-накопитель) конструктивно выполнен в виде электрического бойлера-накопителя. Предназначен для накопления и сохранения тепла, включает в себя две внутренние теплообменные спирали. Насосный блок с регулятором давления, насос, электронагреватель 1, 2 или 3 кВт, вентили, кран регулировки налива воды, соединители, манометр, вентиль безопасности на 6 атм., набор для безопасного подсоединения к отопительной системе.

Таблица 5 – Основные характеристики СВК

ПАРАМЕТРЫ	ТИП КОЛЛЕКТОРА		
	TZ58/1800-10 R1	TZ58/1800-20 R1	TZ58/1800-30 R1
Площадь апертуры, м ²	1,303	2,641	3,979
Количество трубок, шт	10	20	30
Габариты коллектора, мм	2020×990×150	2020×1820×150	2020×2650×150
Емкость коллектора, л	0,77	1,54	2,3
Масса брутто, кг	39,9	77,1	114,1
Максимальное давление воды, МПа	1	1	1
Рабочее давление воды, МПа	0,4	0,4	0,4
Максимальная рабочая температура, °С	95	95	95
Пиковая температура, °С	200,3	200,3	200,3
Рекомендуемая скорость потока, л/м ² в час	50–150	50–150	50–150
Толщина теплоизоляции, мм	40	40	40
Эффективность коллектора, %	91	91	91
Поглощающая способность, %	94	94	94
Производительность, кВт/час	2–2,3	2–2,3	2–2,3

При одновременной потребности в горячей воде и отоплении, солнечная энергия распределяется для нагрева главного котла, для обеспечения горячего водоснабжения. При достижении заданной температуры, автоматика переключает подачу тепла на отопительный контур.



Объем, л	100L, 150L, 200L, 250L, 300L, 400L, 500L.
Материал и толщина внутреннего бака	нержавеющая сталь SUS 316L, 1,2 мм
Материал и толщина внешнего бака	эмалированная сталь SUS 304, 0,4 мм
Материал и толщина изоляции	Полиуретановая пена, 45 мм
Число теплообменников внутри	2
Материал теплообменников	медь
Максимальное давление системы, бар	10
Присоединительные размеры	Патрубки, наружная резьба 3/4
Мощность электрического нагревателя, кВт	1–3
Рабочее напряжение нагревателя, В	220

Рисунок 22 – Теплоаккумуляторный бак и его технические характеристики

В состав солнечной насосной станции входят:

а) предохранительный клапан по давлению и температуре;

- б) клапан заполнения системы и регулятор потока;
- в) электрический насос WILO RS-15/6;
- г) предохранительный клапан.



Тип:	ТYY/SS-III (Сертифицировано CE)
Наружный размер, мм	395×170×145
Размер упаковки, мм	460×230×200
Напряжение питания насоса, V	~110/220, 93W
Установки предохранительного клапана давление, МПа/температура, °С	1,0/120
Срабатывание клапана по давлению, МПа	0,8
Установки регулятора потока, л/мин	2–8
Подключение к трубопроводу	1,2 дюйма

Рисунок 23 – Солнечная насосная станция и его технические характеристики

Внешний вид и технические характеристики мембранного расширительного бака показаны на рис. 24.



Размер	18	24	35	50
Номинальная вместимость, л	18	24	35	50
Высота, мм	350	392	400	537
Диаметр, мм	270	300	380	380
Масса, кг	5,7	6,2	8,0	10,2
Предусмотренное производителем начальное давление, бар	2,5	2,5	2,5	2,5
Максимальное избыточное рабочее давление, бар	10	10	10	10
Максимальная постоянная температура нагрузки мембраны, °С	100	100	100	100
Подсоединение	G $\frac{3}{4}$ "	G $\frac{3}{4}$ "	G $\frac{3}{4}$ "	G $\frac{3}{4}$ "

Рисунок 24 – Мембранный расширительный бак и его технические характеристики

Контроллер решает следующие задачи:

- а) следит за температурой в системе и за показаниями температурных датчиков;
- б) управляет циркуляцией теплоносителя в системе по разнице температур;
- в) управляет циркуляцией воды в системе ГВС и отопления;

г) управляет подключением электрического водонагревательного элемента и внешним электрическим котлом;

д) управляет защитой системы от перегрева;

е) управляет защитой системы от замерзания;

ж) имеет функцию стерилизации системы.

Внешний вид контроллера показан на рис. 25. Основные характеристики контроллера и системы в целом приведены в табл. 6.



Рисунок 25 – Контроллер системы

Таблица 6 – Основные характеристики контроллера и системы в целом

Размер контроллера, мм	120x165x45
Диапазон температур для работы контроллера, °C	-20 – 50
Тип защиты контроллера	IP40
1 PT1000 датчик коллектора	-20°C-200°C(±1°C)(PVC кабель)
2 NTC 5K датчик бойлера	-20°C-200°C (±1°C) (PVC кабель)
1 NTC 5K датчик горячей воды в трубе	-20°C-200°C (±1°C) (PVC кабель)
Потребляемое электрическое напряжение трехфазного клапана, V	DC 12
Потребляемая мощность трехфазного клапана, W	<3
Потребляемое электрическое напряжение контроллера, V	AC110±10% 60Hz AC 220±10% 50Hz
Потребляемая мощность контроллера, W	<2(AC110V±10% 60Hz) <2(AC220V±10% 50Hz)
Потребляемое электрическое напряжение насоса циркуляции антифриза в коллекторе, V	AC110±10% 60Hz AC 220+10% 50Hz
Потребляемая мощность насоса циркуляции антифриза в коллекторе, W	<250(AC110V±10% 60Hz) <250 (AC 220V±10% 50Hz)
Потребляемое электрическое напряжение устройства электроподогрева, V	AC110±10% 60Hz AC 220±10% 50Hz
Потребляемая мощность устройства электроподогрева, W	<2000 (AC 110V±10% 60Hz) <2000 (AC 220V±10% 50Hz)

Для наших целей выбираем модель солнечного коллектора TZ58/1800-30R1, теплоаккумуляторный бак с ТЭН мощностью 3 кВт и расширительный бак вместимостью 50 л.

2.4 Технологическая схема систем тепло- и водоснабжения

Схема систем тепло- и водоснабжения показана на рис. 26. Помимо основного оборудования на схеме указаны также планируемые к установке средства системы автоматизации: измерительные преобразователи и электромагнитные клапаны.

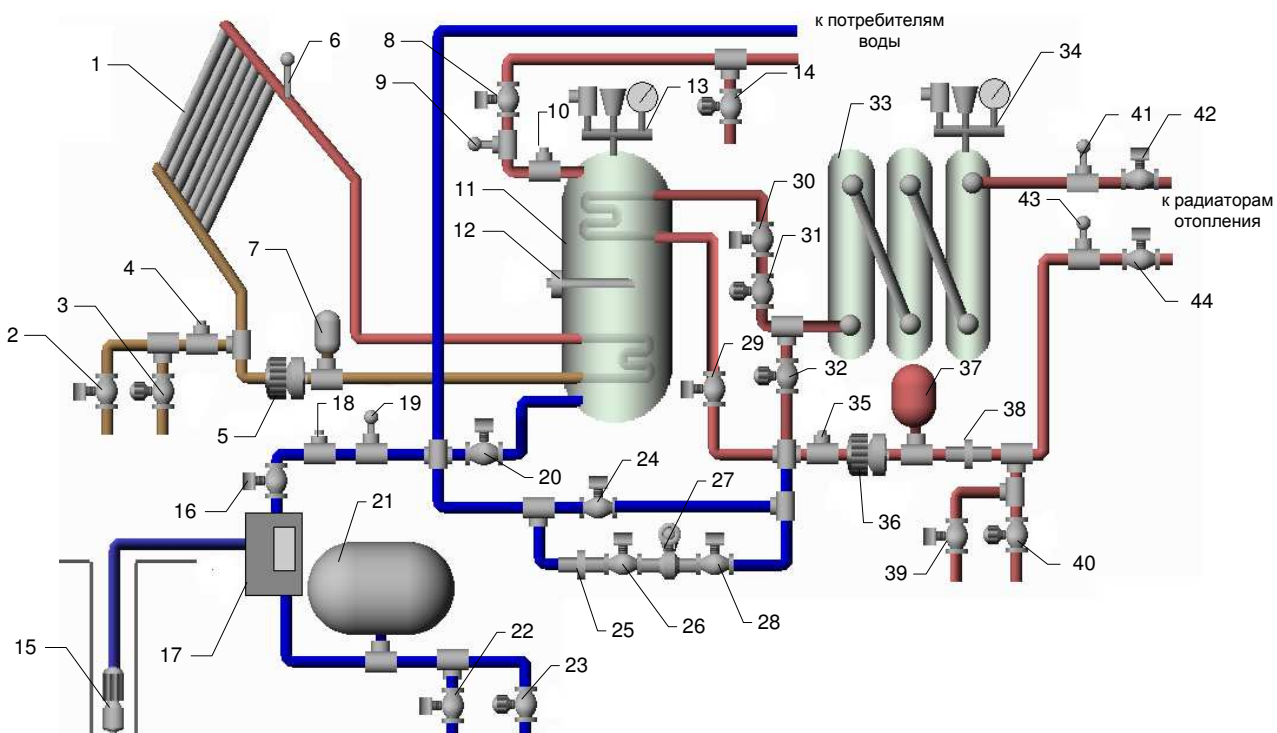


Рисунок 26 – Схема систем тепло- и водоснабжения

- 1 – солнечный коллектор;
- 2 – кран слива теплоносителя;
- 3 – электромагнитный клапан слива теплоносителя;
- 4 – измерительный преобразователь давления;
- 5 – циркуляционный насос;
- 6 – измерительный преобразователь температуры;
- 7 – расширительный бак;

- 8 – запорный кран на линии подачи;
 - 9 – измерительный преобразователь температуры;
 - 10 – измерительный преобразователь давления;
 - 11 – водоподогреватель;
 - 12 – электрический нагревательный элемент (ТЭН);
 - 13 – группа безопасности;
 - 14 – электромагнитный клапан слива воды;
- Система водоснабжения:
- 15 – погружной насос;
 - 16 – кран на линии подачи;
 - 17 – автомат управления (реле давления);
 - 18 – измерительный преобразователь давления;
 - 19 – измерительный преобразователь температуры;
 - 20 – кран на линии подачи воды на подогрев;
 - 21 – гидроаккумулятор;
 - 22 – кран слива воды;
 - 23 – электромагнитный клапан;
 - 24, 26, 28 – запорные краны;
 - 25 – обратный клапан;
 - 27 – подпиточный клапан;
- Система теплоснабжения:
- 29, 30 – запорные краны;
 - 31,32 – электромагнитные клапаны;
 - 33 – индукционный котел;
 - 34 – группа безопасности;
 - 35 – измерительный преобразователь давления;
 - 36 – циркуляционный насос;
 - 37 – мембранный расширительный бак;
 - 38 – обратный клапан;
 - 39 – кран слива теплоносителя;

- 40 – электромагнитный клапан;
- 41,43 – измерительные преобразователи температуры;
- 42, 44 – запорные краны.

2.5 Оборудование системы электроснабжения

2.5.1 Дизель генератор

Для автономного электроснабжения выберем дизельный генератор Cummins C22D5 [10], рис. 27.



Рисунок 27 – Дизельный генератор Cummins C22D5

Таблица 7 – Основные параметры дизельного генератора Cummins C22D5

Параметр	Значение
Двигатель / Частота об.	<u>Cummins</u> / 1500 об./мин.
Пульт управления	<u>Power Command Control</u>
Мощность постоянная	16.00 кВт
Мощность постоянная	20.00 кВА
Мощность резервная	17.60 кВт
Мощность резервная	22 кВА
Напряжение	380 В
Частота	50 Гц
Охлаждение	Жидкостное, радиаторное охлаждение
Тип запуска	Электростартер, возможен автозапуск
Генератор	<u>Stamford</u>
Топливный бак	144 л
Тип топлива	Дизель
Расход топлива при нагрузке 100%	4.9 л/ч

Блок управления Power Command (1301) [7] представляет собой микро-процессорную систему контроля, измерения и управления генераторной установкой. Управление предусматривает наличие простого операторского интерфейса с генераторной установкой, цифровую регулировку напряжения, цифро-

вую настройку частоты вращения двигателя, запуск и остановку двигателя, работу от аккумуляторной батареи напряжением 12 В/24 В и защиту генераторной установки. Объединение всех этих функций в единую систему управления обеспечивает ей повышенную надежность и более высокие эксплуатационные показатели по сравнению с обычными системами управления генераторных установок.

Питание для блока управления подается от пусковых аккумуляторных батарей генераторной установки. Блок рассчитан на работу от напряжения 8 ... 30 В постоянного тока.

Система управления предусматривает широкий спектр как стандартных, так и дополнительных рабочих функций, отображаемых на панели индикации, так что специальные настройки, диктуемые особенностями режима ее использования, не требуются.

Основные функции и характеристики системы:

- цифровая регулировка напряжения с замером однофазного (линейного) напряжения по схеме двухполупериодного выпрямителя;
- цифровое управление частотой вращения двигателя (опция) для обеспечения изохронной регулировки частоты;
- управление работой генераторной установки с индикацией состояния всех важнейших функций двигателя и генератора. Возможность настройки на измерение однофазного или трехфазного напряжения переменного тока;
- система запуска двигателя состоит из управляющих цепей реле запуска, отсечки топлива и свечи предпускового подогрева. Выключение запуска достигается регулировкой генератора зарядки аккумуляторной батареи;
- система контроля генераторной установки. Осуществляет контроль за состоянием всех важнейших функций двигателя и генератора;
- система защиты генераторной установки;
- панель индикации оператора (рис. 28). Обеспечивает удобную для восприятия символьную индикацию основных параметров генераторной установки и рабочих режимов;

– настраиваемые входы и выходы. Наличие двух дискретных входов и двух выходов, снабженных реле с сухими контактами.



Рисунок 28 – Панель индикации оператора

Управление осуществляется также с помощью дополнительной панели индикации, которая может монтироваться как локально, так и на определенном удалении от установки. Экранные сообщения для оператора состоят из принятых во всем мире международных обозначений, которые не требуют перевода. Дисплей состоит из ЖК экрана с подсветкой и 6 светодиодных индикаторов, отображающих состояние генератора. Дисплей снабжен 6 сенсорными мембранными кнопками, используемыми оператором для перемещения по управляющим меню и выполнения регулировок. Предусмотрен выбор единиц измерения. Предусмотрена регулировка контрастности и яркости изображения на экране дисплея.

Функция переключателя режимов Run/Off/Auto встроена в панель индикации, поэтому при работе с этой панелью внешний переключатель не требуется. Все данные по управлению системой можно просматривать на экране, используя для этого соответствующие кнопки.

Система управления отображает текущие активные неисправности, а также хранящиеся в хронологическом порядке ранее случившиеся неисправности.

2.5.2 Автомат ввода резерва

Для автоматического ввода резерва выберем панель переключения нагрузки GTEC модели GT40063N52 (4 полюса, 63А, 380В, 50Гц, корпус IP32) [26].

Панели переключения нагрузки серии GTEC предназначены для контроля работы обычных сетей электропитания и генераторных установок, для запуска генераторных установок и распределения нагрузок в аварийных ситуациях, при работе в автономном режиме, а также в специальных приложениях. Панели переключения нагрузки серии GTEC рассчитаны на непрерывную работу в пределах номинальных значений, указанных в паспортной табличке.

Силовые контакты переключателя выполнены из сплава на основе серебра и имеют высокопрочную конструкцию, способную выдерживать тысячи циклов переключений без подгорания, электрокоррозии и оплавления. Контакты этих переключателей не требуют текущего техобслуживания, обеспечивая полное соответствие номинальным характеристикам.

Процесс управления переключателями, снабженными светодиодами для индикации рабочего состояния и кнопками для оперативного воздействия, надежен и понятен для обслуживающего персонала. Программирование рабочих режимов выполняется по месту эксплуатации и не требует специальных технических средств.



Рисунок 29 – Шкаф GTEC и панель индикации

Функции управления:

а) контроль напряжения на всех фазах обычной электросети и на одной фазе генераторной установки. Порог срабатывания для обычной электросети: регулируется в пределах 90 – 95%, уровень спада: регулируется в пределах 70 – 90 % от номинального напряжения; порог срабатывания для генераторной установки: 90%, уровень спада: 75% от номинального напряжения;

б) контроль частоты. Порог срабатывания для генераторной установки: 90% от номинальной частоты; уровень спада: 85% от номинальной частоты;

в) рабочие режимы. Программируемый режим переключения с разомкнутыми контактами (регулировка в пределах 0 – 10 секунд); режим переключения с разомкнутыми контактами с контролем фаз и задержкой включения дублирующего источника; режим тестирования и режим проверки;

г) проверка фаз. Возможна настройка начала процесса переключения на момент совпадения источников по фазе, включая возможность программирования резервного режима, если источники не совпадают по фазе, когда в пределах 120 секунд система повторит запрограммированную операцию переключения;

д) таймер тестирования. Переключатель снабжен встроенным механизмом проверки двигателя, который может быть настроен на работу в 7, 14, 21 или 28-дневном цикле с определенным периодом проверки длительностью 20 минут. Возможность коррекции времени установки таймера в пределах 12 часов обеспечивает удобство настройки времени проверки без необходимости точного включения таймера в момент, предусмотренный для испытания генератора. Возможность программного выбора режима испытания генератора с нагрузкой или без нее;

е) установка задержек по времени при запуске двигателя. Предотвращает ошибочный запуск генераторной установки в случае кратковременного падения или потери напряжения в электросети. Регулируется в пределах: 0 - 10 секунд; исходная настройка: 3 секунды;

ж) переход от обычного к аварийному режиму энергоснабжения. Позволяет стабилизировать работу генераторной установки до ее подключения к нагрузке. Предотвращает переключение, если потеря или спад напряжения в

электросети носит кратковременный характер. Предусматривает поэтапную передачу нагрузки в системах, оборудованных несколькими силовыми переключателями. Регулируется в пределах 0 – 300 секунд, исходная настройка: 5 секунд;

з) возврат от аварийного к нормальному режиму энергоснабжения. Позволяет стабилизировать работу электросети до передачи нагрузки. Предотвращает излишние переключения при мгновенных восстановлениях напряжения в электросети. Предусматривает поэтапную передачу нагрузки в системах, оборудованных несколькими силовыми переключателями. Регулируется в пределах 0 – 30 минут, исходная настройка: 10 минут;

и) остановка генераторной установки. Обеспечивает возможность быстрого повторного подключения генераторной установки в случае выхода из строя электросети вскоре после переключения. Предусматривает постепенное охлаждение генераторной установки в режиме работы без нагрузки. Регулируется в пределах 0 – 30 минут, исходная настройка: 10 минут;

к) программируемый процесс переключения. Обеспечивает управление частотой срабатывания контактов переключателя, что позволяет индуктивным потребителям сбросить наведенное напряжение до подключения к источнику питания. Регулируется в пределах 0 – 10 секунд, исходная настройка: 0 секунд;

л) ручное восстановление. Предусмотренная на передней дверце кнопка позволяет оператору задавать переключение на основную электросеть.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

В состав автоматизированной системы входят подсистемы теплоснабжения, водоснабжения, горячего водоснабжения и электроснабжения. При этом последние три подсистемы имеют собственные управляющие устройства и практически полностью автоматизированы. Таким образом, за центральным управляющим устройствам остаются лишь функции запуска и остановки этих подсистем и контроля за правильностью их функционирования. Подсистема теплоснабжения не имеет своего управляющего устройства, поэтому центральный контроллер берет на себя все функции управления.

Функции контроля и управления подсистемой водоснабжения:

- включение и отключение подсистемы с возможностью слива воды;
- контроль давления и температуры воды.

Функции контроля и управления подсистемой ГВС:

- включение и отключение подсистемы с возможностью слива теплоносителя;
- контроль давления теплоносителя;
- контроль температуры теплоносителя;
- контроль давления воды в нагревательном баке;
- контроль температуры воды в нагревательном баке;
- управление электромагнитными клапанами на линии подачи воды и в контуре отопления.

Функции контроля и управления подсистемой теплоснабжения:

- включение и выключение системы с возможностью слива воды;
- контроль давления воды;
- регулирование температуры обратной воды с воздействием на индукционный электродкотел;
- регулирование разницы температур в прямой и обратной линии с изменением скорости циркуляционного насоса;
- управление электромагнитными клапанами на линии предварительного подогрева.

Функции контроля подсистемы электроснабжения:

- контроль наличия напряжения от основной и резервной линии;
- контроль уровня топлива в топливном баке дизель генератора.

Для взаимодействия с пользователем предусматриваются как локальное средство (операторская панель или персональный компьютер), так и средство удаленного контроля и управления (GSM-модем). Структурная схем системы автоматизации показана на рис. 30.

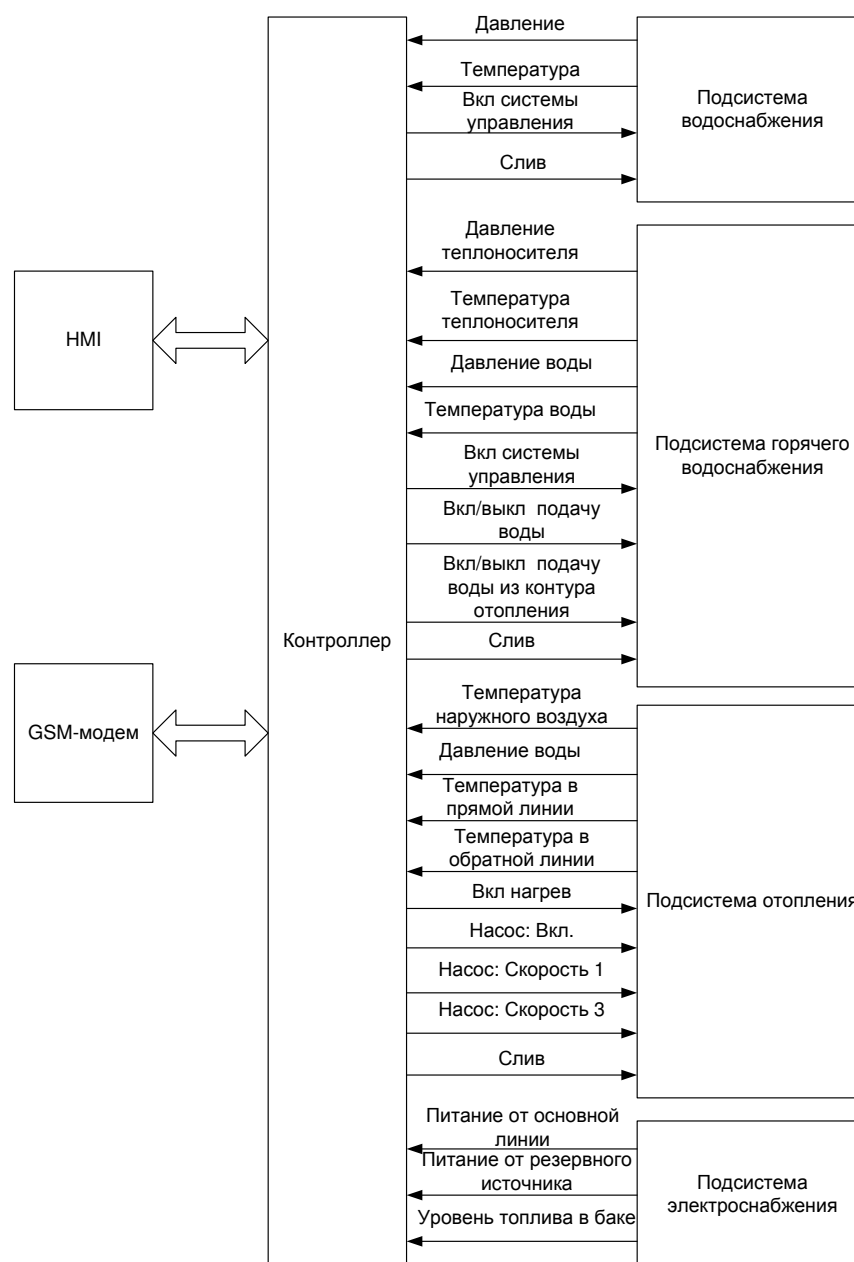


Рисунок 30 – Структурная схема автоматизации

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1 Выбор измерительных преобразователей

Для измерения температуры воды в системах отопления и водоснабжения, в которых применяются полипропиленовые трубы, будем использовать термосопротивление ТС757 [16], предназначенное для измерения температуры жидкости и газов в трубопроводе, в том числе, в сетях отопления и горячего водоснабжения. Диапазон измеряемых температур от -50 до $+150^{\circ}\text{C}$. Номинальная статическая характеристика – Pt100 по ГОСТ Р 8.625-2006. Материал корпуса – нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, наружный диаметр 6 мм. Переход с корпуса на провод защищен пружиной. Поставляется в комплекте с двойником, рис. 31.



Рисунок 31– Термосопротивление ТС757 комплекте с двойником

Для измерения температуры теплоносителя в контуре горячего водоснабжения с медной трубой задействуем термосопротивление ТС742 [16] бескорпусное, поверхностное, предназначенное для измерения температуры жидких, газообразных и твердых тел в диапазоне от -50 до $+200^{\circ}\text{C}$. ТС742 имеет в своем составе специальное крепежное кольцо, поэтому подходит для лёгкого крепления на любую поверхность. Номинальная статическая характеристика Pt100 по ГОСТ Р 8.625-2006.

Для измерения давления выберем измерительные преобразователи давления жидкости DLM от Thermokon [1]

– измерительный элемент: мембрана из нержавеющей стали Poly-Si на SiO₂ (тонкоплёночные сопротивления);

– вид давления: относительное давление;

- максимальное рабочее давление: 2х-кратное от номинального;
- максимальное выдерживаемое давление: 3х-кратное от номинального;
- подключение давления: G1/4" и G1/2 " или Schrader;
- точность: 0,7% от диапазона измерения при температуре -20 ... 85°C;
- температура окружающей среды: -40...+105°C;
- температура жидкостной среды: -40...+125°C;
- защита: IP65 в соответствии с EN60529;
- вес: 90гр.

Для измерения давления теплоносителя в контуре горячего водоснабжения выберем измерительный преобразователь с диапазоном измерения 0...10 Бар и токовым выходом 4...20 мА DLM10/A.

Для измерения давления воды в системах отопления и водоснабжения выберем преобразователи с диапазоном измерения 0...4 Бар и токовым выходом 4...20 мА DLM4/A.

Для измерения уровня в топливном баке дизель генератора применим поплавковый датчик уровня ОВЕН ПДУ-И [8].

Поплавковые датчики уровня ОВЕН ПДУ-И предназначены для непрерывного преобразования уровня жидкости в унифицированный аналоговый выходной сигнал 4...20 мА. Датчики используются в составе систем контроля уровня жидкости в различных резервуарах, в том числе, под давлением. Арматура датчика изготавливается из нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

Особенности поплавковых датчиков уровня ОВЕН ПДУ-И:

- диапазон преобразования уровня в токовый сигнал: от 250 до 4 000 мм;
- дискретность преобразования: ± 10 мм;
- температура измеряемой среды: - 60...+ 125 °С;
- давление: от вакуума до 4 МПа;
- плотность рабочей среды: $\geq 0,66$ г/см³;
- возможно изготовление с фланцевым креплением в соответствии с ГОСТ 33259-2015 (от DN=65; до PN=2,5);
- срок службы: 10 лет.

4.2 Выбор исполнительных механизмов

Для коммутации электрических потребителей систем водоснабжения, подогрева воды и отопления будем использовать магнитные пускатели. Для выбора пускателей определим ориентировочно токи этих потребителей.

В системе водоснабжения основным потребителем электроэнергии является погружной насос (5,2 А). Выберем пускатель ПМЛ-1210 [25] на номинальный ток 10А. Напряжение питания катушки – 220В переменного тока.

В системе подогрева воды основным потребителем является электрический подогреватель мощностью 3 кВт. Ток подогревателя менее 14 А. Выберем пускатель ПМЕ 211 на номинальный ток 25А с катушкой управления 220В.

В системе отопления основным потребителем является электрод котел ВИН-7 мощностью 7кВт, потребляющий ток 17А. Выберем пускатель ПМЕ 211 на номинальный ток 25А с катушкой управления 220В. Для коммутации циркуляционного насоса достаточно пускателя ПМЛ-1210.

Для управления потоками воды и теплоносителя системы горячего водоснабжения будут задействованы электромагнитные клапаны с катушками 24 В постоянного тока:

- SMART SG-5532 нормально-закрытые – на линиях слива холодной и горячей воды, воды из системы отопления, подачи воды из обратной линии системы отопления в водонагреватель системы горячего водоснабжения [22];

- SMART SG-5534 нормально-открытый – на обратной линии системы отопления для подачи воды непосредственно в котел, минуя водонагреватель [22];

- клапан высокотемпературный серии HUS – на линии слива теплоносителя из системы горячего водоснабжения [4].

Основные технические характеристики клапанов приведены в табл.8,9

Клапаны SMART SG-5532, SG-5534 пилотного действия. Корпус – латунь, мембрана – EPDM (NBR). Применяются для воды (холодной или горячей), воздуха, растворов, этиленгликоля и др. неагрессивных газов и жидкостей в диапазоне температур $-20...+130$ °С.

Класс защиты: IP65.

Таблица 8 – Основные технические характеристики клапанов SMART SG-5532

Артикул	DN	Резьба, дюймы	Kv, м ³ /ч при 1 бар	PN, бар	ΔP, бар	Серия катушки	Мощность катушки		Размеры, АхВхН, мм	Масса, кг
							АС	ДС		
SG55324	15	G ½	5,22	16	0,5-16	EX	22 VA	13 W	66x48x112	0,85
SG55325	20	G ¾	8,82	16	0,5-16	EX	22 VA	13 W	75x58x118	1,05
SG55326	25	G 1	13,92	16	0,5-16	EX	22 VA	13 W	96x70x131	1,3
SG55327	32	G 1¼	25,52	16	0,5-16	EX	22 VA	13 W	131x96x146	3,2
SG55328	40	G 1½	34,80	16	0,5-16	EX	22 VA	13 W	131x96x146	3,3
SG55329	50	G 2	55,68	16	0,5-16	EX	22 VA	13 W	165x120x167	4,7

Таблица 9 – Основные технические характеристики клапанов SMART SG-5534

Артикул	DN	Резьба, дюймы	Kv, м ³ /ч при 1 бар	PN, бар	ΔP, бар	Серия катушки	Мощность катушки		Размеры, АхВхН, мм	Масса, кг
							АС	ДС		
SG55344	15	G ½	5,22	10	0,5-8	EU	33 VA	20 W	66x48x112	1,4
SG55345	20	G ¾	8,82	10	0,5-8	EU	33 VA	20 W	75x58x118	1,5
SG55346	25	G 1	13,92	10	0,5-8	EU	33 VA	20 W	96x70x131	1,7
SG55347	32	G 1¼	25,52	10	0,5-8	EU	33 VA	20 W	131x96x146	3,7
SG55348	40	G 1½	34,80	10	0,5-8	EU	33 VA	20 W	131x96x146	3,8
SG55349	50	G 2	55,68	10	0,5-8	EU	33 VA	20 W	165x120x167	5,6

2-х ходовой высокотемпературный соленоидный клапан (нормально закрытый) серии HUS изготовлен из нержавеющей стали 304. Размеры корпусов: с резьбовым присоединением от 3/8" до 2", с фланцевым присоединением от 25 до 50 мм. Имеет пилотное управление мембраны. Тефлоновое уплотнение позволяет использовать клапан при высоком давлении (до 16 бар) и высокой температуре (до 250°C). Мощность потребляемая катушкой 18 Вт.

Катушки клапанов шунтируются обратными диодами 1N4001 (50В, 1А) и 1N5400 (50В, 3А, для трех параллельно включенных катушек).

Для коммутации цепей управления скоростью циркуляционного насоса в системе отопления применим промежуточные реле РП-54 с катушкой 220В, и номинальным током контактов 3А [18].

Для переключение режимов управления и включения систем в ручном режиме задействуем переключатели с длинной ручкой, черные на 3 положения 2NO, с фиксацией, МТВ2-BJZ133 [24]. Они будут установлены на внутренней панели щита управления.

4.3 Выбор управляющей аппаратуры

Для управления погружным насосом в функции поддержания давления в системе выберем «Блок автоматики» производства фирмы «Джилекс» (рис.32) [9].



Рисунок 32 – Блок автоматики

Блок автоматики позволяет автоматизировать работу электронасоса, осуществляет запуск при понижении давления (открытие кранов), или остановку при отсутствии расхода воды в системе водоснабжения (закрытие кранов). Кроме того, блок автоматики защищает электронасос от работы без воды («сухого хода»).

Блок автоматики запускает электронасос в течении 20-25 секунд после подсоединения к электросети. Последующие запуски электронасоса происходят при достижении стартового давления, после открытия крана. В отличии от систем с реле давления, остановка электронасоса не происходит после достижения определенного давления в системе, а определяется понижением расхода до минимального значения.

Как только блок автоматики определяет данное условие, он производит остановку электронасоса с задержкой в интервале 7-15 секунд, логика хронометрирования направлена на сокращение частоты срабатывания электронасоса в условиях малого расхода.

Основные технические характеристики блока автоматики:

- напряжение сети – 220В, 50Гц;
- номинальный (максимальный) ток – 5(10) А;
- номинальная мощность – 1,1 кВт;
- стартовое давление – 1.5-3.5 бар;
- минимальный расход – 1,3 л/мин;
- максимальная расход – 166 л/мин;
- максимально допустимое давление – 10 бар;
- максимальная температуры воды – 35°С.

Для контроля и управления процессом в целом выберем контроллер фирмы Овен ПЛК 160 [12] и модуль ввода аналоговых сигналов MB110 8А [11].

Контроллер ПЛК 160 предназначен для:

- измерения аналоговых сигналов тока или напряжения и преобразования их к выбранной пользователем физической величине;
- измерения дискретных входных сигналов;
- управление дискретными (релейными) выходами;
- управление аналоговыми выходами;
- прием и передачу данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet;
- выполнение пользовательской программы по анализу результатов измерения дискретных и аналоговых входов, управления дискретными входами и выходами, передачи и приему данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet.

Контроллер может применяться для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в т.ч. железнодорожном, в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Контроллер может быть применен на промышленных объектах. Логика работы контроллера определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного

обеспечения CoDeSys 2.3 (версии 2.3.9.9). При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3. В табл. 10 приведены характеристики контроллера ПЛК 160.

Таблица 10 – Технические характеристики ПЛК160

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	от 22 до 28 постоянного тока (номинальное 24 В).от 90 до 264 переменного тока (номинальное 110/220 В) частотой от 47 до 63 Гц (номинальное значение 50 Гц)
Параметры встроенного источника питания	Выходное напряжение 24 ± 3 В, ток потребления не более 400 мА
Количество дискретных входов	16
Напряжение питания дискретных входов, В	24 ± 3
Количество релейных выходных каналов	12
Количество аналоговых входов	8
Тип поддерживаемых унифицированных сигналов	Ток от 0 (4) до 20 мА Ток от 0 до 5 мА Напряжение от 0 до 10 В
Количество аналоговых выходов	4
RS-485	1
Ethernet 100 Base-T	1
RS-232	1
RS-232-Debug	1
USB-Device	1

На рис. 33 показано расположение контактов для подключения внешних цепей.

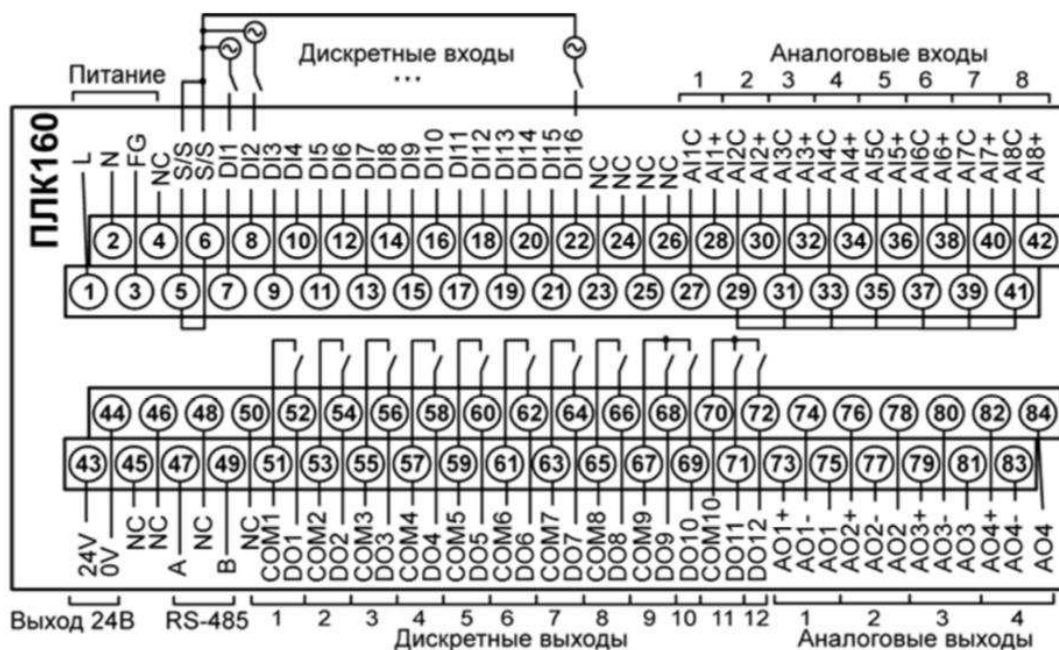


Рисунок 33 – Схема расположения контактов

Модуль ввода аналоговых сигналов MB110 8A работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Тип протокола определяется прибором автоматически.

Прибор имеет следующие группы гальванически изолированных цепей:

- цепи питания прибора;
- цепи интерфейса RS-485;
- цепи измерительных входов.

Прибор не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор. В качестве Мастера сети могут использоваться контроллеры ОВЕН ПЛК и т.п.

К прибору предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4, соответственно) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Основные особенности модуля ввода аналоговых сигналов МВ110-8А:

- 8 универсальных каналов аналогового ввода;
- типы входных сигналов: термопреобразователи сопротивления (50М, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100М, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500М, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000М, Cu1000, 1000П, Pt1000) термопары (L, J, N, K, S, R, B, T, A-1, A-2, A-3), унифицированные сигналы напряжения и тока (4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В, требуют использования внешнего резистора 50 Ом), сопротивление до 2 кОм);
- частота измерений: до 0,3 сек на канал;
- напряжение питания: ~220 В и =24 В (универсальный источник питания).

4.4 Выбор средств человеко-машинного интерфейса и дистанционного контроля и управления

В качестве основного устройства человеко-машинного интерфейса выберем панель оператора ОВЕН СП270 [28], рис. 34.

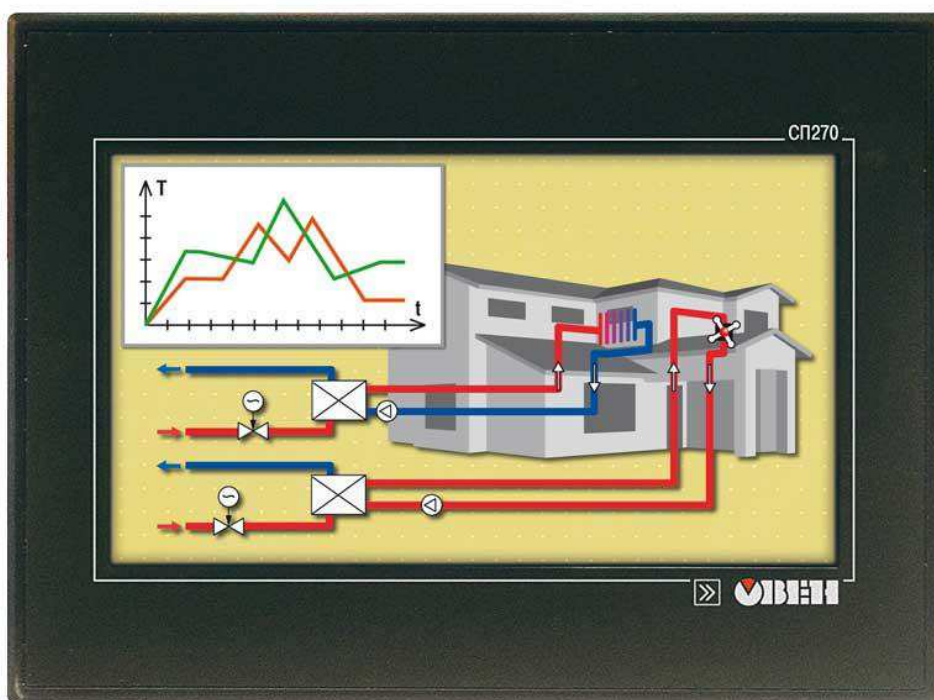


Рисунок 34 – Панель оператора ОВЕН СП270

Характеристики устройства:

- графический дисплей с диагональю 7 дюймов и разрешением 480x234 пикселя;
- количество цветов – 256, тип дисплея – TFT;
- сенсорное управление экраном;
- два независимых порта RS-232 И RS-485 для связи с внешними устройствами;
- поддержка распространенных протоколов обмена Modbus RTU, Modbus ASCII;
- возможность работы одновременно в двух режимах Master и Slave;
- питание от источника напряжения 24 В (потребляемый ток не более 0,15 А, потребляемая мощность не более 5 Вт);
- бесплатная программа «Конфигуратор СП200».

Для организации удаленного контроля и управления задействуем GSM-модем ПМ01-24.В [3].

ОВЕН ПМ01 предназначен для удаленного обмена данными через беспроводные системы связи стандарта GSM с оборудованием, оснащенным последовательными интерфейсами связи RS232 или RS485.

Преимущества GSM-модема ПМ01:

- защита от зависания – автоматическая перезагрузка модема;
- интерфейс RS-232 или RS-485;
- два варианта напряжения питания: 24В постоянного и 220В переменного тока (выбран вариант с питанием 24 В);
- широкий диапазон температур: -30..+70.

Основные функциональные возможности GSM/GPRS модема ОВЕН ПМ01:

- прием и передача SMS;
- прием и передача данных с помощью CSD;
- прием и передача данных с помощью GPRS;
- работа с последовательными интерфейсами RS-232 или RS-485.

4.4 Выбор средств питания и защиты

Контроллер, операторская панель, модем и электромагнитные клапаны должны оставаться в работе в течение нескольких часов после отключения питания для возможности удаленного обмена данными и «консервации» системы.

Для питания цепей 24 В выберем импульсный источник питания QUINT-PS/ 1AC/24DC/ 5 (5A) [5] и источник бесперебойного питания QUINT-UPS/ 24DC/24DC/5 [6] фирмы PHOENIX CONTACT (рис. 35).



Рисунок 35 – QUINT-PS/1AC/24DC/ 5 и QUINT-UPS/ 24DC/24DC/5

Основные технические характеристики QUINT-PS/ 1AC/24DC/ 5 приведены на рисунках 36,37.

Входные характеристики	
Номинальный диапазон входного напряжения	100 В перем. тока ... 240 В перем. тока
Диапазон входного напряжения переменного тока	85 В перем. тока ... 264 В перем. тока
Кратковременное входное напряжение	300 В перем. тока
Диапазон входного напряжения постоянного тока	90 В пост. тока ... 350 В пост. тока
Диапазон частот переменного тока	45 Гц ... 65 Гц
Диапазон частот постоянного тока	0 Гц
Входной ток	Прибл. 1,2 А (при 120 В перем. тока) Прибл. 0,6 А (при 230 В перем. тока)
Ограничение пускового тока	< 15 А (типовой)
i^2t	< 1 А ² с
Компенсация провалов напряжения	> 30 мс (120 В перем. тока) > 30 мс (230 В перем. тока)
Типовое время включения	< 0,5 с
Защитная цепь	Варистор (защита от импульсных перенапряжений)
Входной предохранитель	5 А (плавкий предохранитель с задержкой срабатывания, встроенный)
Рекомендованные устройства защиты входной линии (автоматические выключатели)	6 А (характеристика В) 10 А (характеристика В) 16 А (характеристика В)
Ток утечки PE	< 3,5 мА

Рисунок 36– Входные характеристики QUINT-PS/1AC/24DC/ 5

Выходные характеристики	
Номинальное выходное напряжение	24 В пост. тока $\pm 1\%$
Диапазон регулировки выходного напряжения	18 В пост. тока ... 29.5 В пост. тока (> 24 В мощность постоянна)
Выходной ток	5 А (-25°C ... 70°C, $U_{Вых} = 24$ В пост. тока) 7.5 А (POWER BOOST, при -25°C ... 40°C длительно, $U_{Вых} = 24$ В) 30 А (технология SFB, 12 мс)
Снижение мощности	При $T > +60^\circ\text{C}$ снижение 2.5% на 1 Кельвин
Стабилизация выходного напряжения	< 1% (изменение нагрузки, статическое 10% ... 90%) < 2% (изменение нагрузки, динамическое 10% ... 90%) < 0.1% (колебания входного напряжения $\pm 10\%$)
Энергопотребление при номинальной мощности	15 Вт
Энергопотребление при холостом ходе	3 Вт
НПД	> 90% (при 230 В перем. тока и номинальных параметрах)
Время нарастания выходного напряжения	< 0.5 мс
Остаточная пульсация	< 40 мВ(да) (при номинальных параметрах)
Параллельное подключение	ДА, для резервирования и сложения мощности

Рисунок 37– Выходные характеристики QUINT-PS/1AC/24DC/ 5

Источник бесперебойного питания (ИБП) QUINT-UPS используется для питания критических нагрузок в случае перебоев входного напряжения.

При этом ИБП безударно переключается в режим работы от аккумуляторной батареи (АКБ) и подключенная нагрузка постоянно обеспечивается напряжением питания. Когда входное напряжение восстанавливается, ИБП автоматически переключается в режим работы от сети. Подключенная нагрузка снова обеспечивается питанием, а АКБ заряжается.

ИБП имеет выход 24 В постоянного тока /5 А.

ИБП поддерживает технологию IQ, оптимальное используя емкость и проводя превентивный мониторинг АКБ:

- определяет текущий уровень заряда (SOC) вычисляет оставшееся время работы АКБ при текущей нагрузке;
- определяет оставшийся срок службы (SOH) аккумуляторной батареи, заранее предупреждая о возможных аварийных ситуациях;
- автоматически определяет тип и емкость подключенной АКБ и увеличивает ее срок службы благодаря оптимальной характеристике заряда.

ИБП адаптирует ток и напряжение заряда, таким образом обеспечивая быстрый заряд и готовность аккумулятора.

Текущее состояние ИБП может быть определено с помощью трех релейных выходов, клеммы 13-14, 23-24, 33-34 (табл. 13).

Таблица 11 – Назначение релейных выходов QUINT-UPS/ 24DC/24DC/5

13-14	23-24	33-34	Описание
Вкл.	Вкл.	Выкл.	Буферный режим работы, гистограммный индикатор показывает текущий уровень заряда АКБ
Выкл.	Вкл.	Выкл.	Буферный режим работы, АКБ близка к полному разряду, нижний сегмент гистограммного индикатора постоянно горит красным
Вкл.	Выкл.	Выкл.	Режим работы от сети, гистограммный индикатор показывает текущее состояние заряда АКБ
Вкл.	Выкл.	Вкл.	Режим работы от сети, идет заряд АКБ
Выкл.	Выкл.	Выкл.	Режим работы от сети, неисправность АКБ, нижний сегмент гистограммного индикатора мигает красным

Эти выходы будут подключены к дискретным входам контроллеру ПЛК 160.

Общая схема организации питания посредством QUINT-PS/ 1AC/24DC/ 5 и QUINT-UPS/ 24DC/24DC/5 показана на рис. 36.

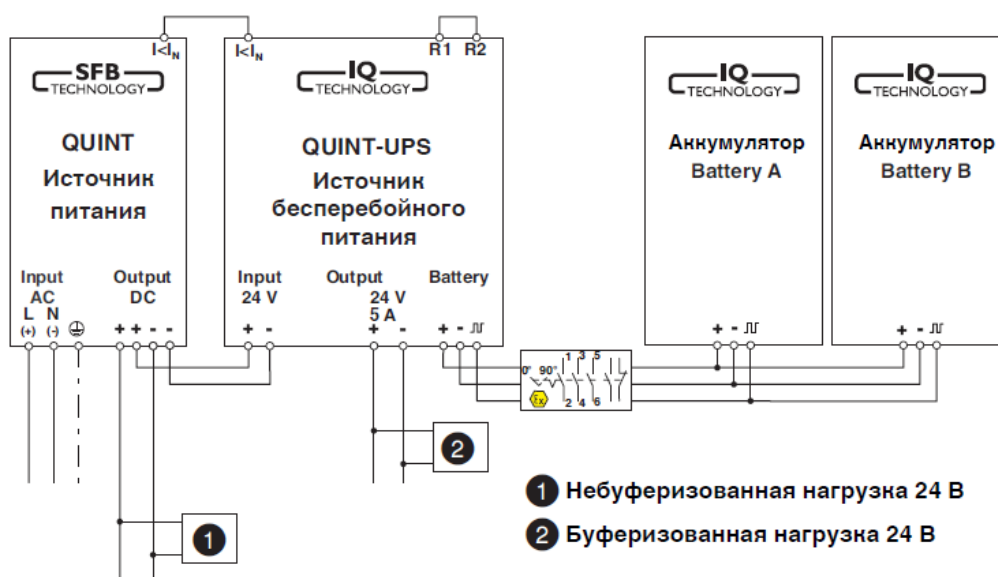


Рисунок 38 – Типовая схема организации питания

Для защиты цепей 24В во входной линии QUINT-PS/1AC/24DC/5 установим автоматический выключатель ВА47-29-1Р 6А (характеристика В).

Для защиты цепей катушек пускателей и промежуточных реле, а также цепи циркуляционного насоса контура отопления задействуем автоматические выключатели ВА47-29-1Р 2А (характеристика В).

Для защиты цепей блока автоматики и погружного насоса применим автоматический выключатель ВА47-29-1Р 6А (характеристика В).

Для защиты электрических цепей системы горячего водоснабжения выберем автоматический выключатель ВА47-29-1Р 16А (характеристика В).

Для защиты индукционного нагревателя установим автоматический выключатель ВА47-29-3Р 20А (характеристика В).

4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Принципиальная схема (соединений) системы управления приведена на рис. 39, спецификация – в табл. 12.

Основным элементом схемы является ПЛК. К аналоговым входам ПЛК подключены измерительные преобразователи давления и датчик уровня топлива в баке дизельной электростанции. На дискретные входы заведены сигналы панели переключения нагрузки АВР и источника бесперебойного питания.

Взаимодействие с GSM-модемом осуществляется по интерфейсу RS 232.

Обмен данными с панелью оператора и модулем ввода аналоговых сигналов выполняется по сети RS 485 (протокол Modbus).

К модулю ввода аналоговых сигналов подключены измерительные преобразователи температуры.

Посредством выходных элементов релейного типа ПЛК управляет:

- магнитными пускателями, подающими питание блоку автоматики системы водоснабжения, устройствам системы ГВС, индукционному котлу и циркуляционному насосу системы отопления;

- электромагнитными клапанами на линиях слива холодной и горячей воды, воды из системы отопления, теплоносителя из контура ГВС, а также клапанами включения и отключения предварительного подогрева воды из системы отопления в нагревательном баке системы ГВС;

- промежуточными реле, переключающими скорости циркуляционного насоса системы отопления.

Предусмотрено питание всех нагрузок как от сети 380 В, так и от резервного источника питания (дизельной электростанции). Цепи напряжением 24 В (ПЛК, модуль ввода, модем, панель оператора, электромагнитные клапаны), питающиеся от источника бесперебойного питания, способны сохранять работоспособность в течение около 10 часов (и более, в зависимости от емкости аккумулятора) после исчезновения основного и резервного питания.

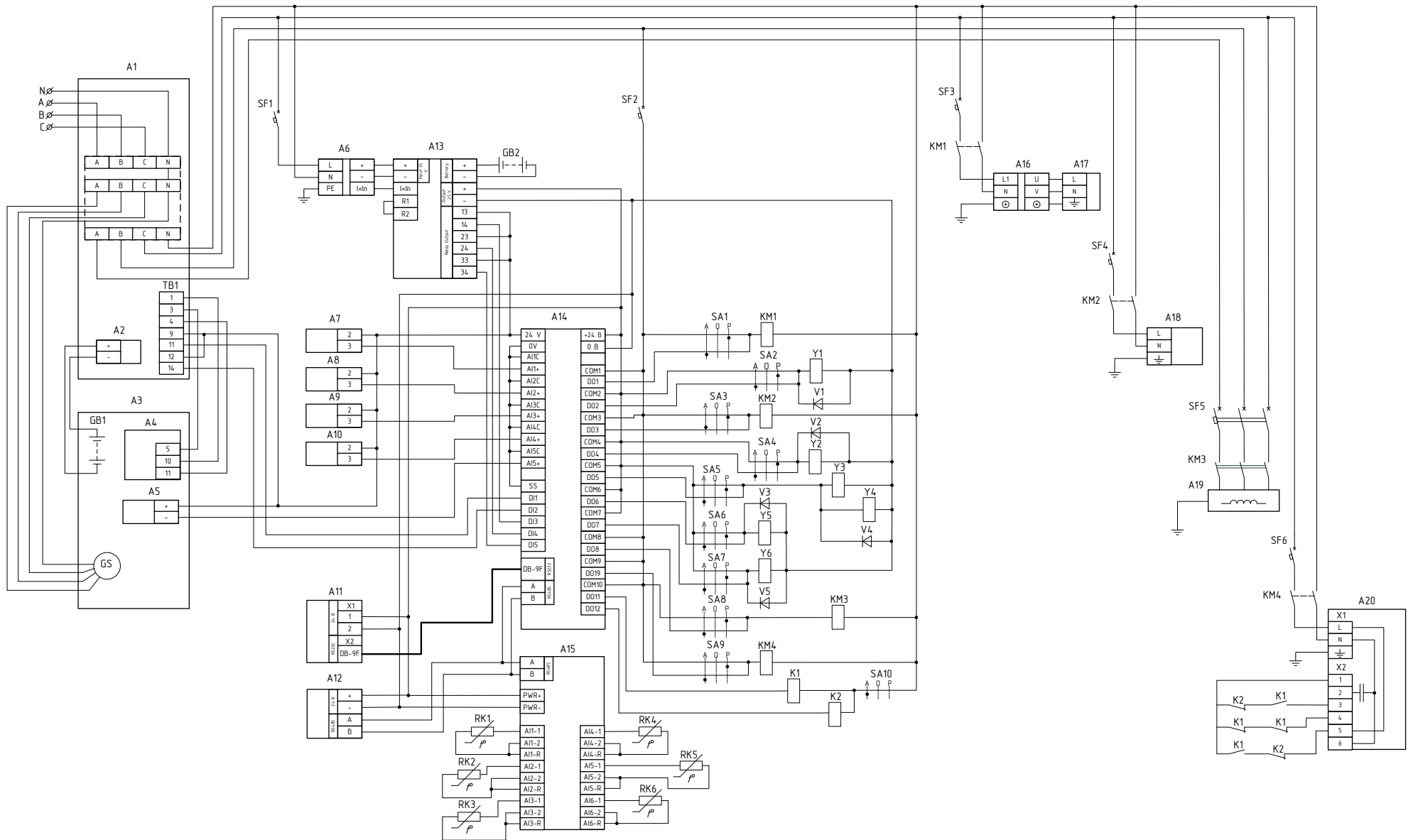


Рисунок 39 – Принципиальная схема соединений

Таблица 12 – Спецификация принципиальной схемы системы управления

Позиция	Наименование	Кол	Примечание
A1	Панель переключения нагрузки GT40063N52	1	
A2	Устройство зарядное POWERCOMMAND 15/12-A	2	
A3	Электростанция дизельная C22D5	1	
GB1	Батарея аккумуляторная 24В, 100Ач	1	
A4	Панель управления РСС1301	1	
A5	Датчик уровня Овен ПДУ-И	1	Уровень топлива
A6	Блок питания QUINT-PS/1AC/24DC/ 5	1	
A7,A9, A10	Преобразователь измерительный давления DLM4/A	3	
A8	Преобразователь измерительный давления DLM10/A	1	
A11	GSM модем Овен ПМ01	1	
A12	Панель оператора Овен СП270	1	
A13	Источник бесперебойного питания QUINT-UPS/ 24DC/24DC/5	1	
GB2	Батарея аккумуляторная 24В, 40Ач	1	
A14	Контроллер программируемый логический ПЛК160-24И	1	
A15	Модуль ввода аналоговый MB110 8А	1	
RK1	Термометр сопротивления ТС 742	1	
RK2-RK6	Термометр сопротивления ТС 757	5	
SF2,SF6	Выключатель автоматический ВА47-29-1P 2А	2	
SA1-SA10	Переключатель МТВ2-BJZ133	9	
KM1,KM4	Пускатель магнитный ПМЛ-1210	2	
KM2,KM3	Пускатель магнитный ПМЕ-211	2	
Y1,Y3, Y5,Y6	Клапан электромагнитный SMART SG-5532, 24В	4	НЗ
Y2	Клапан электромагнитный высокотемпературный серии HUS, 24В	1	НЗ
Y4	Клапан электромагнитный SMART SG-5534, 24В	1	НО
V1-V3,V5	Диод выпрямительный, 1N4001	4	
V4	Диод выпрямительный, 1N4001	1	
K1,K2	Реле промежуточное РП-54, 220В	2	
SF1, SF3	Выключатель автоматический ВА47-29-1P 6А	1	
A16	Блок автоматики	1	
A17	Насос погружной SQ 3-40	1	
SF4	Выключатель автоматический ВА47-29-1P 16А	1	
A18	Контроллер системы Sunrain	1	
SF5	Выключатель автоматический ВА47-29-3P 20А	1	
A18	Контроллер системы Sunrain	1	
A19	Нагреватель индукционный ВИН-7	1	
A20	Насос циркуляционный Grundfoss UPS 25-60	1	

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Выбор средств разработки

Программирование ПЛК 160 производится в свободно распространяемой среде программирования контроллеров CoDeSys. На сегодняшний день CoDeSys (Controller Development System) – это самый популярный в мире аппаратно независимый комплекс для прикладного программирования ПЛК и встраиваемых контроллеров. Основным его компонентом является среда программирования на языках стандарта МЭК 61131-3. Комплекс работает на компьютере. Программы компилируются в машинный код и загружаются в контроллер. Любую задачу, которая имеет решение в виде программы, можно реализовать в CoDeSys [23].

Для параметрирования панели оператора Овен СП270 и модуля ввода аналогового MB110 8A задействуются специализированные программы «Конфигуратор СП200» и «Конфигуратор M110» [24]. Эти программы также являются бесплатными.

В данной работе поставлена задача построить действующий прототип программной системы. Для визуализации процесса управления принято решение использовать пакет Trace Mode (базовой версии) российской фирмы Adastra [19]. Для эмуляции контроллера будет задействован программный эмулятор PLCWinNT, входящий в состав пакета CoDeSys. Обмен между контроллером и SCADA-системой будет осуществляться по протоколу OPC. Разработанный прототип в дальнейшем может быть трансформирован в программное обеспечение для реальной системы управления.

5.2 Структура и назначение программного комплекса

В состав программного комплекса входят:

- управляющая программа для ПЛК;
- SCADA-система;
- экран конфигурирования и отладки визуализации CoDeSys, служащий для ввода параметров и имитации процесса отправки и приема СМС сообщений.

Программный комплекс позволяет опробовать все режимы контроля и управления системами водоснабжения, ГВС, теплоснабжения и электроснабжения, т.е.

- контроль и управление с помощью органов монитора реального времени SCADA-системы, имитирующего панель оператора;
- дистанционный контроль и управление по СМС.

5.3 Входные и выходные переменные

В таблицах 13 – 18 приведены перечни входных и выходных переменных программы управления, задействованных в обмене с аппаратурой и SCADA-системой.

Таблица 13 – Перечень входных дискретных сигналов

Наименование	Пояснение
1	2
gtec_normal_supply	Включен основной источник питания
gtec_backup_supply	Включен резервный источник питания
ups_acum_normal	UPS - аккумулятор в порядке
ups_backup_supply	UPS - питание от аккумулятора
ups_acum_charging	UPS - аккумулятор заряжается

Таблица 14 – Перечень входных аналоговых сигналов

Наименование	Пояснение	Единицы измерения	Пределы	Тип сигнала
1	2	3	4	5
cw_pressure	Давление холодной воды	бар	0...4	(4-20)мА
hta_pressure	Давление теплоносителя	бар	0...10	(4-20)мА
hw_pressure	Давление горячей воды	бар	0...4	(4-20)мА
htg_pressure	Давление в системе отопления	бар	0...4	(4-20)мА
fuel_level	Уровень топлива	%	0...100	(4-20)мА
cw_temperature	Температура холодной воды	°С	0...100	Pt100
hta_temperature	Температура теплоносителя	°С	-50..250	Pt100
hw_temperature	Температура горячей воды	°С	0...100	Pt100

1	2	3	4	5
outair_temperature	Температура наружного воздуха	°С	-50...50	Pt100
htgdw_temperature	Температура прямой воды системы отопления	°С	0...110	Pt100
htgrw_temperature	Температура обратной воды отопления	°С	0...100	Pt100

Таблица 15 – Перечень выходных дискретных сигналов

Наименование	Пояснение
water_supply	Включение системы водоснабжения
water_drain	Слив из системы водоснабжения
hot_water_supply	Включение системы ГВС
hta_drain	Слив теплоносителя
preheating	Подогрев воды для отопления
hot_water_drain	Слив горячей воды
heating_water_drain	Слив из системы отопления
heating	Включение котла
circ_pump	Включение циркуляционного насоса
circ_pump_speed1	Циркуляционный насос - скорость 1
circ_pump_speed3	Циркуляционный насос - скорость 3

Таблица 16 – Перечень входных дискретных сигналов, принимаемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение
water_supply_on_from_scada	Включение системы водоснабжения
water_supply_off_from_scada	Выключение системы водоснабжения и слива
water_drain_on_from_scada	Слив из системы водоснабжения
hot_water_supply_on_from_scada	Включение системы ГВС
hot_water_supply_off_from_scada	Выключение системы ГВС и слива теплоносителя
hta_drain_on_from_scada	Слив теплоносителя
heating_supply_on_from_scada	Включение системы отопления
heating_supply_off_from_scada	Выключение системы отопления или слива
heating_water_drain_on_from_scada	Слив из системы отопления

Таблица 17 – Перечень выходных дискретных сигналов, передаваемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение
gtec_normal_supply_to_scada	Включен основной источник питания
gtec_backup_supply_to_scada	Включен резервный источник питания
ups_acum_normal_to_scada	Аккумулятор в порядке
ups_backup_supply_to_scada	Питание от аккумулятора
ups_acum_charging_to_scada	Аккумулятор заряжается
water_supply_to_scada	Включение системы водоснабжения
water_drain_to_scada	Слив из системы водоснабжения
hot_water_supply_to_scada	Включение системы ГВС
hta_drain_to_scada	Слив теплоносителя
preheating_to_scada	Подогрев воды для отопления
hot_water_drain_to_scada	Слив горячей воды
heating_water_drain_to_scada	Слив из системы отопления
heating_to_scada	Включение котла
heating_supply_to_scada	Включение системы отопления
circ_pump_to_scada	Включение циркуляционного насоса
circ_pump_speed1_to_scada	Циркуляционный насос - скорость 1
circ_pump_speed3_to_scada	Циркуляционный насос - скорость 3
cw_alarm_to_scada	Авария в системе водоснабжения
hw_alarm_to_scada	Авария в системе ГВС
heating_alarm_to_scada	Авария в системе теплоснабжения
electro_attention_to_scada	Неполадки в системе электроснабжения

Таблица 18 – Перечень выходных аналоговых сигналов, передаваемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение	Единицы измерения	Пределы
1	2	3	4
cw_pressure_to_scada	Давление холодной воды	бар	1...4
hta_pressure_to_scada	Давление теплоносителя,	бар	1...10
hw_pressure_to_scada	Давление горячей воды	бар	1...4
htg_pressure_to_scada	Давление в системе отопления	бар	1...4
fuel_level_to_scada	Уровень топлива	%	0...100
cw_temperature_to_scada	Температура холодной воды	°C	0...100

1	2	3	4
hta_temperature_to_scada	Температура теплоносителя	°С	–50...250
hw_temperature_to_scada	Температура горячей воды	°С	0...100
outair_temperature_to_scada	Температура наружного воздуха	°С	–50...50
htgdw_temperature_to_scada	Температура прямой воды системы отопления	°С	0...110
htgrw_temperature_to_scada	Температура обратной воды отопления	°С	0...100

В программном прототипе все переменные объявлены как глобальные, дискретные переменные имеют тип BOOL, аналоговые – тип REAL.

5.4 Дистанционный контроль и управление по СМС

Предусмотрены следующие режимы взаимодействия пользователей с системой управления:

- 1) циклическое оповещение пользователей о состоянии всех систем (до трех пользователей и до шести оповещений в сутки);
- 2) оповещение пользователей о состоянии всех систем по их запросу;
- 3) выполнение системой управления приказов, поступающих по СМС с посылкой подтверждающих сообщений;
- 4) незамедлительное оповещение пользователей о событиях (авариях), происшедших в системах, и об изменении режимов их работы.

Коды входящих (для системы управления) СМС сообщений приведены в табл. 19.

Таблица 19 – Коды входящих СМС–сообщений

Код	Пояснение
1	2
000	Запрос статуса всех систем
100	Выключение системы водоснабжения
101	Включение системы водоснабжения
102	Слив воды из системы водоснабжения
200	Выключение системы ГВС

1	2
201	Включение системы ГВС
202	Слив теплоносителя из ГВС
300	Выключение системы теплоснабжения
301	Включение системы теплоснабжения
302	Слив воды из системы теплоснабжения

Все исходящие сообщения включают дату и время отправки, а также соответственно код сообщения. Коды исходящих сообщений по запросу приведены в табл. 20

Таблица 20 – Составные части кодов исходящих сообщений по циклическому оповещению и по запросу «000»

Код	Пояснение
1	2
Варианты первой части кода	
CW:Stop	Система водоснабжения в режиме «останов»
CW:Ok	Система водоснабжения в режиме «работа»
CW:Drain	Система водоснабжения в режиме «слив»
CW:FAIL:LOW_TEMP-DRAIN	Система водоснабжения в режиме «авария»: низкая температура воды, слив
CW:FAIL:LOW_PRESS-STOP	Система водоснабжения в режиме «авария»: высокое давление воды, останов системы
CW:FAIL	Система водоснабжения в режиме «авария», причины неизвестны/ликвидированы
Варианты второй части кода	
HW:Stop	Система ГВС в режиме «останов»
HW:Ok	Система ГВС в режиме «работа»
HW:HTA_Drain	Система ГВС в режиме «слив теплоносителя»
HW:FAIL:HIGН_HTA_TEMP-DRAIN	Система ГВС в режиме «авария»: высокое давление теплоносителя, слив теплоносителя
HW:FAIL:LOW_WATER_PRESS	Система ГВС в режиме «авария»: высокое давление воды, останов системы
HW:FAIL:LOW_HTA_PRESS	Система ГВС в режиме «авария»: низкое давление теплоносителя, останов системы

1	2
HW:FAIL	Система ГВС в режиме «авария», причины неизвестны/ликвидированы
Варианты третьей части кода	
HT:Stop	Система теплоснабжения в режиме «останов»
HT:Ok	Система теплоснабжения в режиме «работа»
HT:Drain	Система теплоснабжения в режиме «слив»
HT:FAIL:LOW_HTA_TEMP-DRAIN	Система теплоснабжения в режиме «авария»: низкая температура теплоносителя, слив теплоносителя
HT:FAIL:LOW_PRESS	Система теплоснабжения в режиме «авария»: низкое давление
HT:FAIL:HIGH_TEMP	Система теплоснабжения в режиме «авария»: высокая температура прямой воды
HT:FAIL	Система теплоснабжения в режиме «авария», причины неизвестны/ликвидированы
Варианты четвертой части кода	
EL:NET,FL=XXX	Электроснабжение от сети, уровень топлива равен XXX
EL:RES,FL=XXX,AC:Ok	Электроснабжение от резервного источника, уровень топлива равен XXX, аккумулятор в порядке
EL:RES,FL=XXX,AC:Defect	Электроснабжение от резервного источника, уровень топлива равен XXX, аккумулятор неисправен
EL:AUTO,AC:Ok	Автономное электроснабжение, аккумулятор в порядке
EL:AUTO,AC:Defect	Автономное электроснабжение, аккумулятор неисправен

Пример ответа системы на запрос «000»:

20.01,14.20,CW:Ok,HW:Ok,HT:Ok, EL:NET,FL=100

СМС отправлена 20 января в 14²⁰, все системы работают нормально, электроснабжение от сети, топливный бак дизельной электростанции полностью заполнен.

Коды исходящих сообщений, подтверждающих ранее полученные приказы, приведены в табл.21, коды тревожных и предупредительных сообщений – в табл.22.

Таблица 21 – Коды исходящих ответных СМС-сообщений

Код	Пояснение
CW:LOCAL_START	Запуск системы водоснабжения с панели оператора
CW:LOCAL_STOP	Останов системы водоснабжения с панели оператора
CW:LOCAL_DRAIN	Слив воды из системы водоснабжения по команде с панели оператора
CW:DIST_START	Запуск системы водоснабжения по СМС
CW:DIST_STOP	Останов системы водоснабжения по СМС
CW:DIST_DRAIN	Слив воды из системы водоснабжения по команде СМС
HW:LOCAL_START	Запуск системы ГВС с панели оператора
HW:LOCAL_STOP	Останов системы ГВС с панели оператора
HW:LOCAL_DRAIN	Слив теплоносителя из системы ГВС по команде с панели оператора
HW:DIST_START	Запуск системы ГВС по СМС
HW:DIST_STOP	Останов системы ГВС по СМС
HW:DIST_DRAIN	Слив теплоносителя из системы ГВС по команде СМС
HT:LOCAL_START	Запуск системы теплоснабжения с панели оператора
HT:LOCAL_STOP	Останов системы теплоснабжения с панели оператора
HT:LOCAL_DRAIN	Слив воды из системы теплоснабжения по команде с панели оператора
HT:DIST_START	Запуск системы теплоснабжения по СМС
HT:DIST_STOP	Останов системы теплоснабжения по СМС
HT:DIST_DRAIN	Слив воды из системы теплоснабжения по команде СМС

Таблица 22 – Коды исходящих тревожных и предупредительных СМС-сообщений

Код	Пояснение
1	2
START	Запуск программы контроллера
CW:FAIL:LOW_PRESS	Авария: низкое давление в системе водоснабжения
CW:FAIL:LOW_TEMP-DRAIN	Авария: низкая температура в системе водоснабжения, слив воды
HW:FAIL:HIGGHTA_TEMP	Авария: высокая температура теплоносителя в системе ГВС

1	2
HW:FAIL:LOW_PRESS	Авария: низкое давление воды в системе ГВС
HW:FAIL:LOW_HTA_PRESS	Авария: низкое давление теплоносителя в системе ГВС
HT:FAIL:LOW_HTA_TEMP	Авария: Низкая температура обратной воды в системе теплоснабжения
HT:FAIL:LOW_PRESS	Авария: Низкое давление в системе тепло-снабжения
HT:FAIL:HIGH_TEMP	Авария: высокая температура прямой воды в системе теплоснабжения
EL:RES_SWITCH	Предупреждение: переход на резервное электроснабжение
EL:AUTO_SWITCH	Предупреждение: переход на автономное электроснабжение
EL:NET_SWITCH	Предупреждение: переход на основное электроснабжение
EL:AC:Defect	Предупреждение: неисправность аккумулятора
EL:AC:Ok	Предупреждение: аккумулятор в порядке
EL:LOW_FUEL_LEVEL	Предупреждение: низкий уровень топлива
EL:LOW_FUEL_Ok	Предупреждение: уровень топлива в норме

На рис. 40 показан экран отладки и конфигурации СМС обмена.

С помощью данного экрана можно наблюдать формируемые системой управления к отправке СМС сообщения и «отправлять» их;
 формировать «входящие» СМС сообщения;
 задавать количество абонентов (до 3 пользователей) и их телефоны;
 задавать количество сессий циклического оповещения (до 6 штук) и их времена.

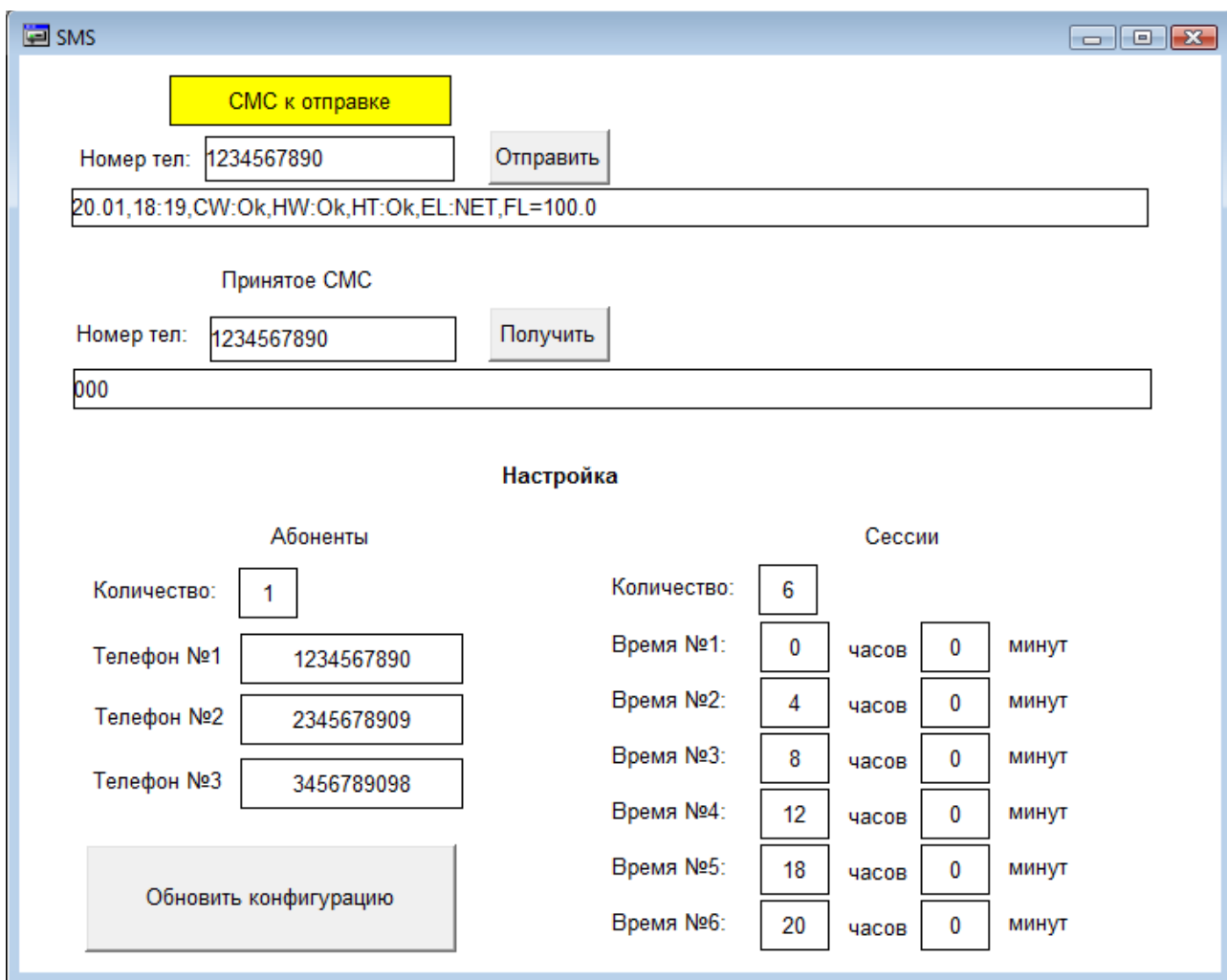


Рисунок 40 – Экран отладки и конфигурации

Следует отметить, что программа, которая в реальности будет заниматься приемом и отправкой сообщений, игнорирует входящие сообщения с номеров, отсутствующих в списке пользователя.

5.5 Программа управления

Программа управления представлена следующими компонентами проекта CoDeSys:

а) раздел объявления глобальных переменных. Здесь объявлены входные и выходные переменные контроллера, которые в реальной системе должны быть перенесены в соответствующие разделы конфигурации ПЛК, а также переменные, участвующие в обмене по СМС и конфигурационные параметры, формируемые из окна визуализации. Код раздела приведен в Приложении А;

б) программа PLC_PRG (главная программа), которая вызывает на выполнение другие программы, занимается формированием переменных времени

и обслуживает экран отладки и конфигурирования. Код программы приведен в Приложении Б;

в) программа SCADA_exchang, занимающаяся обменом данными со SCADA-системой. Код программы приведен в Приложении В;

г) программа LOAD_CONFIG, осуществляющая загрузку конфигурации с экрана отладки и конфигурирования и формированием первого СМС сообщения. Код программы приведен в Приложении Г;

д) программа NOTIFICATION. Выполняет формирование циклических оповещений пользователей по времени. Код программы приведен в Приложении Д;

е) функциональный блок MESSAGE_FORMER, формирующий сообщения путем добавления к переданной ему строке с кодом меток даты и времени. Код функционального блока приведен в Приложении Е;

ж) программа SMS_QUEUEING, осуществляющая постановку исходящих сообщений в очередь (циклический буфер на 6 сообщений). Код программы приведен в Приложении Ж;

з) программа SMS_SENDER, занимающаяся отправкой очередного сообщения из очереди. Код программы приведен в Приложении З;

и) программа SMS_SERVICE, непосредственно выполняющая прием и посылку сообщений. В программном прототипе ее вызов заменен работой с отладочным экраном. Код программы приведен в Приложении И;

к) программа CW_SYSTEM, осуществляющая контроль и управление системой водоснабжения. Предусмотрено три режима функционирования системы: останов, работа, слив и авария. Программа выполняет управление системой во всех режимах и смену режима по командам, поступающих из SCADA системы и по СМС (с посылкой оповещений). Программа контролирует температуру и давление воды и переходит в режим аварии (с посылкой оповещения) при значительных отклонениях параметров от нормы. При понижении температуры до критического значения производится автоматический слив воды. Код программы приведен в Приложении К;

л) программа HW_SYSTEM, осуществляющая контроль и управление системой ГВС. Предусмотрено три режима функционирования системы: останов, работа, слив теплоносителя и авария. Программа выполняет управление системой во всех режимах и смену режима по командам, поступающих из SCADA системы и по СМС (с посылкой оповещений). Программа контролирует температуру и давление воды и теплоносителя и переходит в режим аварии (с посылкой оповещения) при значительных отклонениях параметров от нормы. При значительном повышении температуры теплоносителя производится автоматический слив горячей воды, по повышении до критического значения – автоматический слив теплоносителя. Код программы приведен в Приложении Л;

м) программа HT_SYSTEM, осуществляющая контроль и управление системой отопления. Предусмотрено три режима функционирования системы: останов, работа, слив и авария. Программа выполняет управление системой во всех режимах и смену режима по командам, поступающих из SCADA системы и по СМС (с посылкой оповещений). Программа регулирует температуру обратной воды по температуре наружного воздуха в соответствии с температурным графиком, заданным ее локальными переменными. Кроме того, поддерживается разность между температурами прямой и обратной воды путем переключения скоростей циркуляционного насоса. Программа контролирует температуру и давление в системе и переходит в режим аварии (с посылкой оповещения) при значительных отклонениях параметров от нормы. При понижении температуры до критического значения производится автоматический слив воды. Код программы приведен в Приложении М;

н) программа EL_SYSTEM, осуществляющая контроль системы электропитания. Предусмотрено три режима функционирования системы: работа от сети, резервное питание, автономное питание. Программа уведомляет пользователя о смене режима, контролирует уровень топлива в баке дизель электростанции и заряд аккумулятора источника бесперебойного питания. В случае значительного снижения уровня и неисправности аккумулятора формируются

соответствующий сигналы в SCADA-систему и отправляется СМС сообщение
Код программы приведен в Приложении Н.

Все программы и функциональный блок написаны на языке ST.

5.6 SCADA-система

5.6.1 Информационный обмен

Для обмена информацией между ПЛК и SCADA системой могут быть задействованы различные интерфейсы, в том числе Ethernet. Программный симулятор использует протокол OPC. В опциях проекта CoDeSys программы ПЛК все глобальные переменные, предназначенные для обмена со SCADA-системой, были включены в «символьный файл» и стали таким образом тегами OPC сервера CoDeSys.

В проекте Trace Mode в разделе «Источники/приемники» были сконфигурированы две группы тегов: OPC_Read и OPC_Write, предназначенные для чтения переменных из контроллера и записи переменных в контроллер соответственно. Перечни каналов показаны на рис. 41, 42. Перечни переменных полностью соответствуют таблицам 16,17,18.

Все «аналоговые» величины, поступающие в SCADA-систему, проходят обработку в каналах монитора реального времени рис. 43.

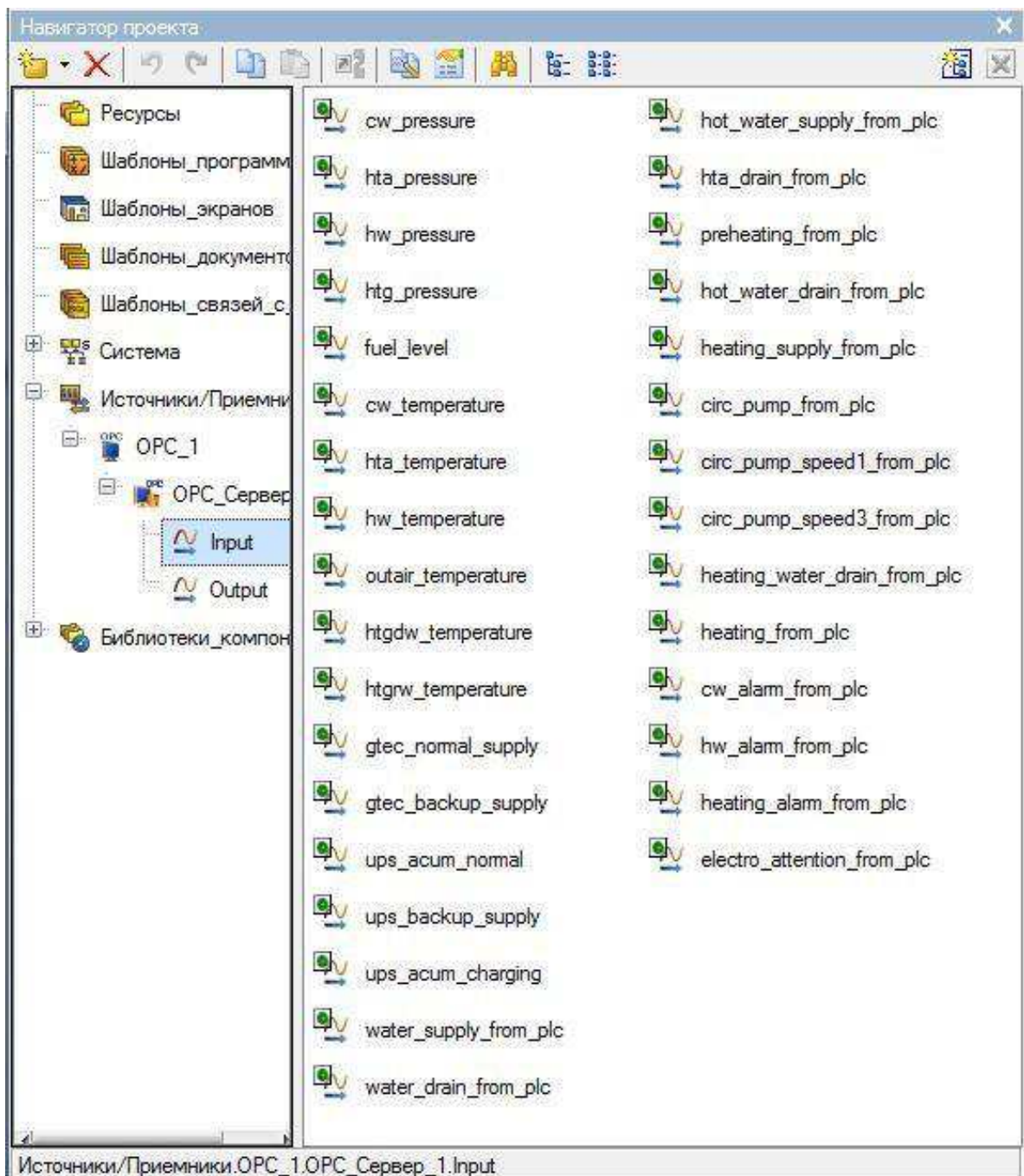


Рисунок 41 – Каналы OPC_Read

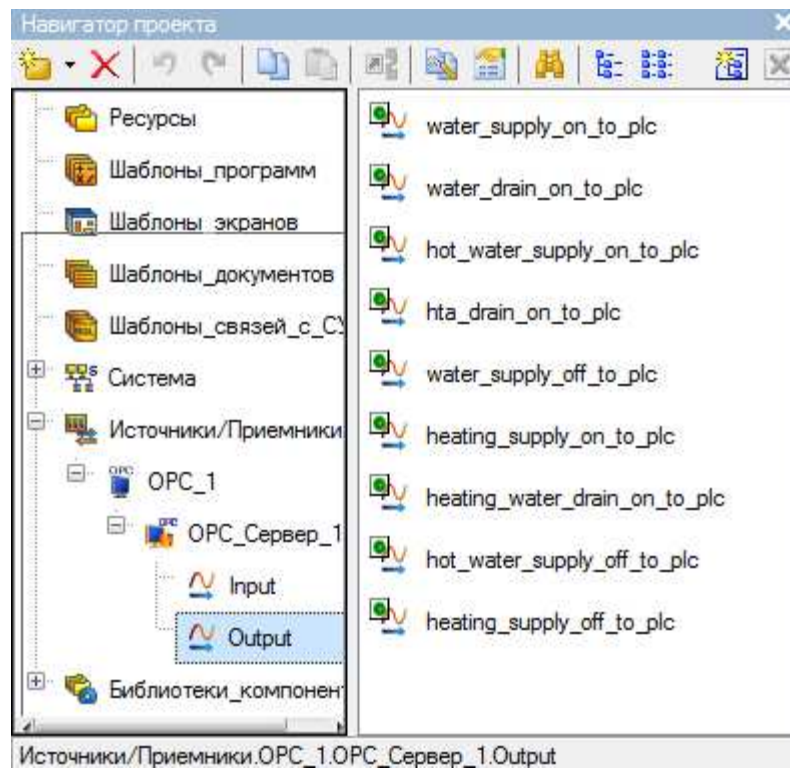


Рисунок 42 – Каналы OPC_Write

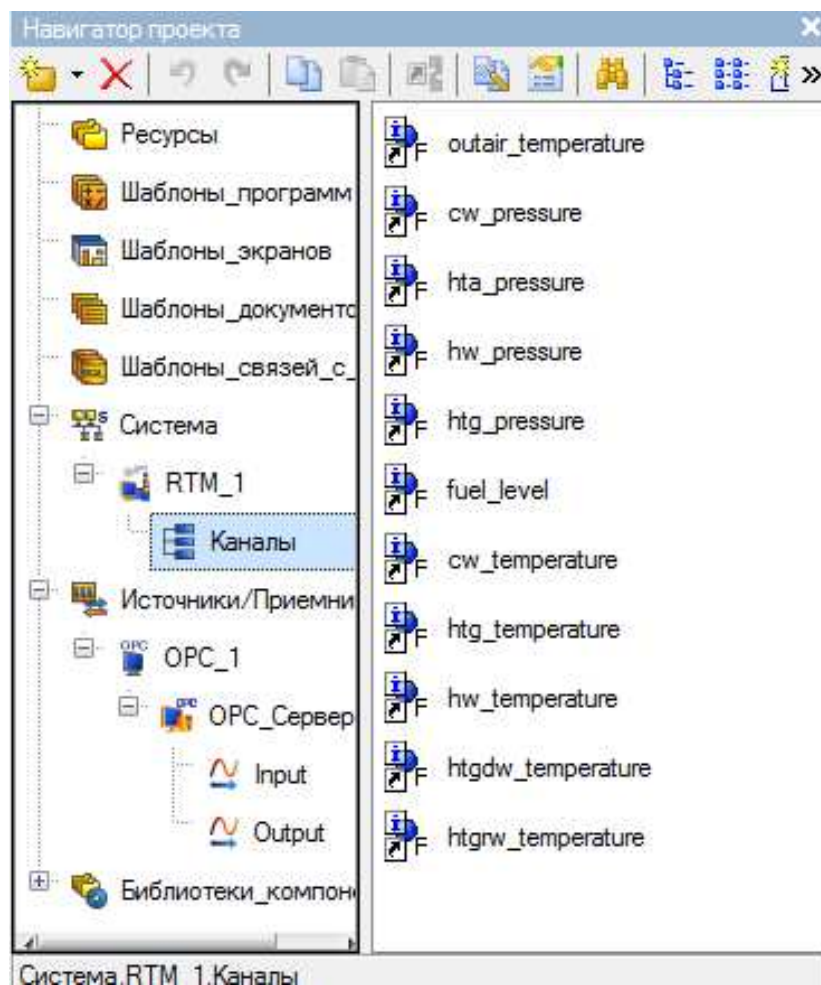


Рисунок 43 – Каналы аналоговых величин

5.6.2 Экраны визуализации

Основной экран монитора реального времени в работе показан на рис. 44.

На нем представлено основное оборудование систем и упрощенная схема трубопроводов с установленными измерительными преобразователями давления и температуры, около каждого из которых выводится значение соответствующего параметра. Часть оборудования меняет цвет в зависимости от того, задействовано оно в данный момент или нет. Кроме того, о работе оборудования сообщается изменением цвета сигнальных ламп.

В нижней правой части экраны размещены органы управления системами водоснабжения, ГВС и отопления и кнопка вызова дополнительного экрана для детального отображения информации о состоянии системы электроснабжения (рис. 45).

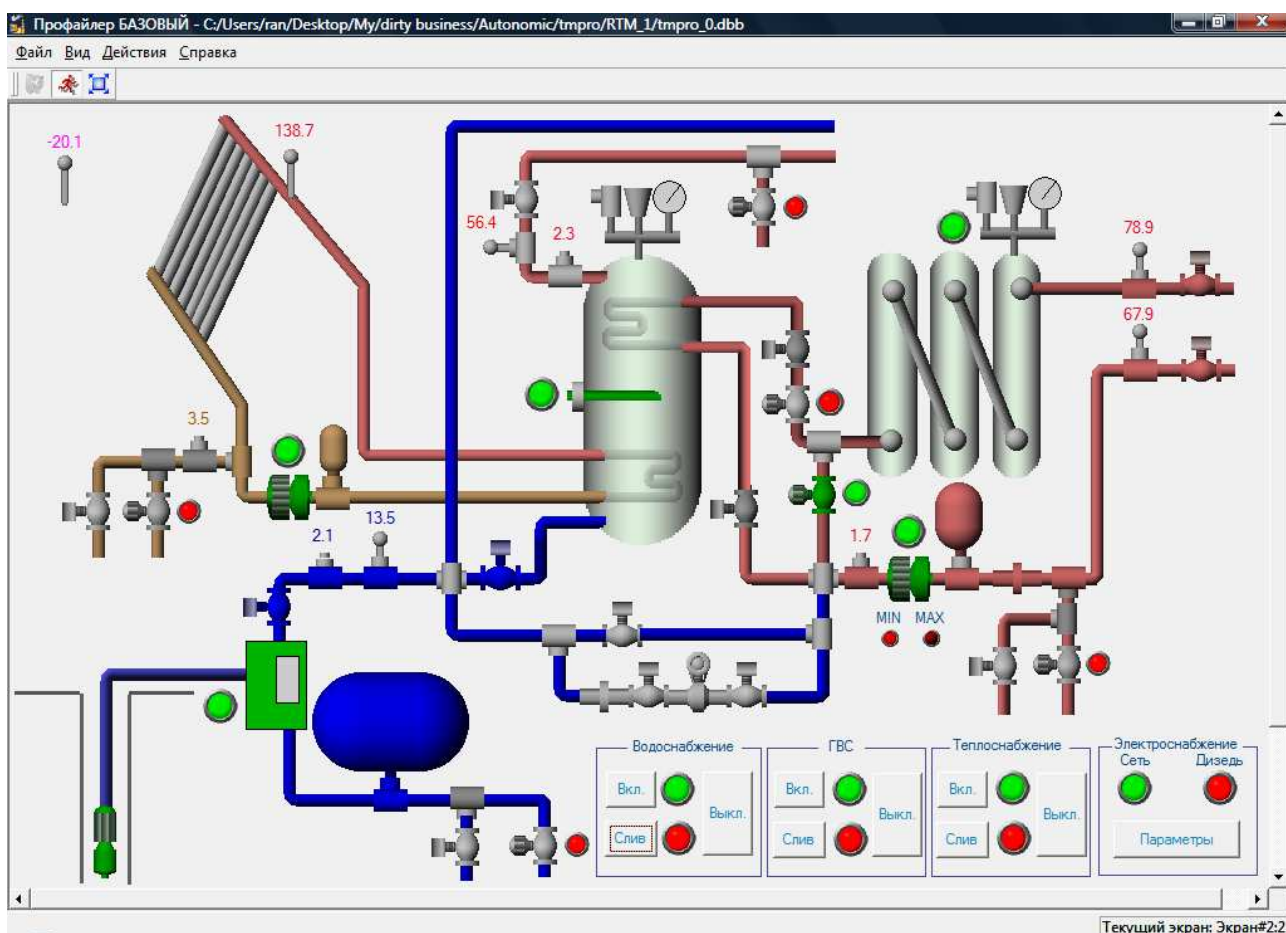


Рисунок 44 – Основной экран монитора реального времени Trace Mode

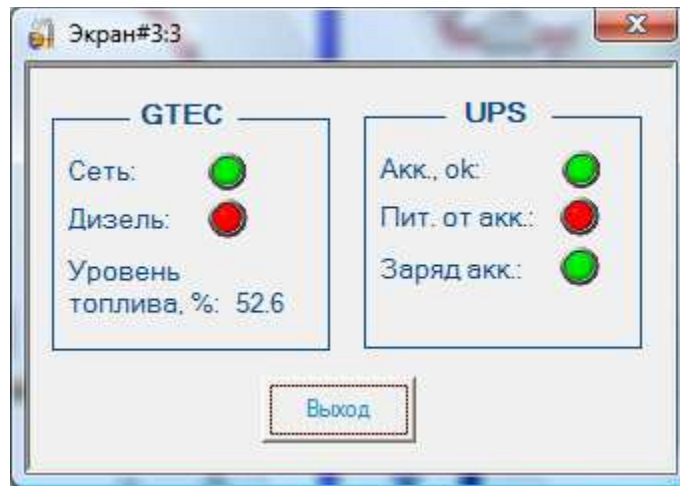


Рисунок 45 – Дополнительный экран монитора реального времени Trace Mode
 Настройка привязок экранов показана на рис. 46, 47.

htg_temperature_R	↓ IN	REAL	htg_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
cw_temperature_R	↓ IN	REAL	cw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hw_temperature_R	↓ IN	REAL	hw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
outair_temperature_R	↓ IN	REAL	outair_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htgdw_temperature_R	↓ IN	REAL	htgdw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htgrw_temperature_R	↓ IN	REAL	htgrw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
cw_pressure_R	↓ IN	REAL	cw_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htg_pressure_R	↓ IN	REAL	htg_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hw_pressure_R	↓ IN	REAL	hw_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hta_pressure_R	↓ IN	REAL	hta_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
water_drain_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hta_drain_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	hta_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hot_water_drain_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	hot_water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_water_drain_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	heating_water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
preheating_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	preheating_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hot_water_supply_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	hot_water_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
circ_pump_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	circ_pump_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
water_supply_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	water_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_supply_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	heating_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
circ_pump_speed1_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	circ_pump_speed1_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
circ_pump_speed3_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	circ_pump_speed3_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
Экран_3_3_R	↑ OUT	REAL	Экран#3:3:Реальное значение (Система.RTM_1)
watter_supply_on_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	watter_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
water_drain_on_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	water_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hot_watter_supply_on_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	hot_watter_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hta_drain_on_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	hta_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_supply_on_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	heating_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_water_drain_on_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	heating_water_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	heating_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
cw_alarm_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	cw_alarm_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hw_alarm_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	hw_alarm_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_alarm_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	heating_alarm_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_normal_supply_VALUE	↓ IN	BOOL	gtec_normal_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_backup_supply_VALUE	↓ IN	BOOL	gtec_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
electro_attention_from_plc_VALUE	↓ IN	BOOL	electro_attention_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
water_supply_off_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	water_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hot_water_supply_off_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	hot_water_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_supply_off_to_plc_VALUE	↑ OUT	BOOL	heating_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)

Рисунок 46 – Привязки основного экрана монитора реального времени

Экран_3_3_R	↑ OUT	REAL	Экран#3:3:Реальное значение (Система.RTM_1)
fuel_level_R	↓ IN	REAL	fuel_level:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
gtec_nomal_supply_VALUE	↓ IN	BOOL	gtec_nomal_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_backup_supply_VALUE	↓ IN	BOOL	gtec_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_acum_nomal_VALUE	↓ IN	BOOL	ups_acum_nomal:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_backup_supply_VALUE	↓ IN	BOOL	ups_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_acum_charging_VALUE	↓ IN	BOOL	ups_acum_charging:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)

Рисунок 47 – Привязки дополнительного экрана монитора реального времени

5.7 Результаты апробации и перспективы развития программного обеспечения

Результаты апробации программного обеспечения в целом положительные: программный комплекс успешно решает задачи контроля и управления всеми системами.

Вместе с тем требуют доработки следующие вопросы:

- а) доработка интерфейса и программы управления для реализации различных режимов регулирования температуры в системе отопления;
- б) разработка механизмов «защиты от дурака» для неподготовленных пользователей и, возможно, разграничение прав пользователей.

Помимо этого, ряд вопросов потребуется решить при переносе программного обеспечения на целевую платформу.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

6.1 Огнезащитная обработка деревянной стропильной конструкции крыши загородного дома

Объектом исследования в данной бакалаврской работе является загородный жилой дом, расположенный в 10 километрах от г. Благовещенска.

Стены дома выполнены из силикатного кирпича, с внутренней стороны стены оштукатурены песчано-цементным раствором. Примененный для этих целей строительный материал является не горючим, в соответствии с классификацией, приведенной в статье 12 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [30].

Потолочное перекрытие в доме выполнено из сосновой доски, толщиной 40 мм, покрытое утеплителем, а стропильная конструкция двух скатной крыши загородного дома выполнена из соснового бруска, толщиной 40 мм и шириной 150 мм. Данный строительный материал является горючим материалом и под воздействием большой температуры быстро теряет несущую способность, в связи с уменьшением сечения, чем вызывает обрушение всей конструкции дома.

Удаленность объекта от города создает угрозу его уничтожения в случае возникновения пожара. Сигнал о пожаре, отправленный с телефона, примут на центральном диспетчерском пункте г. Благовещенска, затем отправят из ближайшей пожарной части дежурный караул. Ближайшая пожарная часть находится не на окраине города, поэтому, пожарному автомобилю необходимо будет проехать некоторое расстояние по городу Благовещенску. Поэтому время прибытия первого расчета подразделения противопожарной службы к данному объекту будет составлять более получаса. За это время, деревянные конструкции загородного дома потеряют несущую способность, так как имеют очень незначительное время огнестойкости (10-15 минут), это происходит при горении деревянных конструкций под воздействием высокой температуры, в следствии чего уменьшение сечения строительной конструкции, она не выдерживает рас-

четную нагрузку) и дом разрушится, чем значительно увеличится ущерб от пожара.

Установленный в статье 76 Федерального закона №-123 [30] норматив прибытия первого подразделения на пожар в сельской местности должен составлять не более 20 минут [30]. Практика показывает, что за это время здания из горючего материала уничтожаются огнем практически до фундамента. Этого времени хватает за пределами города составляет 20 минут.

Данное обстоятельство заставляет искать пути минимизации ущерба от возможного пожара. Одним из вариантов является увеличение времени огнестойкости деревянных конструкций опасным факторам пожара путем обработки их огнезащитными материалами. Данная обработка не переведет деревянные конструкции из горючих в не горючие, но позволит значительно увеличить их время огнестойкости, что позволит уменьшить предполагаемый ущерб от пожара и сохранить целостность строения.

Под огнезащитой древесины понимается снижение горючести и пожарной опасности различных материалов и строительных конструкций из древесины.

В соответствии с определением, приведенным в НПБ 251-98 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования, Методы испытаний», огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе (ОЗСВ) – составы, вещества (смесь веществ) или материалы, обладающие требуемой огнезащитной эффективностью и специально предназначенные для огнезащитной обработки различных объектов из древесины и материалов на ее основе [31].

Огнезащитный состав (вещество) для древесины и материалов на ее основе (ОС): Состав (вещество), обладающий требуемой огнезащитной эффективностью и специально предназначенный для огнезащитной обработки различных объектов из древесины и материалов на ее основе [32].

Используемые ОЗСВ для огнезащиты древесины и изделий из нее, в зависимости от назначения и области применения средства, подразделяются на следующие виды:

– лаки, образующие на защищаемой поверхности тонкую прозрачную пленку, позволяющую сохранить текстуру древесины, обладающие декоративными свойствами и защищающие от возгорания;

– краски, эмали, образующие на защищаемой поверхности тонкий непрозрачный слой различных цветов и оттенков, придающих декоративный вид, препятствующих возгоранию, распространению пламени по поверхности и защищающих от воздействия влаги;

– покрытия, обмазки - наносимые на защищаемую поверхность составы пастообразной консистенции, защищающие от возгорания и не обладающие достаточными декоративными свойствами;

– пропитки, водные растворы солей (антипиренов), наносимые на поверхность древесины, вводимые способом глубокой пропитки под давлением или способом прогрет-холодная ванна и снижающие ее пожарную опасность [32].

Кроме того, средства огнезащиты могут быть атмосфероустойчивыми и неатмосфероустойчивыми, неатмосфероустойчивые эксплуатируются в условиях закрытых отапливаемых помещений с относительной влажностью воздуха не более 70%.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний», в качестве огнезащиты рекомендуется применять ОЗСВ только I и II групп огнезащитной эффективности. Группа огнезащитной эффективности показывает потерю массы образца обработанной ОЗСВ деревянной конструкции, при воздействии на нее открытого огня. Для ОЗСВ I группы огнезащитной эффективности убыль массы конструкции не должна превышать 9%, для ОЗСВ II группы огнезащитной эффективности, этот показатель находится в

интервале от 9 до 25 %. Данные результаты подтверждаются исследованиями испытательных лабораторий [32].

Технология обработки деревянной стропильной конструкции крыши зависит от выбранного огнезащитного материала. В нашем случае, необходимо ориентировать на наиболее доступный и простой способ обработки – нанесение кистью, валиком, распылителем и т.д., что не потребует дополнительных знаний и навыков.

В этой связи был проведен мониторинг в сети интернет, по производителям данного материала и его технологических характеристик. Связано это с тем, что необходим материал пригодный для нанесения на необработанную (стропины нестроганные) поверхность, пригодные для обработки неотапливаемых чердачных помещений и значительный 8-10 лет эксплуатационный гарантийный срок.

Выбор выпал на огне и биозащитный препарат - Биопирен «ОЗОН-007», огнебиозащитная пропитка для деревянных чердаков и стропил. Хорошо защищает древесину от возгораний, останавливает горение.

Применяется для обработки деревянных поверхностей внутри и снаружи помещений всех типов зданий, полы и нижние венцы строений; места контакта с почвой; поверхности, подверженные прямому действию осадков. Применим в жестких условиях (болотистые местности, приморские районы, Крайний Север и др.). Для срубов на выдержке. Подходит для обработки клееных деревянных конструкций, бруса LVL, фанеры, OSB и др. материалов на основе древесины.

Способы нанесения на поверхность древесины возможны кистью, валиком, методом распыления или окунания. При нанесении рекомендуется учитывать поправочный коэффициент на непроизводительные потери: от 1,1 до 1,6 в зависимости от вида используемого оборудования и сложности геометрии обрабатываемой конструкции. Работы можно производить в широком диапазоне температур: от -15°C до +50°C.

При ручной обработке стропильных конструкций возможно достижение как первой так и второй группы огнезащитной эффективности (по ГОСТ Р

53292-2009). В таблице 23 представлены технологические характеристики покрытия.

Таблица 23 – Технологические свойства покрытия Биопирен «ОЗОН-007» по [33]

Условия эксплуатации покрытия	Огнебиозащита
Внутренние деревянные поверхности неотапливаемых помещений (чердак, надворные постройки, погреба, амбары, склады, гаражи и т.д.) (по ГОСТ 9.401-91)	Не менее 10 лет
Внутри скрытых полостей (стенные пустоты, пространства между стенами и обшивкой и т.д.) (по ГОСТ 9.401-91)	Не менее 30 лет
Наружные поверхности, не подверженные вымыванию (по ГОСТ 9.401-91)	Не менее 3 лет
При эксплуатации в условиях промышленной атмосферы холодного климата УХЛ1 (условия Крайнего Севера) в закрытых неотапливаемых помещениях (по ГОСТ 9.401-91)	Не менее 5 лет

После обработки древесина и деревянные конструкции не требуют специальной сушки. Обработанная древесина высыхает в естественных условиях через 24 часа. Физико-механические свойства древесины после обработки и взаимодействия с составом остаются без изменений. Запах отсутствует. Покрытие безопасно для человека и животных.

Расход готового состава: для I группы – не менее 300 г/кв.м, для II группы – не менее 200 г/кв.м. По специальным свойствам Биопирен «Озон-007» является антисептиком для дерева (защита от плесени и грибка) и морозостойким огнезащитным материалом.

Огнезащитная обработка деревянных стропильных конструкций загородного дома не является гарантией от возникновения пожара, но значительно уменьшит материальные потери от него.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы были решены следующие задачи:

- с помощью специализированного программного обеспечения проведены необходимые предварительные расчеты, по результатам которых выбрано основное оборудование систем водоснабжения, отопления и электроснабжения объекта;

- разработана структурная схема автоматизации, выбраны технические средства автоматизации и разработана принципиальная электрическая схема соединений;

- разработано программное обеспечение (прототип) автоматизированной системы контроля и управления системами водоснабжения, отопления и электроснабжения объекта;

- рассмотрены вопросы огнезащитной обработки деревянной стропильной конструкции крыши загородного дома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 DLM Pressure Transmitter for liquid medium Ru – Тех. Документация [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://sensormatica.ru/files/catalog/datchiki/thermokon/dlm/datasheet-dlm-rus-sensormatica.pdf>. 11.01.2017 г.

2 GRUNDFOS INSTRUCTIONS SQ, SQE. Installation and operating instructions [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://im.astiv.ru/files/documents/Grundfosliterature-5271206.pdf>. – 25.07.2016 г.

3 GSM/GPRS модемы ПМ01 24.В, ПМ01 24.АВ, ПМ01 220.В и ПМ01 220.АВ. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.owen.ru/uploads/re_pm01_2321.pdf. – 25.07.2016 г.

4 HUS-серия. 2-х ходовой высокотемпературный соленоидный клапан (нормально закрытый) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://inteko.by/files/0000HUS%20Series.pdf>. – 01.08.2016 г.

5 QUINT-PS/ 1AC/24DC/5. Импульсный источник питания с технологией SFB, однофазный, выходной ток 5 А. Руководство по эксплуатации 103127_ru_04 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/ru?1dmy&urile=wcm:path:/ruru/web/corporate/press/press_information/f31de389-9e15-4eef-ae5-2730a42d8fe8. – 15.08.2016 г.

6 QUINT-UPS/24DC/24DC/5/ Источник бесперебойного питания. Руководство по эксплуатации 104657_ru_01. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/ru?1dmy&urile=wcm:path:/ruru/web/corporate/press/press_information/f31de389-9e15-4eef-ae5-2730a42d8fe8.

- 01.08.2016 г.

7 Генераторная установка с цифровым блоком управления PowerCommand [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ernd.ru/upload/servisdgu/OpisaniePCC1301.pdf. - 01.08.2016 г.

8 Датчик уровня поплавковый ПДУ-И. Руководство по эксплуатации. КУВФ.407511.003РЭ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.owen.ru/uploads/re_pdu-i_1853_1.pdf. - 09.09.2016 г.

9 Инструкция по эксплуатации блока автоматики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.jeelex.ru/dealers/informatsiya-o-produktsii/passport/%D0%98%D0%9D%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%A3%D0%9A%D0%A6%D0%98%D0%AF%20%D0%9F%D0%9E%20%D0%AD%D0%9A%D0%A1%D0%9F%D0%9B%D0%A3%D0%90%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%98%20%20%D0%91%D0%9B%D0%9E%D0%9A%20%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C%D0%90%D0%A2%D0%98%D0%9A%D0%98.pdf>. - 09.09.2016 г.

10 Каталог дизельных генераторных установок Cummins [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.energoteplostroy.ru/_mod_files/pdf/2013/10-07-2013/Katalog_DGU_CUMMINS.pdf. - 20.09.2016 г.

11 Модуль ввода аналоговый MB110_224.8A. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.owen.ru/uploads/re_mv110-224_8a_1837.pdf. - 13.10.2016 г.

12 ПЛК 160 Контроллер программируемый логический. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.owen.ru/uploads/rie_plk160_2314.pdf. - 09.06.2016 г.

13 Программа расчетов элементов инженерных систем VALTEC.PRГ. Версия 3.1.3. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://valtec.ru/document/calculate/Valtec_PRG_help.pdf. - 11.01.2017 г.

14 Руководство по эксплуатации (паспорт) ВИН – 3 ... 70 00.00.000 РЭ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vinteplo.ru/pasport>. - 13.10.2016 г.

15 Сайт «Сухо и тепло», <http://teplo.guru> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.suhoiteplo.ru/catalog/1146/38028/>. - 20.09.2016 г.

16 Сайт «Техно-дис», <http://www.tehno-dis.ru/> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tehno-dis.ru/termosoprotivleniya-ts>. - 20.09.2016 г.

17 Сайт <http://teplo.guru> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://teplo.guru/kotly/elektricheskie/indukts_ionnye-kotly.html. - 19.01.2017 г.

18 Сайт <http://www.110volt.ru/> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.110volt.ru/rele_rp/rp_53. 09.06.2016 г.

19 Сайт компании AdAstrA Research Group Ltd [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.adastra.ru>. - 11.01.2017 г.

20 Сайт компании ООО «ДЖИЛЕКС» <http://www.jeelex.ru> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.jeelex.ru/catalog/rasshiritelnye_baki/rasshiritelnyu_bak_14_1. - 02.02.2017г.

21 Сайт компании ПГ «Теплые Дома» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://termogurus.ru>. - 11.01.2017 г.

22 Сайт компании «Приборы Урала» [Электронный ресурс]: каталог продукции. Режим доступа: <http://www.3450303.ru>.

23 Сайт компании 3S-Smart Software Solutions GmbH & CODESYS/
<https://www.codesys.com>.

24 Сайт компании ООО «ОВЕН» [Электронный ресурс]: каталог продукции. - Режим доступа: <http://www.owen.ru>. - 02.02.2017г.

25 Сайт компании ООО «ЭлВент» [Электронный ресурс]: каталог продукции. - Режим доступа: <http://www.el-vent.ru>. - 02.02.2017г.

26 Силовой переключатель Модель GTEC63 - 1250А Руководство пользователя [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ernd.ru/upload/GTEC-Instrukciya.pdf. - 13.10.2016 г.

27 Система отопления и горячего водоснабжения на базе солнечных вакуумных коллекторов от SOLTEK-DV серии TZ(ES). Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: soltek-dv.ru/upload/iblock/c3f/ИНСТРУКЦИЯ_SUNRAIN.pdf. - 01.02.2017г.

28 СП270. Панель оператора. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.owen.ru/uploads/re_sp270_1312.pdf. - 20.12.2016г.

29 Циркуляционные насосы с «мокрым ротором» ALPHA2, ALPHA2 L, SOLAR UPS, UPSD серия 100 , UP, UPA [Электронный ресурс]. - Режим доступа: contacts.grundfos.ru/framework/.upload/UPS_91830027_0514.pdf. - 13.10.2016г.

30 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ, с изм и доп. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>. -20. 12.2016г.

31 НПБ 251-98 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://norm-load.ru/SNiP/raznoe/posob_OGN/1-5.htm. - 16. 09.2016г.

32 ГОСТ Р 53292-2009 Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://base.garant.ru/192618/>. - 11.01.2017 г.

33 Сайт «Инфрахим» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.infracim.ru/products/2130/>. - 16.09.2016г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

```
VAR_GLOBAL
  (*ВХОДЫ-ВЫХОДЫ КОНТРОЛЛЕРА*)
  (*АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ*)
  cw_pressure:REAL:=2; (*AI1 - давление холодной воды, бар*)
  hta_pressure:REAL:=4; (*AI2 - давление теплоносителя, бар*)
  hw_pressure:REAL:=2; (*AI3 - давление горячей, бар*)
  htg_pressure:REAL:=2; (*AI4 - давление в системе отопления,
бар*)
  fuel_level:REAL:=50; (*AI5 - уровень топлива, %*)
  cw_temperature:REAL:=20; (*MVA:AI1 - температура холодной во-
ды, град*)
  hta_temperature:REAL:=150; (*MVA:AI2 - температура теплоноси-
теля, град*)
  hw_temperature:REAL:=60; (*MVA:AI3 - температура горячей воды,
град*)
  outair_temperature:REAL:=-20; (*MVA:AI4 - температура наружно-
го воздуха, град*)
  htgdw_temperature:REAL:=90; (*MVA:AI5 - температура прямой во-
ды системы отопления, град*)
  htgrw_temperature:REAL:=70; (*MVA:AI6 - температура обратной
воды отопления, град*)
  (*ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ*)
  gtec_normal_supply:BOOL:=TRUE; (*DI1 - включен основной источ-
ник питания*)
  gtec_backup_supply:BOOL:=FALSE; (*DI2 - включен резервный ис-
точник питания*)
  ups_acum_normal:BOOL:=TRUE; (*DI3 - UPS - аккумулятор в
порядке*)
  ups_backup_supply:BOOL:=FALSE; (*DI4 - UPS - питание от
аккумулятора*)
  ups_acum_charging:BOOL:=TRUE; (*DI5 - UPS - аккумулятор
заряжается*)
  (*ДИСКРЕТНЫЕ ВЫХОДЫ*)
  water_supply:BOOL:=FALSE; (*DO1 - включение системы водоснаб-
жения*)
  water_drain:BOOL:=FALSE; (*DO2 - слив из системы водоснабже-
ния*)
  hot_water_supply:BOOL:=FALSE; (*DO3 - включение системы ГВС*)
  hta_drain:BOOL:=FALSE; (*DO4 - слив теплоносителя*)
  hot_water_drain:BOOL:=FALSE; (*DO6 - слив горячей воды*)
  heating_water_drain:BOOL:=FALSE; (*DO7 - слив из системы
отопления*)
  heating:BOOL:=TRUE; (*DO8 - включение котла*)
  circ_pump:BOOL:=TRUE; (*DO9 - включение циркуляционного насо-
са*)
  circ_pump_speed1:BOOL:=FALSE; (*DO11 - циркуляционный насос -
скорость 1*)
  circ_pump_speed3:BOOL:=FALSE; (*DO12 - циркуляционный насос -
скорость 3*)
```

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

```
(*ОБМЕН СО SCADA*)
(*АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ*)
cw_pressure_to_scada:REAL; (* давление холодной воды, бар*)
hta_pressure_to_scada:REAL; (*давление теплоносителя, бар*)
hw_pressure_to_scada:REAL; (*давление горячей, бар*)
htg_pressure_to_scada:REAL; (*давление в системе отопления,
бар*)
fuel_level_to_scada:REAL; (*уровень топлива, %*)
cw_temperature_to_scada:REAL; (*температура холодной воды,
град*)
hta_temperature_to_scada:REAL; (*температура теплоносителя,
град*)
hw_temperature_to_scada:REAL; (*температура горячей воды,
град*)
outair_temperature_to_scada:REAL; (*температура наружного
воздуха, град*)
htgdw_temperature_to_scada:REAL; (*температура прямой воды си-
стемы отопления, град*)
htgrw_temperature_to_scada:REAL; (* температура обратной воды
отопления, град*)
(*ДИСКРЕТНЫЕ ВЫХОДЫ*)
gtec_normal_supply_to_scada:BOOL; (*включен основной источник
питания*)
gtec_backup_supply_to_scada:BOOL; (*включен резервный источник
питания*)
ups_acum_normal_to_scada:BOOL; (*UPS - аккумулятор в порядке*)
ups_backup_supply_to_scada:BOOL; (*UPS - питание от
аккумулятора*)
ups_acum_charging_to_scada:BOOL; (*UPS - аккумулятор
заряжается*)
water_supply_to_scada:BOOL; (*включение системы водоснабже-
ния*)
water_drain_to_scada:BOOL; (*слив из системы водоснабжения*)
hot_water_supply_to_scada:BOOL; (* включение системы ГВС*)
hta_drain_to_scada:BOOL; (*слив теплоносителя*)
preheating_to_scada:BOOL; (*подогрев воды для отопления*)
hot_water_drain_to_scada:BOOL; (*слив горячей воды*)
heating_water_drain_to_scada:BOOL; (*слив из системы
отопления*)
heating_to_scada:BOOL; (* включение котла*)
heating_supply_to_scada:BOOL; (* включение системы отопления*)
circ_pump_to_scada:BOOL; (*включение циркуляционного насоса*)
circ_pump_speed1_to_scada:BOOL; (*циркуляционный насос -
скорость 1*)
circ_pump_speed3_to_scada:BOOL; (*циркуляционный насос -
скорость 3*)
cw_alarm_to_scada:BOOL; (*авария в системе водоснабжения*)
hw_alarm_to_scada:BOOL; (*авария в системе ГВС*)
heating_alarm_to_scada:BOOL; (*авария в системе теплоснабже-
ния*)
electro_attention_to_scada:BOOL; (*неполадки в системе элек
```

```

троснабжения*)
    (*ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ*)
    water_supply_on_from_scada:BOOL; (*включение системы водоснаб-
жения*)
    water_supply_off_from_scada:BOOL; (*выключение системы водо-
снабжения и слива*)
    water_drain_on_from_scada:BOOL; (*слив из системы
водоснабжения*)
    hot_water_supply_on_from_scada:BOOL; (* включение системы
ГВС*)
    hot_water_supply_off_from_scada:BOOL; (* выключение системы
ГВС или слива теплоносителя*)
    hta_drain_on_from_scada:BOOL; (*слив теплоносителя*)
    heating_supply_on_from_scada:BOOL; (* включение системы
отопления*)
    heating_supply_off_from_scada:BOOL; (* выключение системы
отопления или слива*)
    heating_water_drain_on_from_scada:BOOL; (*слив из системы
отопления*)

    start:BOOL :=TRUE; (*установлена на один стартовый цикл для
загрузки конфигурации*)
    CT:CurTimeEx; (*функциональный блок для чтения текущих даты и
времени*)
    ST64:SysTime64; (*текущее время в миллисекундах не использует-
ся, но нужно для вызова СТ*)
    STD:SystemTimeDate; (*полная информация о дате и времени*)
    Cur_Time:DWORD; (*Текущее время в секундах от начала суток*)

    (*СМС-ОБМЕН*)
    (*Телефоны*)
    num_of_tels:INT; (*число телефонов*)
    tel_nums:ARRAY [1..3] OF STRING(11); (*номера телефонов*)
    allowed_tels:STRING(35);
    (*Сессии*)
    num_of_sess:INT; (*число сеансов*)
    sessions:ARRAY[1..6] OF DWORD; (*времена сеансов*)
    next_session:INT:=1;
    (* "Текущие" СМС *)
    new_SMS_to:STRING(200); (*новая СМС к отправке*)
    number_SMS_to:STRING(11); (*на номер*)
    new_SMS_from:STRING(100); (*новая принятая СМС*)
    number_SMS_from:STRING(11); (*с номера*)
    is_new_SMS_to:BOOL:=FALSE; (*нужно ли отправлять?*)
    is_new_SMS_from:BOOL:=FALSE; (*только что принята?*)
    (*Очередь СМС, ожидающих отправки - до 6 шт.*)
    numbers_to:ARRAY[1..6] OF STRING(11); (*номера*)
    messages_to:ARRAY[1..6] OF STRING(200); (*сообщения*)
    num_SMS_to:INT:=0; (*фактическое число СМС, ожидающих отправ-
ки*)
    (*Формирователь сообщений*)

```



```
MF:MESSAGE_FORMER;
(*Конфигурационные параметры, формируемые из окна визуализа-
ции*)
(*Телефоны*)
ntels:BYTE:=1;
tel1:STRING(11):='1234567890';
tel2:STRING(11):='2345678909';
tel3:STRING(11):='3456789098';
(*Сессии*)
nssess:BYTE:=6;
session1_h:BYTE:=0; session1_m:BYTE:=0;
session2_h:BYTE:=4; session2_m:BYTE:=0;
session3_h:BYTE:=8; session3_m:BYTE:=0;
session4_h:BYTE:=12; session4_m:BYTE:=0;
session5_h:BYTE:=18; session5_m:BYTE:=0;
session6_h:BYTE:=20; session6_m:BYTE:=0;
(*Переменные, управляемые с экрана визуализации*)
send_sms_button:BOOL;
receive_sms_button:BOOL;
reseive_sms_button_old: BOOL;
END_VAR
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРОГРАММА PLC_PRG

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
END_VAR

SCADA_exchange;
(*ПОДГОТОВКА СТРУКТУР ДЛЯ ЧТЕНИЯ ДАТЫ-ВРЕМЕНИ*)
ST64.ulHigh :=0; ST64.ulLow :=0;
STD.dwHighMsec :=0; STD.dwLowMSecs :=0;
STD.Year :=0; STD.Month :=0; STD.Day :=0;
STD.Hour :=0; STD.Minute :=0; STD.Second :=0;
STD.Milliseconds :=0;
STD.DayOfWeek :=0;

(*ЧТЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ДАТЫ*)
CT(SystemTime:=ST64, TimeDate:=STD);
Cur_Time:=STD.Hour*3600 +STD.Minute*60 +STD.Second;
(*ПРИ СТАРТЕ загрузка конфигурации и отправка первого СМС*)
IF start THEN
    LOAD_CONFIG;
END_IF
CW_SYSTEM;
HW_SYSTEM;
HT_SYSTEM;
EL_SYSTEM;
IF is_new_SMS_from AND new_SMS_from='000' THEN
    NOTIFICATION(just_now:=TRUE);
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    (*new_SMS_from:='';*)
ELSE
    NOTIFICATION(just_now:=FALSE);
END_IF
SMS_SENDER;
IF is_new_sms_to AND send_sms_button THEN
    is_new_sms_to:=FALSE;
    new_SMS_to:=''; (*только для отладки*)
    number_SMS_to:=''; (*только для отладки*)
END_IF
IF receive_sms_button AND NOT reseive_sms_button_old THEN
    is_new_sms_from:=TRUE;
    reseive_sms_button_old:=TRUE;
ELSIF NOT receive_sms_button THEN
    reseive_sms_button_old:=FALSE;
END_IF
(*SMS_SERVICE*)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В. ПРОГРАММА SCADA_exchange

```
PROGRAM SCADA_exchange
VAR
END_VAR

cw_pressure_to_scada:=cw_pressure;
hta_pressure_to_scada:=hta_pressure;
hw_pressure_to_scada:=hw_pressure;
htg_pressure_to_scada:=htg_pressure;
fuel_level_to_scada:=fuel_level;
cw_temperature_to_scada:=cw_temperature;
hta_temperature_to_scada:=hta_temperature;
hw_temperature_to_scada:=hw_temperature;
outair_temperature_to_scada:=outair_temperature;
htgdw_temperature_to_scada:=htgdw_temperature;
htgrw_temperature_to_scada:=htgrw_temperature;

gtec_normal_supply_to_scada:=gtec_normal_supply;
gtec_backup_supply_to_scada:=gtec_backup_supply;
ups_acum_normal_to_scada:=ups_acum_normal;
ups_backup_supply_to_scada:=ups_backup_supply;
ups_acum_charging_to_scada:=ups_acum_charging;

water_supply_to_scada:=water_supply;
water_drain_to_scada:=water_drain;

hot_water_supply_to_scada:=hot_water_supply;
hot_water_drain_to_scada:=hot_water_drain;
hta_drain_to_scada:=hta_drain;
preheating_to_scada:=preheating;

heating_water_drain_to_scada:=heating_water_drain;
heating_to_scada:=heating;
circ_pump_to_scada:=circ_pump;
circ_pump_speed1_to_scada:=circ_pump_speed1;
circ_pump_speed3_to_scada:=circ_pump_speed3;
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПРОГРАММА LOAD_CONFIG

```
PROGRAM LOAD_CONFIG
VAR
    i, j: INT;
    temp: DWORD;
END_VAR
num_of_tels:=ntels;
tel_nums[1]:= tel1;
tel_nums[2]:= tel2;
tel_nums[3]:= tel3;
(*Разрешенные телефоны*)
allowed_tels:= '';
FOR i:=1 TO num_of_tels DO
    allowed_tels:=CONCAT(allowed_tels,tel_nums[i]);
    (*Формирование списка разрешенных телефонов*)
    IF (i<num_of_tels) THEN
        allowed_tels:=CONCAT(allowed_tels,';');
    END_IF
END_FOR
(*СЕССИИ*)
num_of_sess:=nsess;
sessions[1]:=session1_h*3600 + session1_m*60;
sessions[2]:=session2_h*3600 + session2_m*60;
sessions[3]:=session3_h*3600 + session3_m*60;
sessions[4]:=session4_h*3600 + session4_m*60;
sessions[5]:=session5_h*3600 + session5_m*60;
sessions[6]:=session6_h*3600 + session6_m*60;
(*Сортировка массива методом вставок*)
IF num_of_sess > 1 THEN
    FOR i:=2 TO num_of_sess DO
        j:=i;
        temp:=sessions[i];
        WHILE temp<sessions[j-1] DO
            sessions[j]:=sessions[j-1];
            j:=j-1; IF j=1 THEN EXIT; END_IF
        END_WHILE
        sessions[j]:=temp;
    END_FOR
END_IF
start:=FALSE;
(*Формирование первого СМС*)
MF(Str:='START');
SMS_QUEUEING; (*постановка его в очередь для всех телефонов*)
(*Поиск следующей сессии*)
next_session:=1;
WHILE Cur_Time>sessions[next_session] DO
    next_session:=next_session+1;
    IF next_session>num_of_sess THEN
        next_session:=1;
        EXIT;
    END_IF
END_IF
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ПРОГРАММА NOTIFICATION

```
PROGRAM NOTIFICATION
VAR
    Str:STRING(80);
END_VAR
VAR_INPUT
    just_now: BOOL;
END_VAR
(*ОТПРАВКА ОЧЕРЕДНОГО СМС*)
(*Пора отправлять очередное сообщение*)

IF (Cur_Time >= sessions[next_session] AND
    (Cur_Time < sessions[next_session]+60)) OR just_now THEN
    Str:=CW_SYSTEM.Not_SMS;
    Str:=CONCAT(Str,',');
    Str:=CONCAT(Str,HW_SYSTEM.Not_SMS);
    Str:=CONCAT(Str,',');
    Str:=CONCAT(Str,HT_SYSTEM.Not_SMS);
    Str:=CONCAT(Str,',');
    Str:=CONCAT(Str,EL_SYSTEM.Not_SMS);
    MF(Str:=Str);
    SMS_QUEUEING;    (*постановка его в очередь для всех телефонов*)
    IF (Cur_Time >= sessions[next_session] AND
        (Cur_Time < sessions[next_session]+60)) THEN
        next_session:=next_session +1;
        IF next_session>num_of_sess THEN    next_session:=1;
    END_IF
    END_IF
END_IF
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ БЛОК MESSAGE_FORMER

```
FUNCTION_BLOCK MESSAGE_FORMER
VAR_INPUT
    Str:STRING(100);
END_VAR

VAR_OUTPUT
    OUT:STRING(200);
END_VAR

OUT:='';
IF STD.Day <10 THEN OUT:='0'; END_IF
OUT:=CONCAT(OUT,UINT_TO_STRING(STD.Day));
OUT:=CONCAT(OUT, '. ');
IF STD.Month <10 THEN OUT:=CONCAT(OUT, '0'); END_IF
OUT:=CONCAT(OUT,UINT_TO_STRING(STD.Month));
OUT:=CONCAT(OUT, ', ');
IF STD.Hour <10 THEN OUT:=CONCAT(OUT, '0'); END_IF
OUT:=CONCAT(OUT,UINT_TO_STRING(STD.Hour));
OUT:=CONCAT(OUT, ': ');
IF STD.Minute <10 THEN OUT:=CONCAT(OUT, '0'); END_IF
OUT:=CONCAT(OUT,UINT_TO_STRING(STD.Minute));
OUT:=CONCAT(OUT, ', ');
OUT:=CONCAT(OUT, Str);
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ПРОГРАММА SMS_QUEUING

```
PROGRAM SMS_QUEUING
VAR
    i:INT;
END_VAR

FOR i:=1 TO num_of_tels DO
    num_SMS_to:=num_SMS_to+1;
    IF num_SMS_to > 6 THEN num_SMS_to:=1; END_IF
    numbers_to[num_SMS_to] :=tel_nums[i];
    messages_to[num_SMS_to]:=MF.OUT;
END_FOR
```

ПРИЛОЖЕНИЕ И. ПРОГРАММА SMS_SENDER

```
PROGRAM SMS_SENDER
VAR
    timer:TON;
END_VAR

(*Задержка перед отправкой очередной СМС *)
IF NOT is_new_SMS_to THEN
    timer(IN:=TRUE,PT:= T#1s);
END_IF

IF ( num_SMS_to > 0) AND (NOT is_new_SMS_to) AND timer.Q THEN
    number_SMS_to:=numbers_to[num_SMS_to];
    numbers_to[num_SMS_to]:=''; (*только для отладки*)
    new_SMS_to:= messages_to[num_SMS_to];
    messages_to[num_SMS_to]:=''; (*только для отладки*)
    num_SMS_to:=num_SMS_to - 1;
    is_new_SMS_to:=TRUE;
    timer(IN:=FALSE);
END_IF
```


ПРИЛОЖЕНИЕ К. ПРОГРАММА SMS_SERVICE

```
PROGRAM SMS_SERVICE
VAR
    oport          : OpenPort;
    cfgen          : BOOL;
    srsen          : BOOL;
    ssend          : BOOL;
    Handle         : WORD :=0;
    cfg1           : FB_SMS_CFG;
    srs1           : FB_SMS_SR;
END_VAR

IF is_new_SMS_to THEN
    ssend:=TRUE;
END_IF

oport(Enable:=oport.Enable);
CASE modem_stat OF
    0:
        oport.Enable:=TRUE;
        oport.PortBaudrate:=9600;
        oport.PortNum:=0;
        oport();
        IF oport.OUT THEN modem_stat:=1;cfgen:=TRUE;
        ELSE RETURN; END_IF;

    1:
        cfg1(Enable:= cfgen,PortBaudrate:='9600');
        IF cfg1.Done THEN
            IF cfg1.ErrCode = 0 THEN
                modem_stat:=2;cfgen:=FALSE;srsen:=TRUE;
            END_IF;
        END_IF;

    2:
        srs1(Enable:= srsen,Handle:= Handle, CsdClose:= FALSE,
        SendSms:= ssend, SendSmsText:= new_SMS_to, SendSmsNum:= num-
        ber_SMS_to, CheckNum:= TRUE, CheckNumList:= allowed_tels);
        ELSE;

END_CASE

IF srs1.SmsSend THEN
    ssend:=FALSE;
    IF srs1.ErrCode>0 THEN modem_error:=srs1.ErrCode; END_IF
    is_new_SMS_to:=FALSE;
END_IF

IF srs1.NewInSms THEN
    number_SMS_from:= srs1.NewInSmsNum;
    new_SMS_from:=srs1.NewInSmsText;
    is_new_SMS_from:=TRUE;
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Л. ПРОГРАММА CW_SYSTEM

```
PROGRAM CW_SYSTEM
VAR
    Not_SMS:STRING(30);
    status:BYTE:=0;
    (*0 - стоп, 1 - норм. работа, 2 - слив, 3 - авария*)
    timer_press, timer_temp:TON;
END_VAR

CASE status OF
0: (*Стоп*)
    water_supply:=FALSE;
    water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='CW:Stop';
    cw_alarm_to_scada:=FALSE;
    (*Пришла команда со SCADA*)
    IF water_supply_on_from_scada THEN (*на запуск системы*)
        status:=1;
        MF(Str:='CW:LOCAL_START');
        SMS_QUEUEING;
    ELSIF water_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
        status:=2;
        MF(Str:='CW:LOCAL_DRAIN');
        SMS_QUEUEING;
    END_IF
    (*Пришла команда по СМС*)
    IF is_new_SMS_from THEN
        IF new_SMS_from='101' THEN (* на запуск системы*)
            is_new_SMS_from:=FALSE;
            status:=1;
            MF(Str:='CW:DIST_START');
            SMS_QUEUEING;
        ELSIF new_SMS_from='102' THEN (* на слив*)
            is_new_SMS_from:=FALSE;
            status:=2;
            MF(Str:='CW:DIST_DRAIN');
            SMS_QUEUEING;
        END_IF
    END_IF
    (*Контроль температуры*)
    IF cw_temperature < 2 THEN
        status:=3;
        MF(Str:='CW:FAIL:LOW_TEMP-DRAIN');
        SMS_QUEUEING;
    END_IF
1: (*Нормальная работа*)
    water_supply:=TRUE;
    water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='CW:Ok';
    cw_alarm_to_scada:=FALSE;
```

```

(*Пришла команда со SCADA*)
  IF water_supply_off_from_scada THEN (* на останов системы*)
    status:=0;
    MF(Str:='CW:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUEING;
  ELSIF water_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
    status:=2;
    MF(Str:='CW:LOCAL_DRAIN');
    SMS_QUEUEING;
  END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
  IF is_new_SMS_from THEN
    IF new_SMS_from='100' THEN (* на останов системы*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=0;
      MF(Str:='CW:DIST_STOP');
      SMS_QUEUEING;
    ELSIF new_SMS_from='102' THEN (*на слив*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=2;
      MF(Str:='CW:DIST_DRAIN');
      SMS_QUEUEING;
    END_IF
  END_IF
(*Контроль давления*)
  IF cw_pressure < 1 THEN (*давление меньше 1 атм*)
    timer_press(IN:=TRUE,PT:=T#1m30s);
  ELSE
    timer_press(IN:=FALSE);
  END_IF
  IF timer_press.Q THEN
    timer_press(IN:=FALSE);
    MF(Str:='CW:FAIL:LOW_PRESS');
    SMS_QUEUEING;
    status:=3;
  END_IF
(*Контроль температуры*)
  IF cw_temperature < 2 THEN (*температура меньше 2 град*)
    timer_temp(IN:=TRUE,PT:=T#1m30s);
  ELSE
    timer_temp(IN:=FALSE);
  END_IF
  IF timer_temp.Q THEN
    timer_temp(IN:=FALSE);
    MF(Str:='CW:FAIL:LOW_TEMP-DRAIN');
    SMS_QUEUEING;
    status:=3;
  END_IF
2: (*Слив*)
  Not_SMS:='CW:Drain';
  water_supply:=FALSE;
  water_drain:=TRUE;

```

```

cw_alarm_to_scada:=FALSE;
(*Пришла команда со SCADA*)
IF water_supply_on_from_scada THEN (* на запуск системы*)
    status:=1;
    MF(Str:='CW:LOCAL_START');
    SMS_QUEUING;
ELSIF water_supply_off_from_scada THEN (* на останов системы*)
    status:=0;
    MF(Str:='CW:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
IF is_new_SMS_from THEN
    IF new_SMS_from='101' THEN (* на запуск системы*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=1;
        MF(Str:='CW:DIST_START');
        SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='100' THEN (* на останов системы*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=0;
        MF(Str:='CW:DIST_STOP');
        SMS_QUEUING;
    END_IF
END_IF

3: (*Авария*)
water_supply:=FALSE;
IF cw_temperature < 2 THEN
    water_drain:=TRUE;
    Not_SMS:='CW:FAIL1:LOW_TEMP-DRAIN';
ELSE
    water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='CW:FAIL:LOW_PRESS-STOP';
END_IF
cw_alarm_to_scada:=TRUE;
(*Пришла команда со SCADA*)
IF water_supply_on_from_scada THEN (* на запуск системы*)
    status:=1;
    MF(Str:='CW:LOCAL_START');
    SMS_QUEUING;
ELSIF water_supply_off_from_scada THEN (* на останов системы*)
    status:=0;
    MF(Str:='CW:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
ELSIF water_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
    status:=2;
    MF(Str:='CW:LOCAL_DRAIN');
    SMS_QUEUING;
END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
IF is_new_SMS_from THEN

```

```

IF new_SMS_from='101' THEN (* на запуск системы*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=1;
    MF(Str:='CW:DIST_START');
    SMS_QUEUING;
ELSIF new_SMS_from='100' THEN (* на останов системы*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=0;
    MF(Str:='CW:DIST_STOP');
    SMS_QUEUING;
ELSIF new_SMS_from='102' THEN (*на слив*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=2;
    MF(Str:='CW:DIST_DRAIN');
    SMS_QUEUING;
    END_IF
    END_IF
END_CASE

```

ПРИЛОЖЕНИЕ М. ПРОГРАММА HW_SYSTEM

```
PROGRAM HW_SYSTEM
VAR
    Not_SMS:STRING(30);
    status:BYTE:=0;
    (*0 - стоп, 1 - норм. работа, 2 - слив, 3 - авария*)
    timer_press, timer_temp:TON;
    timer_hta, timer_hta_press: TON;
END_VAR
CASE status OF
0: (*Стоп*)
    hot_water_supply:=FALSE;
    hot_water_drain:=FALSE;
    hta_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='HW:Stop';
    hw_alarm_to_scada:=FALSE;
    (*Пришла команда со SCADA*)
    IF hot_water_supply_on_from_scada THEN (*на запуск системы*)
        status:=1;
        MF(Str:='HW:LOCAL_START');
        SMS_QUEUEING;
    ELSIF hta_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
        status:=2;
        MF(Str:='HW:LOCAL_DRAIN');
        SMS_QUEUEING;
    END_IF
    (*Пришла команда по СМС*)
    IF is_new_SMS_from THEN
        IF new_SMS_from='201' THEN (* на запуск системы*)
            is_new_SMS_from:=FALSE;
            status:=1;
            MF(Str:='HW:DIST_START');
            SMS_QUEUEING;
        ELSIF new_SMS_from='202' THEN (* на слив*)
            is_new_SMS_from:=FALSE;
            status:=2;
            MF(Str:='HW:DIST_DRAIN');
            SMS_QUEUEING;
        END_IF
    END_IF
    (*Контроль температуры теплоносителя и "профилактический" пуск
системы*)
    IF hta_temperature > 180 THEN
        timer_hta(IN:=TRUE,PT:=T#30s);
    ELSE
        hot_water_supply:=FALSE;
        hot_water_drain:=FALSE;
        preheating:=FALSE;
        timer_hta(IN:=FALSE);
    END_IF
    IF timer_hta.Q AND hta_temperature > 180 THEN
```

```

hot_water_supply:=TRUE;
  IF HT_SYSTEM.status = 1 THEN
    preheating:=TRUE;
  ELSE
    hot_water_drain:=TRUE;
  END_IF
END_IF
IF hta_temperature > 200 THEN
  MF(Str:='HW:FAIL:HIGH_HTA_TEMP');
  SMS_QUEUEING;
  status:=3;
END_IF
1: (*Нормальная работа*)
hot_water_supply:=TRUE;
hot_water_drain:=FALSE;
hta_drain:=FALSE;
Not_SMS:='HW:Ok';
hw_alarm_to_scada:=FALSE;
(*Пришла команда со SCADA*)
IF hot_water_supply_off_from_scada THEN (* на останов
системы*)
  status:=0;
  MF(Str:='HW:LOCAL_STOP');
  SMS_QUEUEING;
ELSIF hta_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
  status:=2;
  MF(Str:='HW:LOCAL_DRAIN');
  SMS_QUEUEING;
END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
IF is_new_SMS_from THEN
  IF new_SMS_from='200' THEN (* на останов системы*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=0;
    MF(Str:='HW:DIST_STOP');
    SMS_QUEUEING;
  ELSIF new_SMS_from='202' THEN (*на слив*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=2;
    MF(Str:='HW:DIST_DRAIN');
    SMS_QUEUEING;
  END_IF
END_IF
(*Контроль температуры горячей воды и управление предваритель-
ным подогревом*)
IF hw_temperature > 60 THEN (*температура ,больше 60 град*)
  timer_temp(IN:=TRUE,PT:=T#30s);
ELSE
  preheating:=FALSE;
  timer_temp(IN:=FALSE);
END_IF
IF timer_temp.Q AND (hw_temperature > htgrw_temperature) AND

```

```

HT_SYSTEM.status=1 THEN
    preheating:=TRUE;
ELSE
    preheating:=FALSE;
END_IF
(*Контроль температуры теплоносителя и управление сливом горячей
  водой*)
IF hta_temperature > 180 THEN (*температура больше 180 град*)
    timer_hta(IN:=TRUE,PT:=T#30s);
ELSE
    hot_water_drain:=FALSE;
    timer_hta(IN:=FALSE);
END_IF
IF timer_hta.Q AND hta_temperature > 180 THEN
    hot_water_drain:=TRUE;
END_IF
IF hta_temperature > 200 THEN
    MF(Str:='HW:FAIL:HIGH_HTA_TEMP');
    SMS_QUEUEING;
    status:=3;
END_IF
(*Контроль давления воды*)
IF hw_pressure < 1 THEN
    timer_press(IN:=TRUE,PT:=T#30s);
ELSE
    timer_press(IN:=FALSE);
END_IF
IF timer_press.Q THEN
    timer_press(IN:=FALSE);
    MF(Str:='HW:FAIL:LOW_PRESS');
    SMS_QUEUEING;
    status:=3;
END_IF
(*Контроль давления теплоносителя*)
IF hta_pressure < 1 THEN
    timer_hta_press(IN:=TRUE,PT:=T#30s);
ELSE
    timer_hta_press(IN:=FALSE);
END_IF
IF timer_hta_press.Q THEN
    timer_hta_press(IN:=FALSE);
    MF(Str:='HW:FAIL:LOW_HTA_PRESS');
    SMS_QUEUEING;
    status:=3;
END_IF
2: (*СЛИВ*)

hot_water_supply:=FALSE;
hot_water_drain:=FALSE;
hta_drain:=TRUE;
Not_SMS:='HW:HTA_Drain';
hw_alarm_to_scada:=FALSE;

```



```

(*Пришла команда со SCADA*)
  IF hot_water_supply_on_from_scada THEN (* на запуск системы*)
    status:=1;
    MF(Str:='HW:LOCAL_START');
    SMS_QUEUING;
  ELSIF hot_water_supply_off_from_scada THEN (* на останов си-
стемы*)
    status:=0;
    MF(Str:='HW:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
IF is_new_SMS_from THEN
  IF new_SMS_from='201' THEN (* на запуск системы*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=1;
    MF(Str:='HW:DIST_START');
    SMS_QUEUING;
  ELSIF new_SMS_from='200' THEN (* на останов системы*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=0;
    MF(Str:='HW:DIST_STOP');
    SMS_QUEUING;
  END_IF
END_IF

3: (*Авария*)
hot_water_supply:=FALSE;
hot_water_drain:=FALSE;
preheating:=FALSE;
IF hta_temperature > 200 THEN
  hta_drain:=TRUE;
  Not_SMS:='HW:FAIL:HIGH_HTA_TEMP-DRAIN';
ELSIF hw_pressure < 1 THEN
  hta_drain:=FALSE;
  Not_SMS:='HW:FAIL:LOW_WATER_PRESS';
ELSIF hta_pressure < 1 THEN
  hta_drain:=FALSE;
  Not_SMS:='HW:FAIL:LOW_HTA_PRESS';
ELSE
  hta_drain:=FALSE;
  Not_SMS:='HW:FAIL';
END_IF
hw_alarm_to_scada:=TRUE;
(*Пришла команда со SCADA*)
IF hot_water_supply_on_from_scada THEN (* на запуск системы*)
  status:=1;
  MF(Str:='HW:LOCAL_START');
  SMS_QUEUING;
ELSIF hot_water_supply_off_from_scada THEN (* на останов си-
стемы*)

```

```
status:=0;
    MF(Str:='HW:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
ELSIF hta_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
    status:=2;
    MF(Str:='HW:LOCAL_DRAIN');
    SMS_QUEUING;
END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
IF is_new_SMS_from THEN
    IF new_SMS_from='201' THEN (* на запуск системы*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=1;
        MF(Str:='HW:DIST_START');
        SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='200' THEN (* на останов системы*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=0;
        MF(Str:='HW:DIST_STOP');
        SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='202' THEN (*на слив*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=2;
        MF(Str:='HW:DIST_DRAIN');
        SMS_QUEUING;
    END_IF
END_IF
END_CASE
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Н. ПРОГРАММА HT_SYSTEM

```
PROGRAM HT_SYSTEM
VAR
    Not_SMS:STRING(20);
    status:BYTE:=0;
    (*0 - стоп, 1 - норм. работа, 2 - слив, 3 - авария*)
    ad, bd, ar, br:REAL;
    htgdw_temperature_ref:REAL;
    htgrw_temperature_ref:REAL;
    timer_press:TON;
END_VAR
VAR CONSTANT
    outair_temperature1: REAL:=-40;
    outair_temperature2: REAL:=10;
    htgdw_temperature1:REAL:=92.9;
    htgdw_temperature2:REAL:=37.5;
    htgrw_temperature1:REAL:=71.9;
    htgrw_temperature2:REAL:=34;
    gist:REAL:= 0.5;
    delta_speed:REAL:=1;
    gist_speed:REAL:=0.5;
END_VAR

CASE status OF
0: (*Стоп*)
    heating:=FALSE;
    heating_water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='HT:Stop';
    heating_supply_to_scada:=FALSE;
    heating_alarm_to_scada:=FALSE;
    circ_pump:=FALSE;
    circ_pump_speed1:=FALSE;
    circ_pump_speed3:=FALSE;

    (*Пришла команда со SCADA*)
    IF heating_supply_on_from_scada THEN (*на запуск системы*)
        status:=1;
        MF(Str:='HT:LOCAL_START');
        SMS_QUEUEING;
    ELSIF heating_water_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
        status:=2;
        MF(Str:='HT:LOCAL_DRAIN');
        SMS_QUEUEING;
    END_IF
    (*Пришла команда по СМС*)
    IF is_new_SMS_from THEN
        IF new_SMS_from='301' THEN (* на запуск системы*)
            is_new_SMS_from:=FALSE;
            status:=1;
            MF(Str:='HT:DIST_START');
            SMS_QUEUEING;
```

```

ELSIF new_SMS_from='302' THEN (* на слив*)
    is_new_SMS_from:=FALSE;
    status:=2;
    MF(Str:='HT:DIST_DRAIN');
    SMS_QUEUING;
    END_IF
END_IF
(*Контроль температуры обратной воды*)
IF htgrw_temperature < 2 THEN
    MF(Str:='HT:FAIL:LOW_HTA_TEMP');
    SMS_QUEUING;
    status:=3;
    END_IF
1: (*Нормальная работа*)
heating_water_drain:=FALSE;
Not_SMS:='HT:Ok';
heating_supply_to_scada:=TRUE;
heating_alarm_to_scada:=FALSE;
circ_pump:=TRUE;
(*Пришла команда со SCADA*)
IF heating_supply_off_from_scada THEN (* на останов системы*)
    status:=0;
    MF(Str:='HT:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
ELSIF heating_water_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
    status:=2;
    MF(Str:='HT:LOCAL_DRAIN');
    SMS_QUEUING;
END_IF
(*Пришла команда по СМС*)
IF is_new_SMS_from THEN
    IF new_SMS_from='300' THEN (* на останов системы*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=0;
        MF(Str:='HT:DIST_STOP');
        SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='302' THEN (*на слив*)
        is_new_SMS_from:=FALSE;
        status:=2;
        MF(Str:='HT:DIST_DRAIN');
        SMS_QUEUING;
    END_IF
END_IF
(*Вычисление коэффициентов температурных графиков и заданных
температур*)
ad := (htgdw_temperature2 -
htgdw_temperature1)/(outair_temperature2 - outair_temperature1);
ar := (htgrw_temperature2 -
htgrw_temperature1)/(outair_temperature2 - outair_temperature1);
bd :=(htgdw_temperature1*outair_temperature2 -
htgdw_temperature2*outair_temperature1)/(outair_temperature2 -

```

```

outair_temperature1);
    br :=(htgrw_temperature1*outair_temperature2 -
htgrw_temperature2*outair_temperature1)/(outair_temperature2 -
outair_temperature1);
    htgdw_temperature_ref := ad*outair_temperature + bd;
    htgrw_temperature_ref := ar*outair_temperature + br;
    (*Регулирование температуры обратной воды*)
    IF (htgrw_temperature > htgrw_temperature_ref + gist) THEN
        heating:=FALSE;
    END_IF
    IF (htgrw_temperature < htgrw_temperature_ref) THEN
        heating:=TRUE;
    END_IF
    (*Управление скоростью насоса*)
    IF (htgdw_temperature_ref - htgrw_temperature_ref) -
(htgdw_temperature - htgrw_temperature) > (delta_speed +
gist_speed) THEN
        circ_pump_speed1:=TRUE;
        circ_pump_speed3:=FALSE;
    ELSIF (htgdw_temperature_ref - htgrw_temperature_ref) -
(htgdw_temperature - htgrw_temperature) < (-delta_speed -
gist_speed) THEN
        circ_pump_speed1:=FALSE;
        circ_pump_speed3:=TRUE;
    ELSIF ABS((htgdw_temperature_ref - htgrw_temperature_ref) -
(htgdw_temperature - htgrw_temperature)) < delta_speed THEN
        circ_pump_speed1:=FALSE;
        circ_pump_speed3:=FALSE;
    END_IF
    (*Контроль давления*)
    IF htg_pressure < 1 THEN
        timer_press(IN:=TRUE,PT:=T#30s);
    ELSE
        timer_press(IN:=FALSE);
    END_IF
    IF timer_press.Q THEN
        timer_press(IN:=FALSE);
        MF(Str:='HT:FAIL:LOW_PRESS');
        SMS_QUEUEING;
        status:=3;
    END_IF
    (*Контроль температуры прямой воды*)
    IF htgdw_temperature > 95 THEN
        MF(Str:='HT:FAIL:HIGHIGH_PRESS');
        SMS_QUEUEING;
        status:=3;
    END_IF
2: (*СЛИВ*)

    heating:=FALSE;
    heating_water_drain:=TRUE;

```

```

Not_SMS:='HT:DRAIN';
  heating_supply_to_scada:=FALSE;
  heating_alarm_to_scada:=FALSE;
  circ_pump:=FALSE;
  circ_pump_speed1:=FALSE;
  circ_pump_speed3:=FALSE;

  (*Пришла команда со SCADA*)
  IF heating_supply_on_from_scada THEN (* на запуск системы*)
    status:=1;
    MF(Str:='HT:LOCAL_START');
    SMS_QUEUING;
  ELSIF heating_supply_off_from_scada THEN (* на останов
системы*)
    status:=0;
    MF(Str:='HT:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
  END_IF
  (*Пришла команда по СМС*)
  IF is_new_SMS_from THEN
    IF new_SMS_from='301' THEN (* на запуск системы*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=1;
      MF(Str:='HT:DIST_START');
      SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='300' THEN (* на останов системы*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=0;
      MF(Str:='HT:DIST_STOP');
      SMS_QUEUING;
    END_IF
  END_IF

3: (*Авария*)
  heating:=FALSE;
  heating_supply_to_scada:=FALSE;
  heating_alarm_to_scada:=TRUE;
  circ_pump:=FALSE;
  circ_pump_speed1:=FALSE;
  circ_pump_speed3:=FALSE;
  IF htgrw_temperature < 2 THEN
    heating_water_drain:=TRUE;
    Not_SMS:='HT:FAIL:LOW_HTA_TEMP-DRAIN';
  ELSIF htg_pressure < 1 THEN
    heating_water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='HT:FAIL:LOW_PRESS';
  ELSIF htgdw_temperature > 95 THEN
    heating_water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='HT:FAIL:HIGHIGH_TEMP';
  ELSE
    heating_water_drain:=FALSE;
    Not_SMS:='HT:FAIL';
  
```

```
END_IF
  (*Пришла команда со SCADA*)
  IF heating_supply_on_from_scada THEN (* на запуск системы*)
    status:=1;
    MF(Str:='HT:LOCAL_START');
    SMS_QUEUING;
  ELSIF heating_supply_off_from_scada THEN (* на останов
системы*)
    status:=0;
    MF(Str:='HT:LOCAL_STOP');
    SMS_QUEUING;
  ELSIF heating_water_drain_on_from_scada THEN (*на слив*)
    status:=2;
    MF(Str:='HT:LOCAL_DRAIN');
    SMS_QUEUING;
  END_IF
  (*Пришла команда по СМС*)
  IF is_new_SMS_from THEN
    IF new_SMS_from='301' THEN (* на запуск системы*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=1;
      MF(Str:='HT:DIST_START');
      SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='300' THEN (* на останов системы*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=0;
      MF(Str:='HT:DIST_STOP');
      SMS_QUEUING;
    ELSIF new_SMS_from='302' THEN (*на слив*)
      is_new_SMS_from:=FALSE;
      status:=2;
      MF(Str:='HT:DIST_DRAIN');
      SMS_QUEUING;
    END_IF
  END_IF
END_CASE
```

ПРИЛОЖЕНИЕ П. ПРОГРАММА EL_SYSTEM

```
PROGRAM EL_SYSTEM
VAR
    Not_SMS:STRING(30);
    status:BYTE:=0;
(*0 - работа от сети, 1 - резервное питание, 2 - автономное пита-
ние*)
    fuel_level_Ok:BOOL:=TRUE;
    accum_Ok:BOOL:=TRUE;
END_VAR

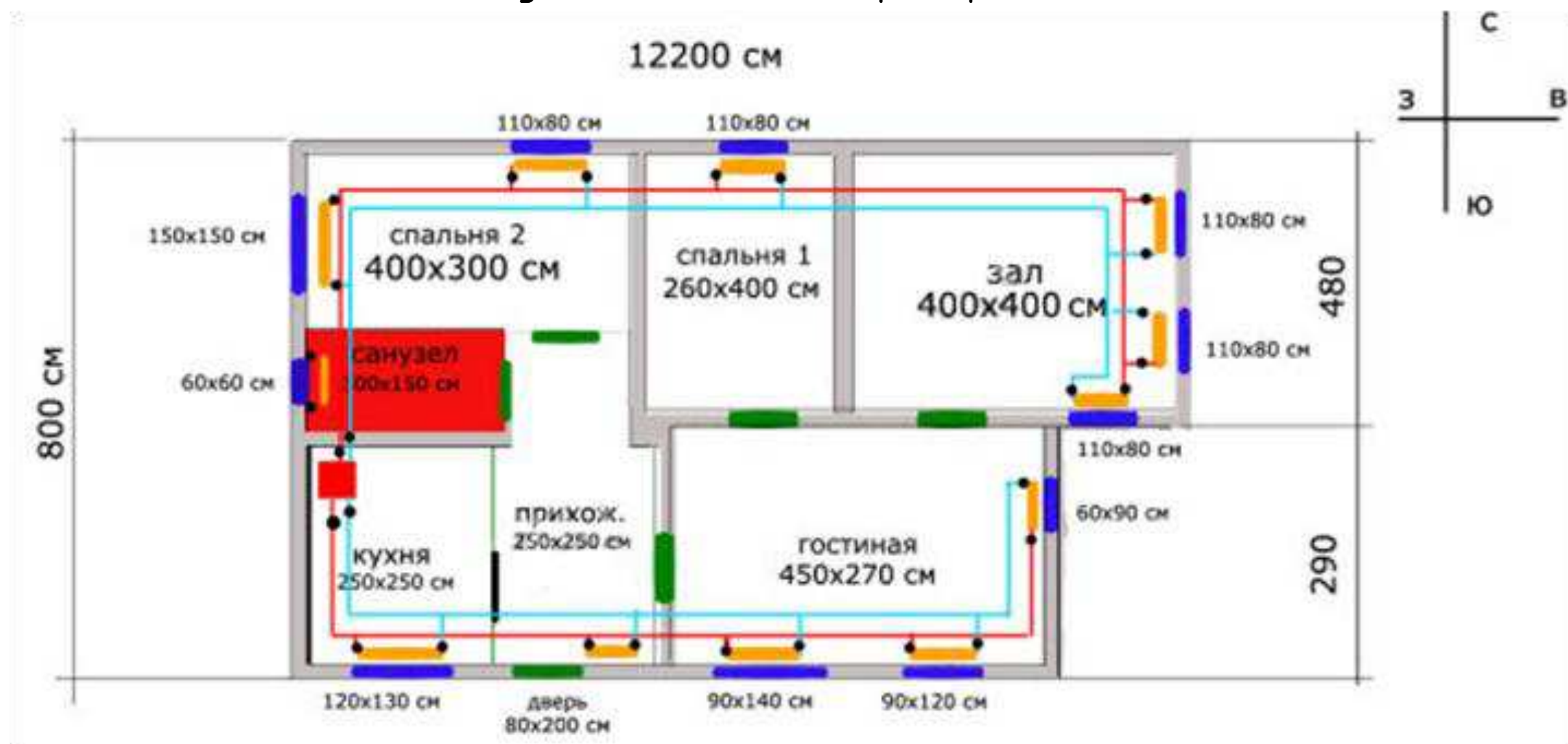
CASE status OF
0: (*Работа от сети*)
    Not_SMS:='EL:NET,FL=';
    Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,REAL_TO_STRING(fuel_level));
    IF gtec_backup_supply THEN
        MF(Str:='EL:RES_SWITCH');
        SMS_QUEUEING;
        status:=1;
    ELSIF NOT gtec_normal_supply THEN
        MF(Str:='EL:AUTO_SWITCH');
        SMS_QUEUEING;
        status:=2;
    END_IF
1: (*Резервное питание*)
    Not_SMS:='EL:RES,FL=';
    Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,REAL_TO_STRING(fuel_level));
    IF ups_acum_normal THEN
        Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,',AC:Ok');
    ELSE
        Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,',AC:Defect');
    END_IF
    IF gtec_normal_supply THEN
        MF(Str:='EL:NET_SWITCH');
        SMS_QUEUEING;
        status:=0;
    ELSIF NOT gtec_backup_supply THEN
        MF(Str:='EL:AUTO_SWITCH');
        SMS_QUEUEING;
        status:=2;
    END_IF
2: (*Автономное питание*)
    Not_SMS:='EL:AUTO, ';
    Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,REAL_TO_STRING(fuel_level));
    IF ups_acum_normal THEN
        Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,',AC:Ok');
    ELSE
        Not_SMS:=CONCAT(Not_SMS,',AC:Defect');
    END_IF
    IF gtec_normal_supply THEN
        MF(Str:='EL:NET_SWITCH');
```



```
SMS_QUEUING;
    status:=0;
    ELSIF gtec_backup_supply THEN
        MF(Str:='EL:RES_SWITCH');
        SMS_QUEUING;
        status:=1;
    END_IF
END_CASE
(*Формирование и сброс тревог*)
IF accum_Ok AND NOT ups_acum_normal THEN
    accum_Ok:=FALSE;
    electro_attention_to_scada:=TRUE;
    MF(Str:='EL:AC:Defect');
    SMS_QUEUING;
ELSIF NOT accum_Ok AND ups_acum_normal THEN
    accum_Ok:=TRUE;
    electro_attention_to_scada:=FALSE;
    MF(Str:='EL:AC:Ok');
    SMS_QUEUING;
END_IF
IF fuel_level_Ok AND fuel_level < 10 THEN
    fuel_level_Ok:=FALSE;
    electro_attention_to_scada:=TRUE;
    MF(Str:='EL:LOW_FUEL_LEVEL');
    SMS_QUEUING;
ELSIF NOT fuel_level_Ok AND fuel_level >= 10 THEN
    fuel_level_Ok:=TRUE;
    electro_attention_to_scada:=FALSE;
    MF(Str:='EL:LOW_FUEL_Ok');
    SMS_QUEUING;
END_IF
```


Тепловой и гидравлический расчеты системы

План дома с установленными приборами отопления



Результаты расчета тепловых потерь в программе Valtec (до утепления)

Наименование помещения	Площадь, м2	Общая теплотребность, Вт
1 Зал	16.00	4142.17
2 Гостиная	12.15	998.76
3 Прихожая	6.25	627.69
4 Кухня	6.25	576.05
5 Санузел	4.50	247.17
6 Спальня 2	12.00	948.22
7 Спальня 1	10.40	1215.24

Результаты гидравлического расчета в программе Valtec

Ветка	Количество участков, шт	Общие потери давления в ветке (кольце)
1 Ветка 1	2	49662.70
2 Ветка 2	2	14303.79

Результаты расчета тепловых потерь в программе Valtec (после утепления)

Наименование помещения	Площадь, м2	Общая теплотребность, Вт
1 Зал	16.00	1622.30
2 Гостиная	12.15	998.76
3 Прихожая	6.25	627.69
4 Кухня	6.25	576.05
5 Санузел	4.50	247.17
6 Спальня 2	12.00	948.22
7 Спальня 1	10.40	680.79

Оборудование основное систем водоснабжения и отопления

Погружной насос и блок автоматики



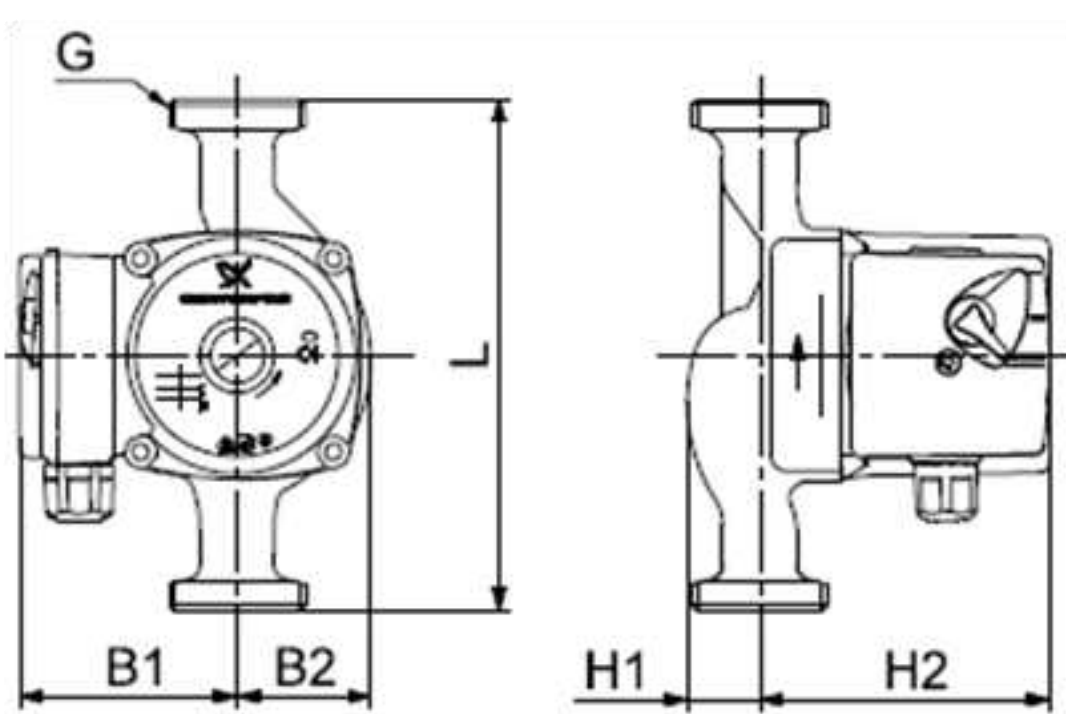
Основные характеристики насоса

Номинальный/максимальный расход	3/4,4 куб. м/час;
Номинальный/максимальный напор	42/56 м
класс защиты насоса и электродвигателя	IP 68
Питание	1 x 230 В, 50 Гц, 5,2 А
Допустимая температура перекачиваемой жидкости:	до 35°C

Основные технические характеристики блока автоматики

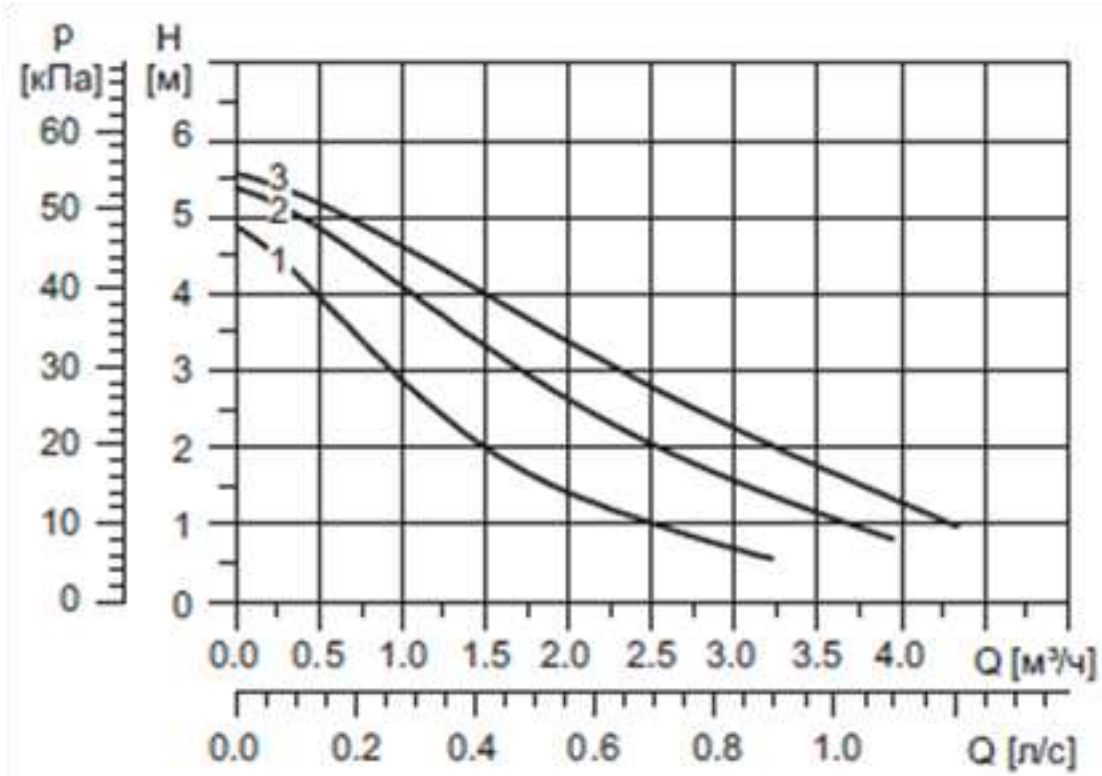
Напряжение сети	220В, 50Гц
Номинальный (максимальный)	5(10) А
Номинальная мощность	1,1 кВт
Стартовое давление	1,5-3,5 бар
Минимальный расход	1,3 л/мин
Максимальная расход	166 л/мин
Максимально допустимое давление	10 бар
Максимальная температуры воды	35°C

Циркуляционный насос системы отопления



Тип насоса	Размеры [мм]					
	L	H1	H2	B1	B2	G
UPS 25-60	180	38	96	75	50	1 1/2"

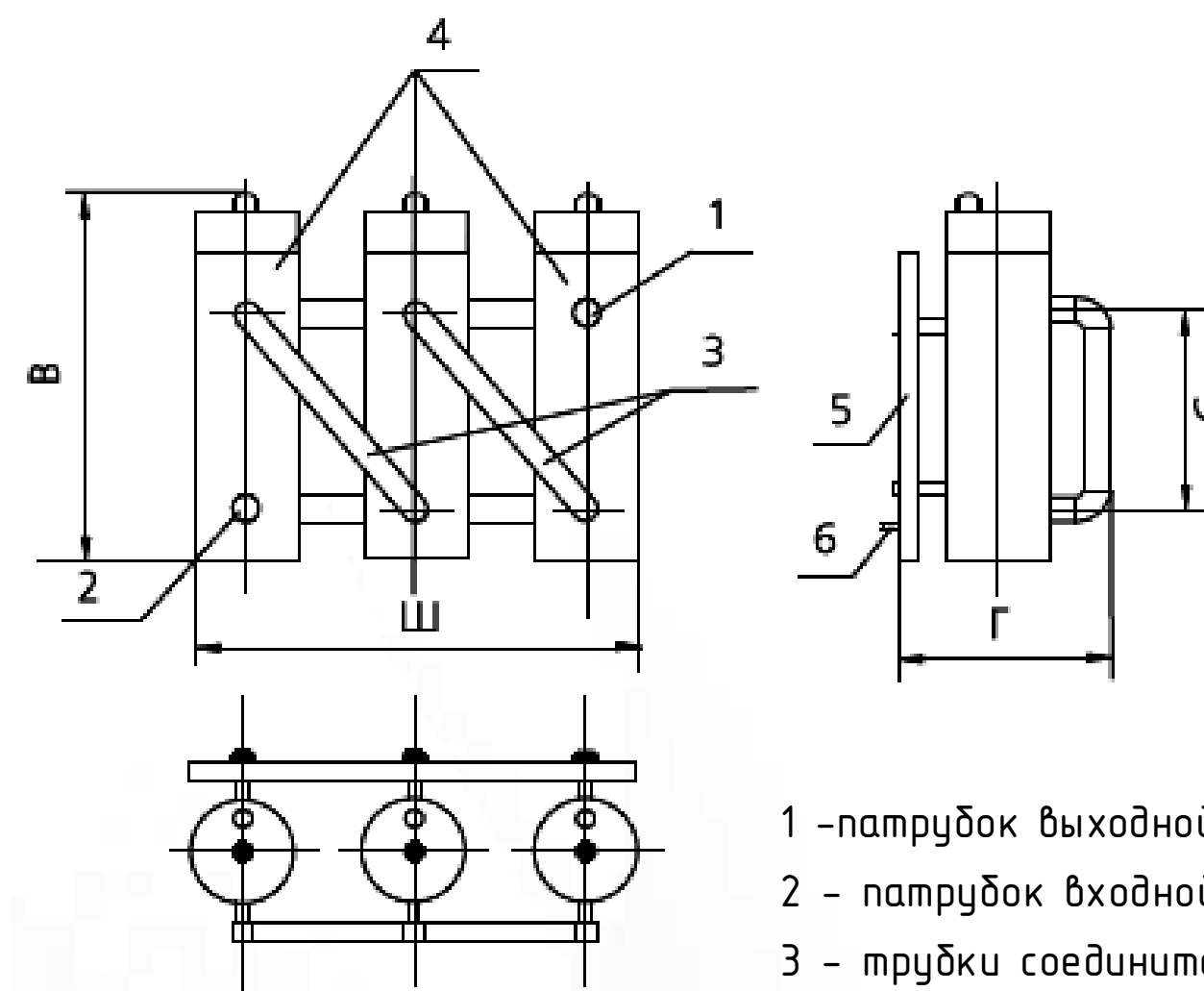
Напорная характеристика насоса



Основные характеристики насоса

Параметр	Значение
Максимальное давление в гидросистеме	10 Бар
Температура перекачиваемой жидкости	+2...+100°C
Потребляемая мощность и ток на скорости 1	50 Вт, 0,21 А
на скорости 2	55 Вт, 0,25 А
на скорости 3	60 Вт, 0,28 А

Индукционный котел



- 1 - патрубок выходной;
- 2 - патрубок входной;
- 3 - трубки соединительные;
- 4 - индукционные нагреватели;
- 5 - рама;
- 6 - болт заземления

Основные характеристики ВИН -7

Мощность, кВт	7
Напряжение, В	380
Ток, А	18
Температура теплоносителя, °C	до +95
Максимальное рабочее давление теплоносителя, МПа	0,3
Диаметр патрубков, мм	25
Размеры, мм	В = 720, Ш = 500, Г = 300, С = 300

Элементы системы ГВС SOLTEK-DV серии TZ(ES)

Солнечный коллектор



ПАРАМЕТРЫ	ТИП КОЛЛЕКТОРА		
	TZ58/1800-10 R1	TZ58/1800-20 R1	TZ58/1800-30 R1
Площадь апертуры, м²	1,303	2,641	3,979
Количество трубок, шт	10	20	30
Габариты коллектора, мм	2020×990×150	2020×1820×150	2020×2650×150
Емкость коллектора, л	0,77	1,54	2,3
Масса брутто, кг	39,9	77,1	114,1
Максимальное давление воды, МПа	1	1	1
Рабочее давление воды, МПа	0,4	0,4	0,4
Максимальная рабочая температура, °C	95	95	95
Пиковая температура, °C	200,3	200,3	200,3
Рекомендуемая скорость потока, л/м² в час	50–150	50–150	50–150
Толщина теплоизоляции, мм	40	40	40
Эффективность коллектора, %	91	91	91
Поглощающая способность, %	94	94	94
Производительность, кВт/час	2–2,3	2–2,3	2–2,3

Мембранный расширительный бак



Размер	18	24	35	50
Номинальная вместимость, л	18	24	35	50
Высота, мм	350	392	400	537
Диаметр, мм	270	300	380	380
Масса, кг	5,7	6,2	8,0	10,2
Предусмотренное производителем начальное давление, бар	2,5	2,5	2,5	2,5
Максимальное избыточное рабочее давление, бар	10	10	10	10
Максимальная постоянная температура нагрузки мембраны, °C	100	100	100	100
Подсоединение	G½	G½	G½	G½

Теплоаккумуляторный бак (бойлер-накопитель)



Объем, л	100L, 150L, 200L, 250L, 300L, 400L, 500L
Материал и толщина внутреннего бака	нержавеющая сталь SUS 316L, 1,2 мм
Материал и толщина наружного бака	эмалированная сталь SUS 304, 0,4 мм
Материал и толщина изоляции	Полууретановая пена, 45 мм
Число теплообменников внутри	2
Материал теплообменников	медь
Максимальное давление системы, бар	10
Присоединительные размеры	Патрубки, наружная резьба 3/4
Мощность электрического нагревателя, кВт	1–3
Рабочее напряжение нагревателя, В	220



Контроллер системы

Основные характеристики контроллера и системы в целом

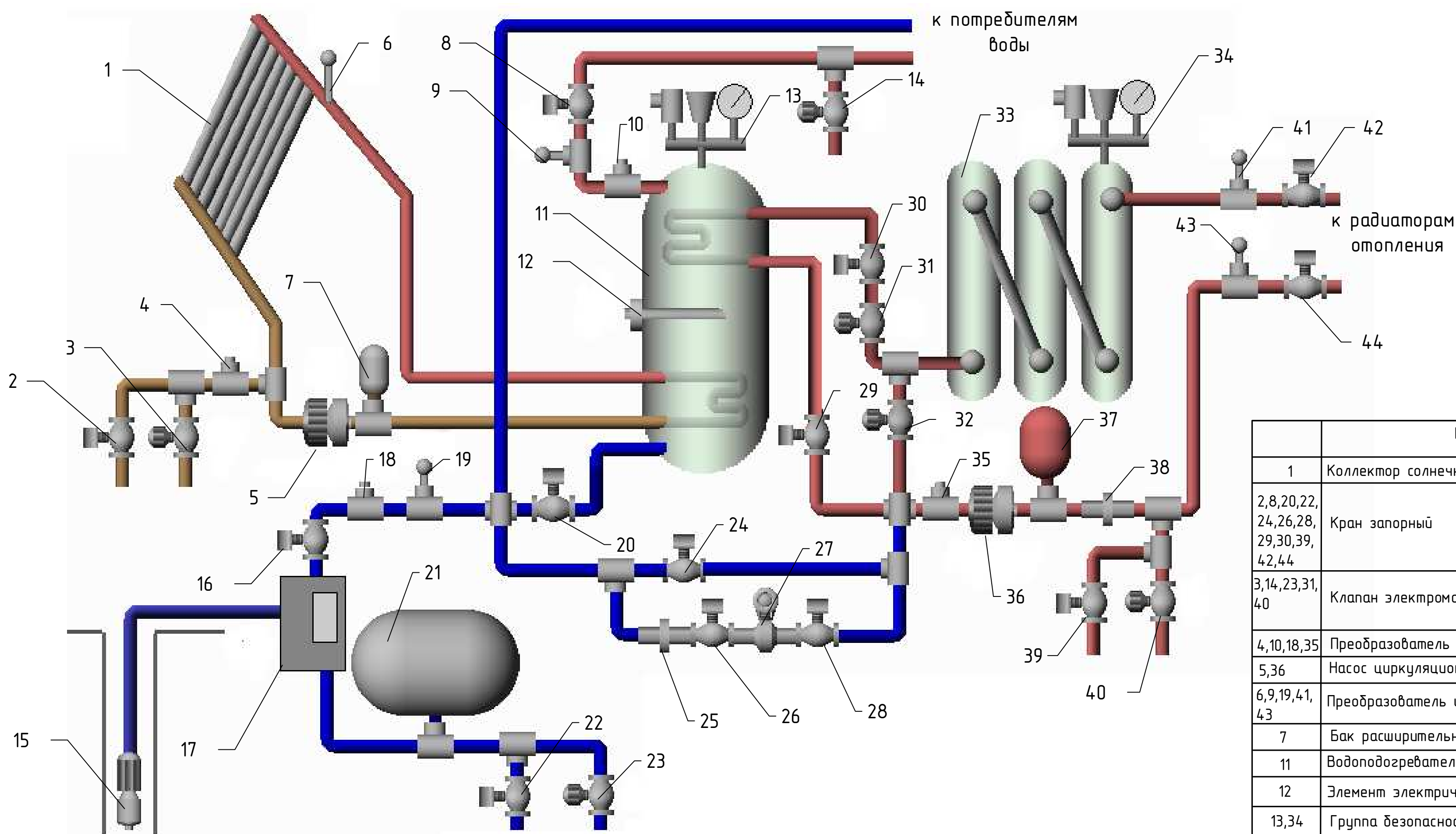
Размер контроллера, мм	120x165x45
Диапазон температур для работы контроллера, °C	-20 – 50
Тип защиты контроллера	IP40
1 RT1000 датчик коллектора	-20°C–200°C(±1°C)(PVC кабель)
2 NTC 5K датчик бойлера	-20°C–200°C(±1°C)(PVC кабель)
1 NTC 5K датчик горячей воды в трубе	-20°C–200°C(±1°C)(PVC кабель)
Потребляемое электрическое напряжение трехфазного клапана, V	DC 12
Потребляемая мощность трехфазного клапана, W	<3
Потребляемое электрическое напряжение контроллера, V	AC110±10% 60Hz AC 220±10% 50Hz
Потребляемая мощность контроллера, W	<2(AC110V±10% 60Hz) <2(AC220V±10% 50Hz)
Потребляемое электрическое напряжение насоса циркуляции антифриза в коллекторе, V	AC110±10% 60Hz AC 220±10% 50Hz
Потребляемая мощность насоса циркуляции антифриза в коллекторе, W	<250(AC110V±10% 60Hz) <250 (AC 220V±10% 50Hz)
Потребляемое электрическое напряжение устройства электроподогрева, V	AC110±10% 60Hz AC 220±10% 50Hz
Потребляемая мощность устройства электроподогрева, W	<2000 (AC 110V±10% 60Hz) <2000 (AC 220V±10% 50Hz)

Солнечная насосная станция



Тип:	ТYY/SS-III (Сертифицировано CE)
Наружный размер, мм	395×170×145
Размер упаковки, мм	460×230×200
Напряжение питания насоса, V	~110/220, 93W
Установки предохранительного клапана давление, МПа/температура, °C	1,0/120
Срабатывание клапана по давлению, МПа	0,8
Установки регулятора потока, л/мин	2–8
Подключение к трубопроводу	1,2 дюйма

Схема систем отопления и водоснабжения

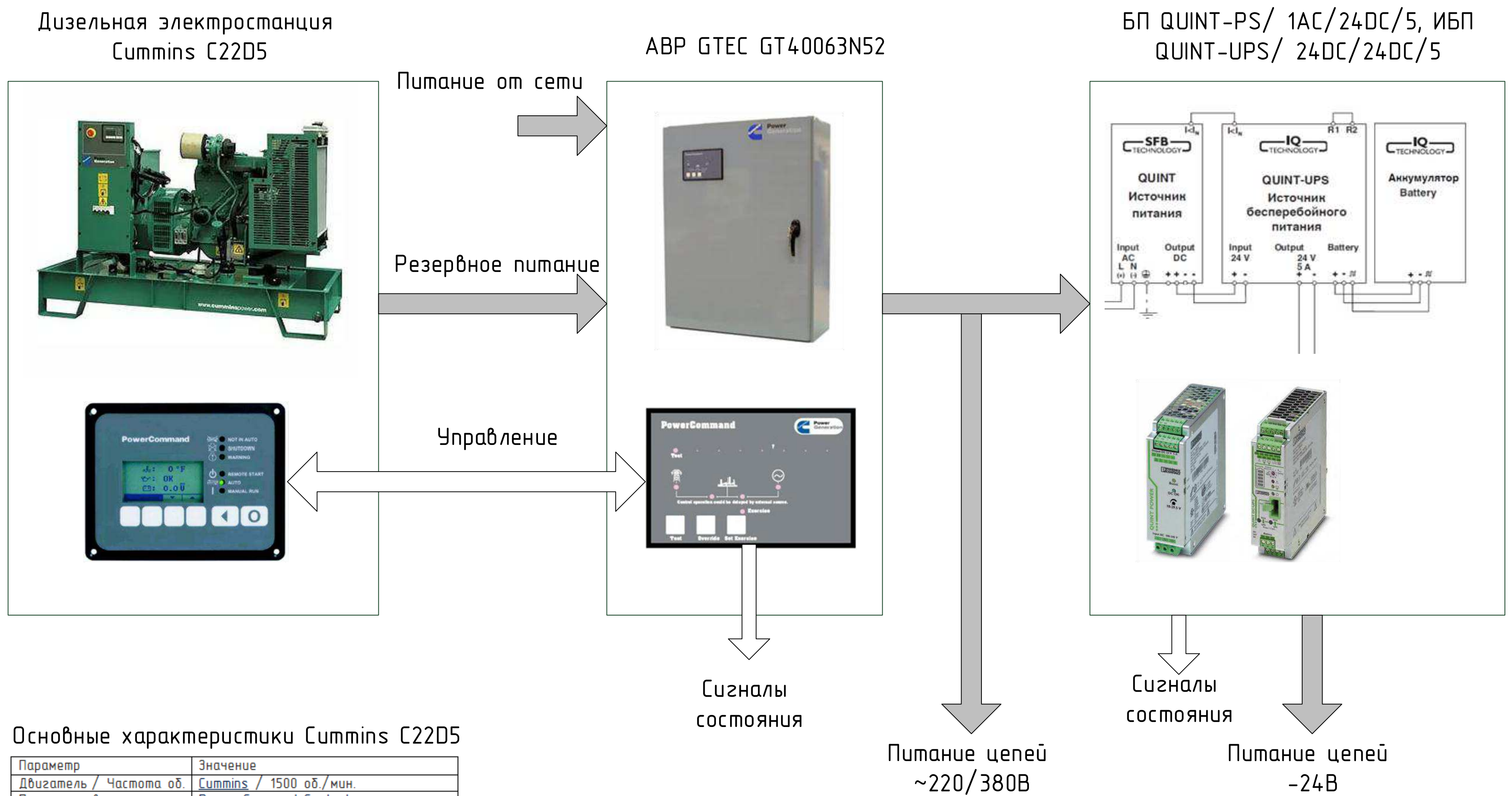


	Наименование	Кол.	Примечание
1	Коллектор солнечный	1	
2,8,20,22, 24,26,28, 29,30,39, 42,44	Кран запорный	12	
3,14,23,31, 40	Клапан электромагнитный нормально закрытый	5	
4,10,18,35	Преобразователь измерительный давления	4	
5,36	Насос циркуляционный	2	
6,9,19,41, 43	Преобразователь измерительный температуры	5	
7	Бак расширительный	1	
11	Водоподогреватель	1	
12	Элемент электрический нагревательный(ТЭН)	1	
13,34	Группа безопасности	2	
15	Насос погружной	1	
17	Автомат управления (реле давления)	1	
21	Гидроаккумулятор	1	
25,38	Клапан обратный	2	
27	Клапан подпиточный	1	
32	Клапан электромагнитный нормально открытый	1	
33	Котел индукционный	1	
37	Бак расширительный мембранный	1	

ВКР. 134.196.15.03.04. В0

Изм	Лист	№ Документа	Подп.	Дата	Элементы системы ГВС, схема систем водоснабжения и отопления	Литера	Масса	Масшт
Разработчик	Бабкин И.Ю.							
Проверен	Рыбалов А.Н.							
Т.Контр.	Рыбалов А.Н.							
Н.Контр.	Скрипко О.В.				Разработка автоматизированной системы жизнеобеспечения автономного объекта			
Читб.	Остапенко А.А.							

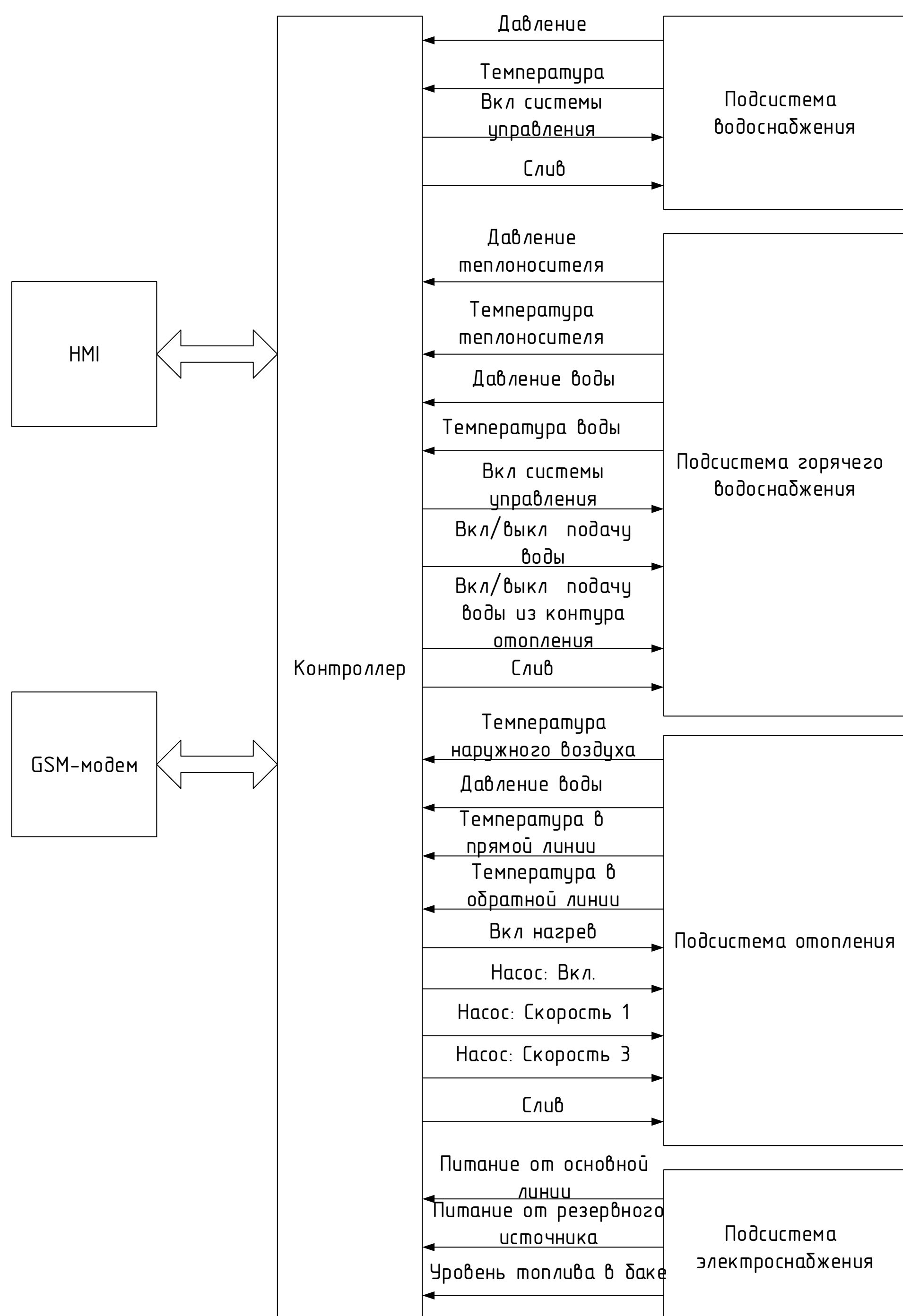
Элементы системы электроснабжения



Основные характеристики Cummins C22D5

Параметр	Значение
Двигатель / Частота об.	Cummins / 1500 об./мин.
Пульт управления	Power Command Control
Мощность постоянная	16,00 кВт
Мощность постоянная	20,00 кВт
Мощность резервная	17,60 кВт
Мощность резервная	22 кВт
Напряжение	380 В
Частота	50 Гц
Охлаждение	Жидкостное, радиаторное охлаждение
Тип запуска	Электростартер, возможен автозапуск
Генератор	Stamford
Топливный бак	14,4 л
Тип топлива	Дизель
Расход топлива при нагрузке 100%	4,9 л/ч

Схема автоматизации структурная. Устройства центральной части



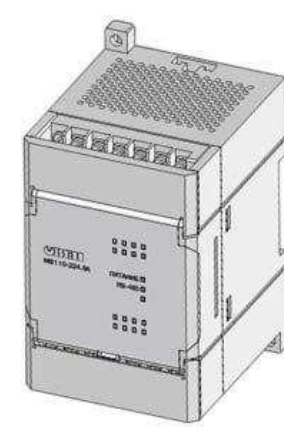
ОВЕН ПЛК 160



Основные технические характеристики ПЛК160

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	22 – 28 В постоянного тока 90 – 264 переменного тока (50 Гц)
Параметры встроенного источника питания	Выходное напряжение 24 ± 3 В, ток потребления не более 400 мА
Количество дискретных входов	16
Напряжение питания дискретных входов, В	24 ± 3
Количество релейных выходных каналов	12
Количество аналоговых входов	8
Тип поддерживаемых унифицированных сигналов	Ток от 0 (4) до 20 мА Ток от 0 до 5 мА Напряжение от 0 до 10 В
Количество аналоговых выходов	4
Цифровые интерфейсы	RS-485, Ethernet 100 Base-T, RS-232, RS-232-Debug, USB-Device

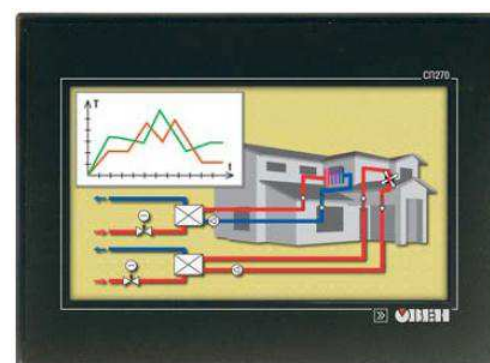
ОВЕН МВ110-8А



Основные характеристики МВ110-8А

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	22 – 28 В постоянного тока 90 – 264 переменного тока (50 Гц)
Количество аналоговых входов	8
Тип поддерживаемых унифицированных сигналов	термопреобразователи сопротивления (50М, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100М, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500М, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000М, Cu1000, 1000П, Pt1000) термомпары (L, J, N, K, S, R, B, T, A-1, A-2, A-3), унифицированные сигналы напряжения и тока (4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В, требуют использования внешнего резистора 50 Ом), сопротивление до 2 кОм);
Частота измерений	до 0,3 сек на канал
Цифровые интерфейсы	RS-485

ОВЕН СП270



Основные характеристики ОВЕН СП270

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	22 – 28 В постоянного тока
Дисплей	графический с диагональю 7 дюймов и разрешением 480x234 пикселя, количество цветов – 256, тип дисплея – TFT
Управление экраном	сенсорное
Цифровые интерфейсы	RS-232, RS-485, протоколы Modbus RTU, Modbus ASCII

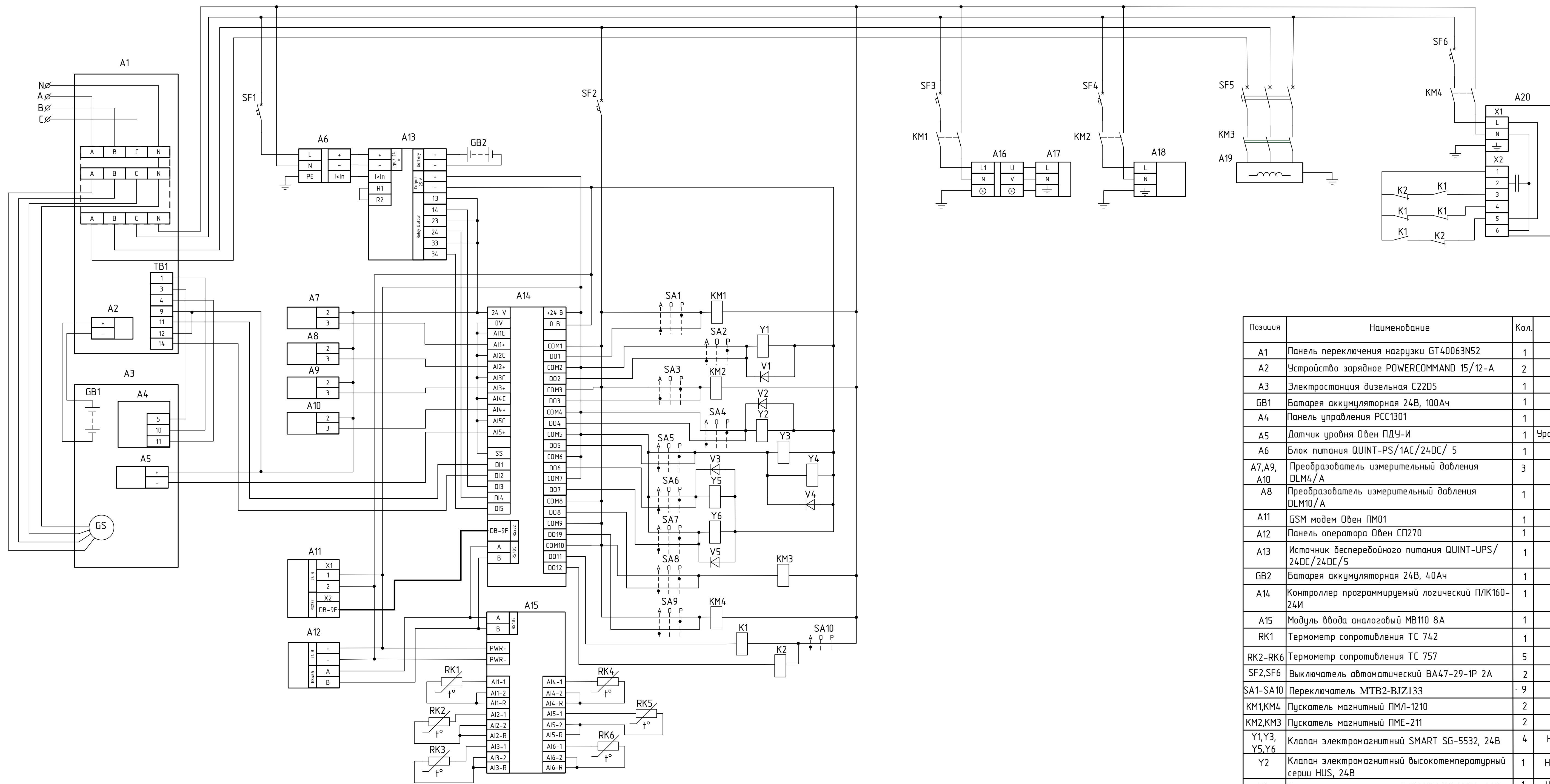
ОВЕН ПМ01



Основные характеристики GSM-модема ПМ01

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	24 В постоянного тока, 220 В переменного тока
Функциональные возможности	прием и передача SMS; прием и передача данных с помощью GPRS; прием и передача данных с помощью GPRS
Цифровые интерфейсы	RS-232, RS-485

ВКР. 134.196.15.03.04. В0					Литера	Масса	Масшт
Изм	Лист	№ Докумен	Подп	Дата	Элементы системы электроснабжения. Схема автоматизации структурная.	Лист 3	Листов 6
Разраб	Бабаев И.Ю.						
Пробер	Рыбалов А.Н.						
Т.Контр	Рыбалов А.Н.						
Н.Контр	Скрипко О.В.						
Утв.	Остапенко А.А.				Разработка автоматизированной системы жизнеобеспечения автономного объекта	АМГУ 341-эсб	



Позиция	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Панель переключения нагрузки GT40063N52	1	
A2	Устройство зарядное POWERCOMMAND 15/12-A	2	
A3	Электростанция дизельная C22D5	1	
GB1	Батарея аккумуляторная 24В, 100Ач	1	
A4	Панель управления РССТ301	1	
A5	Датчик уровня Овен ПДУ-И	1	Уровень топлива
A6	Блок питания QUINT-PS/1AC/24DC/ 5	1	
A7,A9, A10	Преобразователь измерительный давления DLM4/A	3	
A8	Преобразователь измерительный давления DLM10/A	1	
A11	GSM модем Овен ПМО1	1	
A12	Панель оператора Овен СП270	1	
A13	Источник бесперебойного питания QUINT-UPS/24DC/24DC/5	1	
GB2	Батарея аккумуляторная 24В, 40Ач	1	
A14	Контроллер программируемый логический ПЛК160-24И	1	
A15	Модуль ввода аналоговый MB110 8А	1	
RK1	Термометр сопротивления ТС 742	1	
RK2-RK6	Термометр сопротивления ТС 757	5	
SF2,SF6	Выключатель автоматический ВА47-29-1P 2А	2	
SA1-SA10	Переключатель МТВ2-BJZ133	9	
KM1,KM4	Пускатель магнитный ПМЛ-1210	2	
KM2,KM3	Пускатель магнитный ПМЕ-211	2	
Y1,Y3, Y5,Y6	Клапан электромагнитный SMART SG-5532, 24В	4	НЗ
Y2	Клапан электромагнитный высокотемпературный серии HUS, 24В	1	НЗ
Y4	Клапан электромагнитный SMART SG-5534, 24В	1	НО
V1-V3,V5	Диод выпрямительный, 1N4001	4	
V4	Диод выпрямительный, 1N4001	1	
K1,K2	Реле промежуточное РП-54, 220В	2	
SF1, SF3	Выключатель автоматический ВА47-29-1P 6А	1	
A16	Блок автоматики	1	
A17	Насос погружной SQ 3-40	1	
SF4	Выключатель автоматический ВА47-29-1P 16А	1	
A18	Контроллер системы Sungain	1	
SF5	Выключатель автоматический ВА47-29-3P 20А	1	
A18	Контроллер системы Sungain	1	
A19	Нагреватель индукционный ВИН-7	1	
A20	Насос циркуляционный Grundfoss UPS 25-60	1	

ВКР. 134.196.15.03.04. СХ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разработ	Байрак И.В.		
Проект	Рыбалева А.Н.		
Т.контр.	Рыбалева А.Н.		
Н.контр.	Скрипко О.В.		
Утв.	Востанченко А.А.		
Схема принципиальная электрическая			Литер Масса Масштаб
Разработка автоматизированной системы жизнеобеспечения автономного объекта			Лист 4 / Листов 6 АМГУ 341-зсб

Перечни сигналов системы управления

Перечень входных дискретных сигналов

Наименование	Пояснение
gfec_normal_supply	Включен основной источник питания
gfec_backup_supply	Включен резервный источник питания
ups_acum_normal	UPS - аккумулятор в порядке
ups_backup_supply	UPS - питание от аккумулятора
ups_acum_charging	UPS - аккумулятор заряжается

Перечень входных аналоговых сигналов

Наименование	Пояснение	Единицы измерения	Пределы	Тип сигнала
sw_pressure	Давление холодной воды	бар	0..4	(4-20)мА
hta_pressure	Давление теплоносителя	бар	0..10	(4-20)мА
hw_pressure	Давление горячей воды	бар	0..4	(4-20)мА
htg_pressure	Давление в системе отопления	бар	0..4	(4-20)мА
fuel_level	Уровень топлива	%	0..100	(4-20)мА
sw_temperature	Температура холодной воды	°С	0..100	Pt100
hta_temperature	Температура теплоносителя	°С	-50..250	Pt100
hw_temperature	Температура горячей воды	°С	0..100	Pt100
outair_temperature	Температура наружного воздуха	°С	-50..50	Pt100
htgdw_temperature	Температура прямой воды системы отопления	°С	0..110	Pt100
htgrw_temperature	Температура обратной воды отопления	°С	0..100	Pt100

Перечень выходных дискретных сигналов

Наименование	Пояснение
water_supply	Включен системы водоснабжения
water_drain	Слив из системы водоснабжения
hot_water_supply	Включен системы ГВС
hta_drain	Слив теплоносителя
preheating	Подогрев воды для отопления
hot_water_drain	Слив горячей воды
heating_water_drain	Слив из системы отопления
heating	Включение котла
circ_pump	Включение циркуляционного насоса
circ_pump_speed1	Циркуляционный насос - скорость 1
circ_pump_speed3	Циркуляционный насос - скорость 3

Перечень входных дискретных сигналов, принимаемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение
water_supply_on_from_scada	Включение системы водоснабжения
water_supply_off_from_scada	Выключение системы водоснабжения и слива
water_drain_on_from_scada	Слив из системы водоснабжения
hot_water_supply_on_from_scada	Включение системы ГВС
hot_water_supply_off_from_scada	Выключение системы ГВС и слива теплоносителя
hta_drain_on_from_scada	Слив теплоносителя
heating_supply_on_from_scada	Включение системы отопления
heating_supply_off_from_scada	Выключение системы отопления или слива
heating_water_drain_on_from_scada	Слив из системы отопления

Перечень выходных дискретных сигналов, передаваемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение
gfec_normal_supply_to_scada	Включен основной источник питания
gfec_backup_supply_to_scada	Включен резервный источник питания
ups_acum_normal_to_scada	Аккумулятор в порядке
ups_backup_supply_to_scada	Питание от аккумулятора
ups_acum_charging_to_scada	Аккумулятор заряжается
water_supply_to_scada	Включение системы водоснабжения
water_drain_to_scada	Слив из системы водоснабжения
hot_water_supply_to_scada	Включение системы ГВС
hta_drain_to_scada	Слив теплоносителя
preheating_to_scada	Подогрев воды для отопления
hot_water_drain_to_scada	Слив горячей воды
heating_water_drain_to_scada	Слив из системы отопления
heating_to_scada	Включение котла
heating_supply_to_scada	Включение системы отопления
circ_pump_to_scada	Включение циркуляционного насоса
circ_pump_speed1_to_scada	Циркуляционный насос - скорость 1
circ_pump_speed3_to_scada	Циркуляционный насос - скорость 3
sw_alarm_to_scada	Авария в системе водоснабжения
hw_alarm_to_scada	Авария в системе ГВС
heating_alarm_to_scada	Авария в системе теплоснабжения
electro_attention_to_scada	Неполадки в системе электроснабжения

Перечень выходных аналоговых сигналов, передаваемых по интерфейсу

Наименование	Пояснение	Единицы измерения	Пределы
sw_pressure_to_scada	Давление холодной воды	бар	1..4
hta_pressure_to_scada	Давление теплоносителя	бар	1..10
hw_pressure_to_scada	Давление горячей воды	бар	1..4
htg_pressure_to_scada	Давление в системе отопления	бар	1..4
fuel_level_to_scada	Уровень топлива	%	0..100
sw_temperature_to_scada	Температура холодной воды	°С	0..100
hta_temperature_to_scada	Температура теплоносителя	°С	-50..250
hw_temperature_to_scada	Температура горячей воды	°С	0..100
outair_temperature_to_scada	Температура наружного воздуха	°С	-50..50
htgdw_temperature_to_scada	Температура прямой воды	°С	0..110
htgrw_temperature_to_scada	Температура обратной воды отопления	°С	0..100

Коды СМС-сообщений

Коды входящих СМС-сообщений

Код	Пояснение
000	Запрос статуса всех систем
100	Выключение системы водоснабжения
101	Включение системы водоснабжения
102	Слив воды из системы водоснабжения
200	Выключение системы ГВС
201	Включение системы ГВС
202	Слив теплоносителя из ГВС
300	Выключение системы теплоснабжения
301	Включение системы теплоснабжения
302	Слив воды из системы теплоснабжения

Коды исходящих ответных СМС-сообщений

Код	Пояснение
CW-LOCAL_START	Запуск системы водоснабжения с панели оператора
CW-LOCAL_STOP	Останов системы водоснабжения с панели оператора
CW-LOCAL_DRAIN	Слив воды из системы водоснабжения по команде с панели оператора
CW-DIST_START	Запуск системы водоснабжения по СМС
CW-DIST_STOP	Останов системы водоснабжения по СМС
CW-DIST_DRAIN	Слив воды из системы водоснабжения по команде СМС
HW-LOCAL_START	Запуск системы ГВС с панели оператора
HW-LOCAL_STOP	Останов системы ГВС с панели оператора
HW-LOCAL_DRAIN	Слив теплоносителя из системы ГВС по команде с панели оператора
HW-DIST_START	Запуск системы ГВС по СМС
HW-DIST_STOP	Останов системы ГВС по СМС
HW-DIST_DRAIN	Слив теплоносителя из системы ГВС по команде СМС
HT-LOCAL_START	Запуск системы теплоснабжения с панели оператора
HT-LOCAL_STOP	Останов системы теплоснабжения с панели оператора
HT-LOCAL_DRAIN	Слив воды из системы теплоснабжения по команде с панели оператора
HT-DIST_START	Запуск системы теплоснабжения по СМС
HT-DIST_STOP	Останов системы теплоснабжения по СМС
HT-DIST_DRAIN	Слив воды из системы теплоснабжения по команде СМС

Коды исходящих сообщений по циклическому оповещению и по запросу «000»

Код	Пояснение
Варианты первой части кода	
CW-Stop	Система водоснабжения в режиме «останов»
CW-Ok	Система водоснабжения в режиме «работа»
CW-Drain	Система водоснабжения в режиме «слив»
CW-FAIL-LOW_TEMP-DRAIN	Система водоснабжения в режиме «авария»: низкая температура воды, слив
CW-FAIL-LOW_PRESS-STOP	Система водоснабжения в режиме «авария»: высокое давление воды, останов системы
CW-FAIL	Система водоснабжения в режиме «авария», причины неизвестны/ ликвидированы
Варианты второй части кода	
HW-Stop	Система ГВС в режиме «останов»
HW-Ok	Система ГВС в режиме «работа»
HW-HTA_Drain	Система ГВС в режиме «слив теплоносителя»
HW-FAIL-HIGH-HTA_TEMP-DRAIN	Система ГВС в режиме «авария»: высокое давление теплоносителя, слив теплоносителя
HW-FAIL-LOW_WATER_PRESS	Система ГВС в режиме «авария»: высокое давление воды, останов системы
HW-FAIL-LOW-HTA_PRESS	Система ГВС в режиме «авария»: низкое давление теплоносителя, останов системы
HW-FAIL	Система ГВС в режиме «авария», причины неизвестны/ ликвидированы
Варианты третьей части кода	
HT-Stop	Система теплоснабжения в режиме «останов»
HT-Ok	Система теплоснабжения в режиме «работа»
HT-Drain	Система теплоснабжения в режиме «слив»
HT-FAIL-LOW-HTA_TEMP-DRAIN	Система теплоснабжения в режиме «авария»: низкая температура теплоносителя, слив теплоносителя
HT-FAIL-LOW_PRESS	Система теплоснабжения в режиме «авария»: низкое давление
HT-FAIL-HIGH_TEMP	Система теплоснабжения в режиме «авария»: высокая температура прямой воды
HT-FAIL	Система теплоснабжения в режиме «авария», причины неизвестны/ ликвидированы
Варианты четвертой части кода	
EL-NET,FL=XXX	Электроснабжение от сети, уровень топлива равен XXX
EL-RES,FL=XXX,AC-Ok	Электроснабжение от резервного источника, уровень топлива равен XXX, аккумулятор в порядке
EL-RES,FL=XXX,AC-Defect	Электроснабжение от резервного источника, уровень топлива равен XXX, аккумулятор неисправен
EL-AUTO,AC-Ok	Автономное электроснабжение, аккумулятор в порядке
EL-AUTO,AC-Defect	Автономное электроснабжение, аккумулятор неисправен

Коды исходящих тревожных и предупредительных СМС-сообщений

Код	Пояснение
START	Запуск программы контроллера
CW-FAIL-LOW_PRESS	Авария: низкое давление в системе водоснабжения
CW-FAIL-LOW_TEMP-DRAIN	Авария: низкая температура в системе водоснабжения, слив воды
HW-FAIL-HIGH-HTA_TEMP	Авария: высокая температура теплоносителя в системе ГВС
HW-FAIL-LOW_PRESS	Авария: низкое давление воды в системе ГВС
HW-FAIL-LOW-HTA_PRESS	Авария: низкое давление теплоносителя в системе ГВС
HT-FAIL-LOW-HTA_TEMP	Авария: Низкая температура обратной воды в системе теплоснабжения
HT-FAIL-LOW_PRESS	Авария: низкое давление в системе теплоснабжения
HT-FAIL-HIGH_TEMP	Авария: высокая температура прямой воды в системе теплоснабжения
EL-RES_SWITCH	Предупреждение: переход на резервное электроснабжение
EL-AUTO_SWITCH	Предупреждение: переход на автономное электроснабжение
EL-NET_SWITCH	Предупреждение: переход на основное электроснабжение
EL-AC-Defect	Предупреждение: неисправность аккумулятора
EL-AC-Ok	Предупреждение: аккумулятор в порядке
EL-LOW_FUEL_LEVEL	Предупреждение: низкий уровень топлива
EL-LOW_FUEL-Ok	Предупреждение: уровень топлива в норме

				ВКР. 134.196.15.03.04. В0				
Изм	Лист	№ Документа	Подп	Дата	Перечни сигналов системы управления и коды СМС-сообщений	Литера	Масса	Масшт
Разраб		Бабик И.Ю.						
Провер		Рыбалов А.Н.						
Т.Контр		Рыбалов А.Н.				Лист 5	Листов 6	
Н.Контр		Скрипко Д.В.			Разработка автоматизированной системы жизнеобеспечения автономного объекта	АМГУ 341-эсб		
Умб		Остапенко А.А.						

Привязки основного экрана монитора реального времени

Имя	Тип	Тип данных	Привязка
htg_temperature_R	IN	REAL	htg_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
cw_temperature_R	IN	REAL	cw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hw_temperature_R	IN	REAL	hw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
outair_temperature_R	IN	REAL	outair_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htgdw_temperature_R	IN	REAL	htgdw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htgrv_temperature_R	IN	REAL	htgrv_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
cw_pressure_R	IN	REAL	cw_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htg_pressure_R	IN	REAL	htg_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hw_pressure_R	IN	REAL	hw_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hta_pressure_R	IN	REAL	hta_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
water_drain_from_plc_VALUE	IN	BOOL	water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hta_drain_from_plc_VALUE	IN	BOOL	hta_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hot_water_drain_from_plc_VALUE	IN	BOOL	hot_water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_water_drain_from_plc_VALUE	IN	BOOL	heating_water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
preheating_from_plc_VALUE	IN	BOOL	preheating_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hot_water_supply_from_plc_VALUE	IN	BOOL	hot_water_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
circ_pump_from_plc_VALUE	IN	BOOL	circ_pump_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
water_supply_from_plc_VALUE	IN	BOOL	water_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_supply_from_plc_VALUE	IN	BOOL	heating_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
circ_pump_speed1_from_plc_VALUE	IN	BOOL	circ_pump_speed1_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
circ_pump_speed3_from_plc_VALUE	IN	BOOL	circ_pump_speed3_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
Экран_3_3_R	OUT	REAL	Экран#3.3:Реальное значение (Система.RTM_1)
water_supply_on_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	water_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
water_drain_on_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	water_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hot_water_supply_on_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	hot_water_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hta_drain_on_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	hta_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_supply_on_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	heating_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_water_drain_on_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	heating_water_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_from_plc_VALUE	IN	BOOL	heating_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
cw_alarm_from_plc_VALUE	IN	BOOL	cw_alarm_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hw_alarm_from_plc_VALUE	IN	BOOL	hw_alarm_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_alarm_from_plc_VALUE	IN	BOOL	heating_alarm_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_normal_supply_VALUE	IN	BOOL	gtec_normal_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_backup_supply_VALUE	IN	BOOL	gtec_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
electro_attention_from_plc_VALUE	IN	BOOL	electro_attention_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
water_supply_off_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	water_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hot_water_supply_off_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	hot_water_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_supply_off_to_plc_VALUE	OUT	BOOL	heating_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)

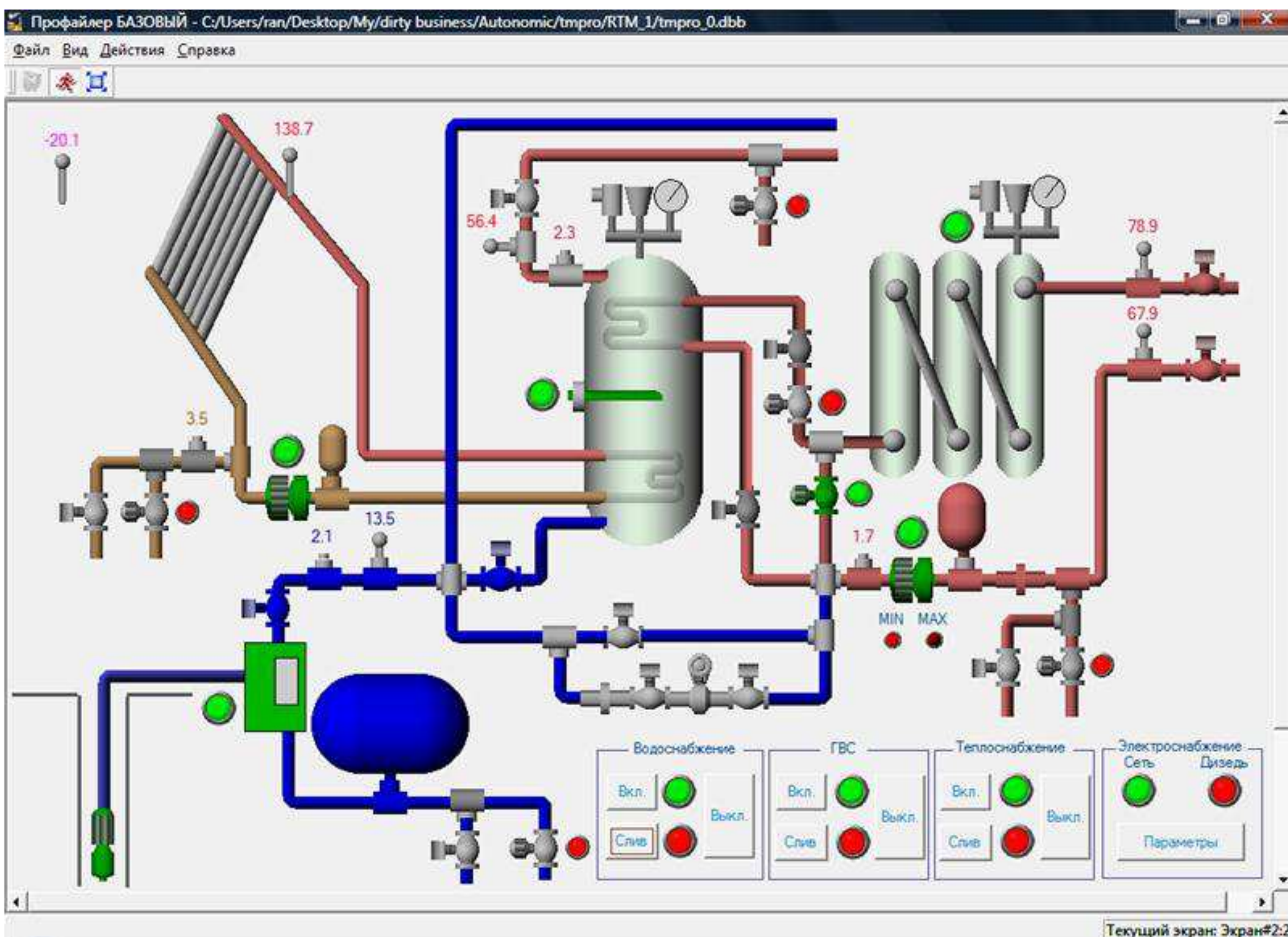
Каналы монитора реального времени

Имя	Тип	Тип данных	Привязка
gtec_normal_supply	IN	BOOL	gtec_normal_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_backup_supply	IN	BOOL	gtec_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_acum_normal	IN	BOOL	ups_acum_normal:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_backup_supply	IN	BOOL	ups_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_acum_charging	IN	BOOL	ups_acum_charging:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
water_supply_from_plc	IN	BOOL	water_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
water_drain_from_plc	IN	BOOL	water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hot_water_supply_from_plc	IN	BOOL	hot_water_supply_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hta_drain_from_plc	IN	BOOL	hta_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
preheating_from_plc	IN	BOOL	preheating_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
hot_water_drain_from_plc	IN	BOOL	hot_water_drain_from_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
heating_supply_on_to_plc	OUT	BOOL	heating_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_water_drain_on_to_plc	OUT	BOOL	heating_water_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hot_water_supply_on_to_plc	OUT	BOOL	hot_water_supply_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hot_water_supply_off_to_plc	OUT	BOOL	hot_water_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
hta_drain_on_to_plc	OUT	BOOL	hta_drain_on_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
heating_supply_off_to_plc	OUT	BOOL	heating_supply_off_to_plc:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Output)
outair_temperature	IN	REAL	outair_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htg_temperature	IN	REAL	htg_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hw_temperature	IN	REAL	hw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
hta_pressure	IN	REAL	hta_pressure:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htgdw_temperature	IN	REAL	htgdw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
htgrv_temperature	IN	REAL	htgrv_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
fuel_level	IN	REAL	fuel_level:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
cw_temperature	IN	REAL	cw_temperature:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)

Привязки дополнительного экрана монитора реального времени

Имя	Тип	Тип данных	Привязка
Экран_3_3_R	OUT	REAL	Экран#3.3:Реальное значение (Система.RTM_1)
fuel_level_R	IN	REAL	fuel_level:Реальное значение (Система.RTM_1.Каналы)
gtec_normal_supply_VALUE	IN	BOOL	gtec_normal_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
gtec_backup_supply_VALUE	IN	BOOL	gtec_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_acum_normal_VALUE	IN	BOOL	ups_acum_normal:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_backup_supply_VALUE	IN	BOOL	ups_backup_supply:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)
ups_acum_charging_VALUE	IN	BOOL	ups_acum_charging:Значение (Источники/Приемники.OPC_1.OPC_Сервер_1.Input)

Основной экран монитора реального времени



Экран отладки и конфигурации обмена СМС

СМС к отправке

Номер тел: 1234567890

20.01.18:19.CW:Ok.HW:Ok.HT:Ok.EL:NET.FL=100.0

Принятое СМС

Номер тел: 1234567890

000

Настройка

Абоненты		Сессии	
Количество:	<input type="text" value="1"/>	Количество:	<input type="text" value="6"/>
Телефон №1:	<input type="text" value="1234567890"/>	Время №1:	<input type="text" value="0"/> часов <input type="text" value="0"/> минут
Телефон №2:	<input type="text" value="2345678909"/>	Время №2:	<input type="text" value="4"/> часов <input type="text" value="0"/> минут
Телефон №3:	<input type="text" value="3456789098"/>	Время №3:	<input type="text" value="8"/> часов <input type="text" value="0"/> минут
		Время №4:	<input type="text" value="12"/> часов <input type="text" value="0"/> минут
		Время №5:	<input type="text" value="18"/> часов <input type="text" value="0"/> минут
		Время №6:	<input type="text" value="20"/> часов <input type="text" value="0"/> минут

Дополнительный экран монитора реального времени

Экран#3:3

GTEC	UPS
Сеть: <input checked="" type="radio"/>	Акк. ок: <input checked="" type="radio"/>
Дизель: <input checked="" type="radio"/>	Пит. от акк.: <input checked="" type="radio"/>
Уровень топлива, %: 52.6	Заряд акк.: <input checked="" type="radio"/>

				ВКР. 134.196.15.03.04. В0			
Изм	Лист	№ Документа	Подп	Дата	Экраны визуализации системы управления	Лист 6	Листов 6
Разраб		Бобжк И.Ю.					
Провер		Рыбаков А.Н.					
Т.Комп		Рыбаков А.Н.					
Н.Комп		Скрипко О.В.			Разработка автоматизированной системы жизнеобеспечения автономного объекта	АМГУ 341-эсб	
Учб		Остапенко А.А.					