

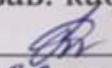
Министерство науки высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

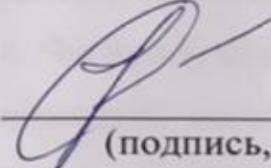
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о.зав. кафедрой
 О.В. Скрипко
« 23 » 06 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

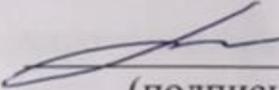
на тему: Автоматизированная система водоснабжения и теплоснабжения коттеджа

Исполнитель
студент группы 741об


10.06.21
(подпись, дата)

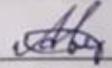
Д.А. Кацель

Руководитель
доцент, канд.техн.наук


11.06.21
(подпись, дата)

А.Н. Рыбалев

Консультант по безопасности
и экологичности
доцент, канд.физ.-мат.наук


11.06.2021
(подпись, дата)

В.Н. Аверьянов

Нормоконтроль
профессор, д-р техн.наук


16.06.2021

О.В. Скрипко

Благовещенск 2021

Лист 4: Алгоритм работы программы

Лист 5: Имитационная модель автоматизированной системы водоснабжения и теплоснабжения коттеджа

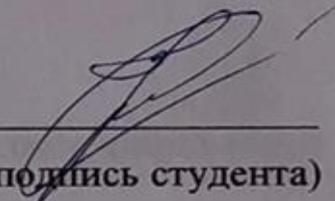
Лист 6: Экраны визуализации процесса и системы управления

6. Дата выдачи задания 2.11.2020

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалев Андрей Николаевич, доцент, канд. тех. наук

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

Задание принял к исполнению (дата): 02.11.2020


(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 93 с., 55 рисунков, 10 таблиц, 23 источник, 7 приложений.

СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР, КОТЁЛ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ, ИММИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, ВОДОСНАБЖЕНИЕ.

Данная работа направлена на разработку проекта автоматизированной системы водоснабжения и теплоснабжения коттеджа.

Целью выпускной квалификационной работы является надёжное и качественное обеспечение коттеджа водой и теплом в с. Чигири Благовещенского района и будет включать в себя разработку программного комплекса автоматизированных средств управления.

В ходе выполнения работы были выполнены расчёты теплопотерь и гидравлики, составлен план расположения использующегося оборудования. Произведен выбор необходимых средств автоматизации для реализации поставленной цели проекта. Разработано управляющее программное обеспечение и представлена имитационная модель системы.

Результатом работы является действующая система управления водоснабжением и теплоснабжением коттеджа, готовая к внедрению в эксплуатацию. Система включает в себя ручной и автоматический режимы работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Характеристика объекта автоматизации (коттеджа)	10
1.1 Краткие сведения об объекте автоматизации	10
1.2 Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации	10
1.3 Сведения о солнечной системе отопления	13
1.4 Сведения о требуемых сопротивлениях теплопередаче ограждающих конструкций	14
2 Гидравлический расчет	16
3 Выбор оборудования	19
3.1 Электрический котел ZOTA – 30 «Лух» Q = 30 кВт	19
3.2 Напольный водонагреватель косвенного нагрева Parpol 200л VS 200, 500200	22
3.3 Буферная емкость Parpol 1000л TS 1000, 801000	23
3.4 ТЭН 3000Вт	25
3.5 Группа безопасности VT.460.0 Valtec	25
3.6 Погружной насос Grundfos SQE-1-50 0.70 kW	26
3.7 Солнечный коллектор ЯSolar-VU-20, 20 U-трубок, корпус и алюминиевая рама	28
3.8 Насосная станция циркуляционная 25/60 Mono	30
3.9 Расширительный бак SOLAR-PLUS 25 л	31
3.10 Трехходовой смесительный клапан 1” 1/32 VT.MIX03.G.06X Valtec	32
3.11 Кран шаровой BASE ¾” с полусгоном VT.226.N.05 Valtec	33
3.12 Кран шаровой BASE 1” VT.217 Valtec	34
3.13 Кран шаровой BASE 1/2” VT.219 Valtec	34
3.14 Насос циркуляционный Grundfos UPS 25/40	35
3.15 Расширительный бак, гидроаккумулятор 50 л вертикальный	36

STW-0002-000050SQE 1-50 STOUT	36
3.16 Фильтр механической очистки косой с заглушкой ¾” VT.193.N.05 Valtec	37
3.17 Реле давления РДЭ-10М-1,5 РДЭ10.0М1,5 Акваконтроль	38
3.18 Алюминиевый радиатор RoyalThermo MONOBLOCK A	40
4 Выбор средств автоматизации	41
4.1 Выбор управляющего устройства	41
4.2 Сенсорная панель оператора ОВЕН	42
4.3 Симистор 16А 600В, 50мА	43
4.4 Блок управления тиристорами и симисторами	44
4.5 ТРМ 138	46
4.6 Привод для клапана регулирования температуры в ГВС от котла	47
4.7 Привод для регулирования трехходовых клапанов	48
4.8 ДТС термосопротивления для измерения температуры воздуха	50
4.9 Датчик температуры в трубопроводах и баке ГВС	51
4.10 Датчик давления в трубопроводах	52
4.11 Датчик уровня в баке ГВС	53
4.12 Блок питания	54
5 Разработка функциональной схемы автоматизации	56
6 Разработка иммитационной модели системы управления водоснабжением и теплоснабжением коттеджа	58
6.1 Иммитационная модель автоматизированной системы водоснабжения и теплоснабжения коттеджа	58
6.2 Разработка управляющей программы системы водоснабжения и теплоснабжения коттеджа	62
7 Безопасность жизнедеятельности	67
7.1 Требования электробезопасности при технологическом присоединении частного дома к электрическим сетям	67
7.2 Схемы защитного зануления и заземления	69

Заключение	75
Библиографический список	76
Приложение А	79
Приложение Б	80
Приложение В	81
Приложение Г	82
Приложение Д	83
Приложение Е	84
Приложение Ж	85

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АС – архитектурно-строительные решения;

СНиП – строительные нормы и правила;

ИТП – индивидуальный тепловой пункт;

ТЭН – трубчатый электронагреватель;

GSM – Global System for Mobile Communications

(глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи);

ГВС – горячее водоснабжение;

КПД – коэффициент полезного действия;

ПЛК – программно-логический контроллер;

БУСТ – блок управления тиристорами и симисторами;

ТРМ – терморегулятор микропроцессорный;

БП – блок питания;

ПИД регулятор – пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор;

ОРС – Open Platform Communications.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация производства – это процесс развития машиностроения, при котором функции контроля и управления, ранее выполнявшиеся человеком, передаются техническим устройствам (инструментам и устройствам автоматизации). Автоматизация технологического процесса – это совокупность разработанных методов и инструментов. внедрить систему или системы, позволяющие управлять технологическим процессом самостоятельно без непосредственного участия человека или оставляя за ним право принимать наиболее ответственные решения [22].

Энергоэффективный дом – это дом на одну семью или блок-хаус с землей, которая радикально эффективна с точки зрения ресурсов и с низким уровнем загрязнения, здорова и удобна, неагрессивна по отношению к окружающей среде. Это достигается в основном за счет использования автономных или коллективных инженерных систем жизнеобеспечения и рациональной строительной конструкции дома. Традиции энергосбережения в градостроительстве и строительстве за последнее десятилетие были утрачены во многих городах России [23].

Промышленное жилье требует для своего существования обслуживающих учреждений, крупных инженерных сетей и отраслей, которые их поддерживают. Современные здания наносят экологический ущерб окружающей среде из-за инженерной инфраструктуры и обслуживающего ее производственного сектора.

Более очевидным является то, что будущее развивающихся городов имеет связь с противоположной тенденцией, а точнее с большим распространением малоэтажной экологичной застройки.

Сейчас становится более очевидным, что будущее городов связано с противоположной тенденцией.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ (КОТТЕДЖА)

1.1 Краткие сведения об объекте автоматизации

1 этаж:

- Гостиная 39,7 м²;
- Кухня 17,1 м²;
- Прихожая 16,8 м²;
- Гардеробная 2,8 м²;
- Туалет 2,6 м²;
- Гараж 40,7 м².

2 этаж:

- Спальня(1) 19,6 м²;
- Спальня(2) 19,4 м²;
- Спальня(3) 17,1 м²;
- Холл 5,7 м²;
- Совмещённый с/у (ванная) 10,8 м².

1.2 Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации

Индивидуальный двухэтажный коттедж в с. Чигири Благовещенского района.

Общие данные

1. Проектная документация в части АС (архитектурно-строительные решения) разработана на основании задания заказчика.
2. Проектная документация разработана применительно к следующим условиям строительства:
 - расчётная зимняя температура наружного воздуха – 34 °С ;
 - вес снегового покрова для I снегового района – 80 кгс/м² ;
 - скоростной напор ветра для III района – 38 кгс/м² ;
 - сейсмичность площадки – 6 баллов.

3. Характеристики здания:

- степень огнестойкости – III;
- класс функционально пожарной опасности – Ф1.3.

4. Фундаменты предусмотренные ленточные из монолитного железобетона, армированные арматурной сталью кл. АIII(A400). Основанием для фундаментов служит местный грунт (изыскания не проводились). Фундаменты устраиваются по слою песчано-гравийной подготовки толщиной 300 мм. Ввиду отсутствия геологических изысканий качество грунтов принято как для наихудшего варианта. В случае залегания в основании фундаментов гравелистых грунтов подготовка не требуется.

5. Гидроизоляция фундаментов горизонтальная и вертикальная выполняется окраской битумной мастикой за 2 раза.

6. Стены трёхслойные с эффективным утеплителем. Утепление – пенополистирол ПСБ-С-35 толщиной 150 мм. Кладку цокольной части до отм. -0.270 выполнялась из кирпича керамического М150 на растворе М100. Горизонтальную гидроизоляцию на отм. -0.120 (между кладкой 1 этажа и монолитным поясом Пм1) выполняли из ц.п. раствора толщиной 20 мм в составе 1:2.

7. Перекрытия – плиты железобетонные круглопустотные.

8. Кровля с холодным чердаком, покрытие – черепица битумная. Огнезащитная обработка деревянных конструкций выполнялась окраской огнезащитными составами за 2 раза, с применением колера.

9. Отмостка вокруг здания – асфальтобетонная $\delta=100$ мм шириной 700 мм по щебёночной подготовке толщиной 150 мм.

Основные строительные показатели

Площадь застройки 189,3 м²;

Общая площадь здания 217,8 м²;

Общая площадь помещений 192,3 м²;

Общая площадь помещений жилой части 151,6 м²;

Жилая площадь 81,5 м²;

Указания по сертификации.

До начала строительства объекта заказчику необходимо предоставить сертификаты соответствия, а также технические свидетельства или сертификаты соответствия для применяемых импортных материалов и оборудования.

Общие данные.

Проектная документация на объект: «Автономная система водоснабжения и теплоснабжения жилого дома по адресу: с. Чигири Благовещенского района» выполнена на основании технического задания и архитектурно-конструкторских чертежей, в соответствии со следующими нормативными документами:

1. СП 60.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 41-01-2003) «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
2. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования»;
3. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»;
4. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

Сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей систем отопления и вентиляции

Источник теплоснабжения котельное оборудование в ИТП – температурный график на выходе из котельной: 80 °С /70 °С.

Отопление:

Во всех помещениях с постоянным или длительным пребыванием людей (более 2-х часов), а также в помещениях, в которых по технологическим требованиям необходимо поддержание положительных температур, предусматривается отопление. Система отопления рассчитана на возмещение расходов тепла через ограждающие конструкции и на нагрев воздуха, поступающего через открывающиеся наружные двери и окна в зимний период

года. Расчётные теплотери здания соответствуют максимальному дефициту теплоты в помещении при расчётной температуре наружного воздуха $t_{нар}$. В жилом доме по адресу: с. Чигири Благовещенского района предусмотрена радиаторная система отопления (попутная, 2-х трубная система), через алюминиевые радиаторы «RoyalThermo MONOBLOCK A». Удаление воздуха из системы отопления производится при помощи воздухоотводчиков, установленных в верхних точках системы и на радиаторах. Регулировка температуры осуществляется при помощи термостатических клапанов. ИТП:

В качестве теплоносителя для всех систем используется вода с температурным графиком 80/70°C. Подача теплоносителя производится от котельного оборудования производителя «Zota», а именно электродкотла Zota-30 «Lux» и солнечных коллекторов ЯSolar VU-20. В качестве циркуляционного насоса в ИТП используется UPS 25-40, фирмы «Grundfos». Для компенсации температурного расширения теплоносителя предусмотрен расширительный бак SOLAR-PLUS V=25 л.

1.3 Сведения о солнечной системе отопления

Солнечные коллекторы выступают в качестве дополнительного источника тепловой энергии для обеспечения горячей водой и помощи системе отопления. В качестве теплоносителя солнечного контура для круглогодичной работы системы используется антифриз на основе высокотемпературных гликолей. Передача тепла от солнечных коллекторов осуществляется при помощи нижнего теплообменника встроенного бака теплоаккумулятора. Гарантированным источником тепла может выступать котел или ТЭН, с возможностью управления цифровым контроллером (опционально). Приготовление горячей воды происходит проточно с помощью специального верхнего теплообменника из нержавеющей стали с увеличенной площадью в баке-теплоаккумуляторе. Включение циркуляционного насоса солнечной системы происходит автоматически по

сигналу цифрового контроллера, если температура в солнечных коллекторах выше температуры воды в баке. Таким образом исключена возможность оттока тепла в ночной период.

Обоснования энергетической эффективности конструктивных и инженерно-технических решений

Для регулирования теплоотдачи на подводках к радиаторам предусмотрены термостатические клапаны, которые позволяют экономить до 15% тепловой энергии за счёт выставления требуемой температуры помещения.

1.4 Сведения о требуемых сопротивлениях теплопередаче ограждающих конструкций

Расчеты гидравлических и тепловых параметров инженерных систем – очень ответственная работа. Любая из допущенных при ее выполнении ошибок может обернуться неспособностью оборудования обеспечить комфортное пользование и необходимостью в капитальной переделке системы. При этом времена массового применения типовых проектов остались в прошлом, и проектировщику каждый раз приходится иметь дело с решением уникальной задачи. Специалистами VALTEC разрабатываются средства, позволяющие избежать трудоемких расчетов инженерных систем вручную или максимально облегчить их проведение [24].

Программа VALTEC.PRG находится в открытом доступе и дает возможность рассчитать водяное радиаторное, напольное и настенное отопление, определить теплопотребность помещений, необходимые расходы холодной, горячей воды, объем канализационных стоков, получить гидравлические расчеты внутренних сетей тепло- и водоснабжения объекта. Кроме того, в распоряжении пользователя – удобно скомпонованная подборка справочных материалов. Благодаря понятному интерфейсу освоить программу можно, и не обладая квалификацией инженера-проектировщика. Программа соответствует требованиям российских нормативных документов,

регулирующих проектирование и монтаж инженерных систем (сертификат соответствия) [24].

Расчёт определения теплопотерь был выполнен с помощью программы Valtec PRG и представлен в рисунке 1.

VALTEC		ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ		
Этаж	Теплопотери по группам помещений, Вт			
1	Жилое многоквартирное			
	Помещение	Теплопотери	Инфильтрация	Итого
	Прихожая	1509.83	638.64	2148.47
	Гардероб	246.81	223.89	470.70
	Кухня	657.11	1145.66	1802.77
	Гостиная	2591.48	2695.46	5286.94
	С/у	17.09	2.56	19.65
	Итого по группе:	5022.33	4706.21	9728.53
Итого по этажу:	5022.33	4706.21	9728.53	
Этаж	Теплопотери по группам помещений, Вт			
2	Жилое многоквартирное			
	Помещение	Теплопотери	Инфильтрация	Итого
	Ванная	722.90	653.73	1376.62
	Холл	45.92	6.89	52.81
	Спальня 1	1235.50	1313.15	2548.66
	Спальня 2	1184.88	1299.75	2484.63
	Спальня 3	1176.03	1145.66	2321.69
	Итого по группе:	4365.23	4419.17	8784.41
Итого по этажу:	4365.23	4419.17	8784.41	
Этаж	Теплопотери по группам помещений, Вт			
цокольный	Жилое многоквартирное			
	Помещение	Теплопотери	Инфильтрация	Итого
	Гараж	4597.67	3633.46	8231.13
	Итого по группе:	4597.67	3633.46	8231.13
Итого по этажу:	4597.67	3633.46	8231.13	
Итого по объекту:		13985.22	12758.84	26744.07

Рисунок 1 – Определение теплопотерь через ограждающие конструкции

Обоснование оптимальности размещения отопительного оборудования

Радиаторы располагаются преимущественно под окнами у наружных стен без устройства ниш. Монтаж, пуск и наладку систем отопления вести в соответствии СНиП «Внутренние санитарно-технические системы».

Описание технических решений, обеспечивающих надёжность работы систем в экстремальных условиях.

Технические решения, принятые в проекте, обеспечивают надёжность работы систем отопления в экстремальных условиях.

Возможно применение аналогичных материалов, не уступающих по качеству проектным предложениям.

2 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Гидравлический расчёт был выполнен с помощью программы Valtec PRG и представлен в рисунке 2.

VAL...		ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ													
1. Исходные данные: Тип системы: Отопление															
2. Расчет															
Ветка (кольцо)	Участок	Материал труб	Ø внутр.	Темп. °С	Вязк. мм ² /с	Теплоемк. Дж/кг К	Плот. кг/м ³	Расход		Длина уч. м	Скор. м/с	Лин. потери давл.	Потери на КМС Па	Гравит. потери Па	Общие потери давл.
								л/с	кг/с						
Ветка 1 этажа	Участок 0-1	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.233	0.227	2.6	0.55	403	89	0	492
	Участок 1-2	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.208	0.203	5.3	0.49	645	59	0	704
	Участок 10-11	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.075	0.073	2.3	0.18	46	8	0	54
	Участок 11-12	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.050	0.049	2.1	0.12	21	3	0	24
	Участок 12-13	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.025	0.024	3.7	0.06	11	4	0	15
	Участок 13-14	Полипропилен	23.2	60.0	0.5	4184.0	983.0	0.232	0.227	3.0	0.55	475	297	0	773
	Участок 2-3	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.188	0.182	4.6	0.44	460	259	0	719
	Участок 3-4	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.167	0.162	6.2	0.39	507	189	0	696
	Участок 4-5	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.158	0.154	1.6	0.37	120	171	0	290
	Участок 5-6	Металлопластик	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.146	0.142	1.6	0.35	104	145	0	248
	Участок 6-7	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.138	0.134	2.1	0.33	123	232	0	354
	Участок 7-8	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.121	0.117	1.1	0.29	51	159	0	210
	Участок 8-9	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.108	0.105	3.3	0.26	127	16	0	143
	Участок 9-10	Полипропилен	23.2	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.100	0.097	7.7	0.24	257	6397	0	6655
ИТОГО										47.2		3349	8028	0	11378
Участок 0-1 без стояка	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.117	0.113	1.0	0.54	222	424	0	647	
VAL...															
Ветка 2 этажа	Участок 1-2	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.100	0.097	1.7	0.46	279	52	0	331
	Участок 2-3	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.083	0.081	5.1	0.39	608	36	0	644
	Участок 3-4	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.067	0.065	7.6	0.31	613	125	0	738
	Участок 4-5	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.050	0.049	6.2	0.23	302	70	0	372
	Участок 5-6	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.042	0.041	1.6	0.19	57	49	0	105
	Участок 6-7	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.029	0.028	1.6	0.13	30	24	0	54
	Участок 7-8	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.021	0.020	3.3	0.10	35	22	0	57
	Участок 8-9	Полипропилен	16.6	80.0	0.4	4196.0	972.0	0.013	0.012	2.9	0.06	12	4	0	16
	Участок 9-10	Полипропилен	16.6	60.0	0.5	4184.0	983.0	0.116	0.114	7.0	0.54	1606	17386	0	18992
ИТОГО										38.0		3765	18192	0	21956

Рисунок 2 – Гидравлический расчёт

Общие указания

Отопление

1. Проектные чертежи индивидуального жилого дома в с. Чигири Благовещенского района выполнены на основании:
 - технического задания на проектирование;
 - архитектурно-строительной части проекта.
2. Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных

норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

3. Схема присоединения системы отопления – независимая, параметры теплоносителя в системе отопления – 80/70 °С.

4. В помещениях жилого дома проектом предусмотрена система отопления в соответствии с разделом 6 СП 60.13330.2016. При расчёте теплопотерь здания сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций приняты в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

5. В помещениях первого и второго этажей запроектирована система водяного отопления с местными отопительными приборами с параметрами теплоносителя 80-60 °С.

6. Система отопления помещений предусмотрена двухтрубная, с горизонтальной разводкой и попутным движением теплоносителя.

7. Для гидравлической увязки стояков между собой использованы термостатическими вентили и шаровой кран, установленные на подводках к отопительным приборам. На подводящем трубопроводе предусмотрены термостатические вентили с терморегуляторами, на отводящем – шаровой кран.

8. В качестве нагревательных приборов приняты алюминиевые радиаторы RoyalThermo Monoblock A.

9. Удаление воздуха из системы отопления осуществляется через радиаторы при помощи кранов Маевского. Опорожнение систем отопления осуществлять компрессором через шаровые краны, предусмотренные в техническом помещении.

Солнечная система отопления.

1. Солнечные коллекторы выступают в качестве дополнительного источника энергии для обеспечения горячей водой и помощи системе отопления.

2. В качестве теплоносителя солнечного контура для круглогодичной работы системы используется антифриз на основе высокотемпературных гликолей.

3. Передача тепла от солнечных коллекторов осуществляется при помощи нижнего теплообменника, встроенного в бак-теплоаккумулятор.

4. Гарантированным источником тепла может выступать котёл или ТЭН, с возможностью управления цифровым контроллером (опционально).

5. Приготовление горячей воды происходит проточно с помощью специального верхнего теплообменника из нержавеющей стали с увеличенной площадью в баке-теплоаккумуляторе.

6. Включение циркуляционного насоса солнечной системы происходит автоматически по сигналу цифрового контроллера, если температура в солнечных коллекторах выше температуры воды в баке. Таким образом исключена возможность оттока тепла в ночной период. Так же возможно управление другими циркуляционными насосами и электроприводами с помощью цифрового контроллера (опционально).

7. Для обеспечения безаварийной работы системы солнечного теплоснабжения необходимо предусмотреть подачу электроэнергии цифровому контроллеру и циркуляционному насосу. Данную потребность возможно обеспечить системой резервного питания с источником бесперебойного питания и аккумулятором или системой солнечного электроснабжения.

8. В качестве защиты от перегрева теплоносителя солнечной системы возможно организовать контур отвода тепла (отдельный радиатор или полотенцесушитель), перенаправление потока теплоносителя может управляться автоматически по сигналу контроллера на 3-х ходовой электроклапан.

План расположения оборудования см. в ПРИЛОЖЕНИЕ А.

3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Электрический котел ZOTA – 30 «Lux» Q = 30 кВт

Цена 40 270 руб;

Площадь обогрева 300 кв.м;

Ступени мощности 10-20-30;

Питание 380 В;

Размеры присоед. 1 ¼”;

Размеры 765x390x240;

Масса 30 кг.

Внешний вид котла представлен на рисунке 3.

Описание:

Рабочее давление – выдерживает постоянное давление в 6 атм.

Особенности:

Регулировка температуры воздуха в помещении от +5 до +35°C позволяет сокращать расходы на отопление за счет поддержания минимальной безопасной температуры.

Реализована схема защиты блока управления от кратковременного предельного перенапряжения сети (до 400 В) [1].

Оptionальное подключение модуля GSM для контроля параметров системы отопления и управления основными функциями котла с помощью сотового телефона или планшета. GSM-модуль также позволяет получать аварийные оповещения;

Блоки ТЭН изготовлены из нержавеющей стали. Уникальные конструктивные особенности ТЭНов позволяют снизить ваттную нагрузку на единицу площади поверхности ниже номинальной, что увеличивает срок службы.

Модульность электронных компонентов упрощает работу с котлом. Разъемы для подключения электронных блоков и датчиков имеют

отличающиеся размеры. Что исключает ошибку при монтаже и обслуживании.

На рисунке 4 показан внешний вид лицевой панели котла и представлено описание имеющихся функций на панели.

Для увеличения срока службы блоков ТЭН в котле применена функция учета часового ресурса. ТЭНы включаются поочередно (с ротацией) и вырабатывают свой ресурс более полно и равномерно. Исключается ранний выход из строя одного из нагревательных элементов.

Расширенный диапазон питающих напряжений, благодаря использованию импульсного источника питания для электронных блоков котла и управляющих цепей блока коммутации.

Функция хронотермостата, с часами реального времени, обеспечивает управление параметрами в зависимости от времени суток и дня недели.

Хронотермостат позволяет настроить работу котла по выгодному ночному тарифу.

Функция погодозависимого регулирования. Температура теплоносителя, подходящая для пользователя, подбирается котлом автоматически, относительно уличной температуры.

За счет применения чувствительных датчиков и схемы электронной коррекции поддерживается точная температура теплоносителя и воздуха в помещении.

Управление циркуляционным насосом с целью уменьшения энергопотребления;

Самодиагностика неисправностей со звуковой сигнализацией и выводом информации на цифровой дисплей.

Сохранение настроек работы в случае аварийного отключения котла от сети.

Установленные датчики:

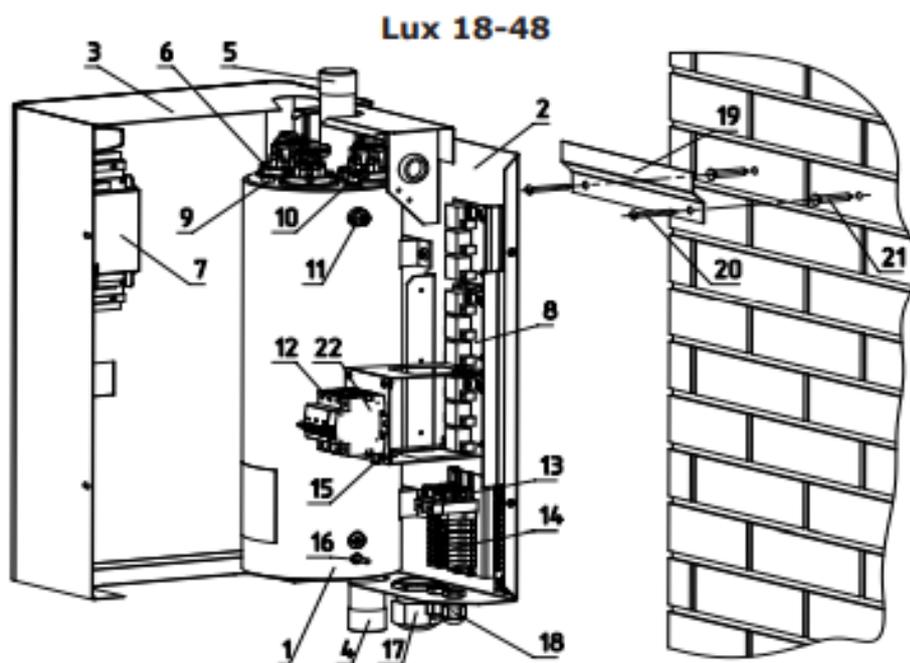
– датчик температуры теплоносителя;

- датчик температуры воздуха в помещении;
- датчик перегрева теплоносителя;
- датчик уровня теплоносителя;
- датчик уличной температуры.

Дополнительные комплектующие

- GSM-модуль.

На рисунке 3 показано рекомендованное расположение котла по технике безопасности.



- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 - Корпус водонагревателя | 14 - Колодки для присоединения датчиков температуры воздуха, насоса, термостата |
| 2 - Основание водонагревателя | 15 - Предохранитель блока управления |
| 3 - Кожух водонагревателя | 16 - Болт для присоединения заземления |
| 4 - Патрубок входа теплоносителя | 17 - Кабельный ввод для силового кабеля |
| 5 - Патрубок выхода теплоносителя | 18 - Кабельные вводы для проводов от внешних устройств |
| 6 - Блок нагревательных элементов | 19 - Кронштейн настенный |
| 7 - Блок управления | 20 - Шуруп 6x50 |
| 8 - Блок силовой | 21 - Пластиковый дюбель |
| 9 - Датчик температуры воды | 22 - Расцепитель |
| 10 - Датчик перегрева | 23 - Хомут обжимной |
| 11 - Датчик уровня воды | |
| 12 - Вводной автомат | |
| 13 - Предохранитель насоса | |

Рисунок 3 – Электрический котел ZOTA



Рисунок 4 – Описание лицевой панели котла

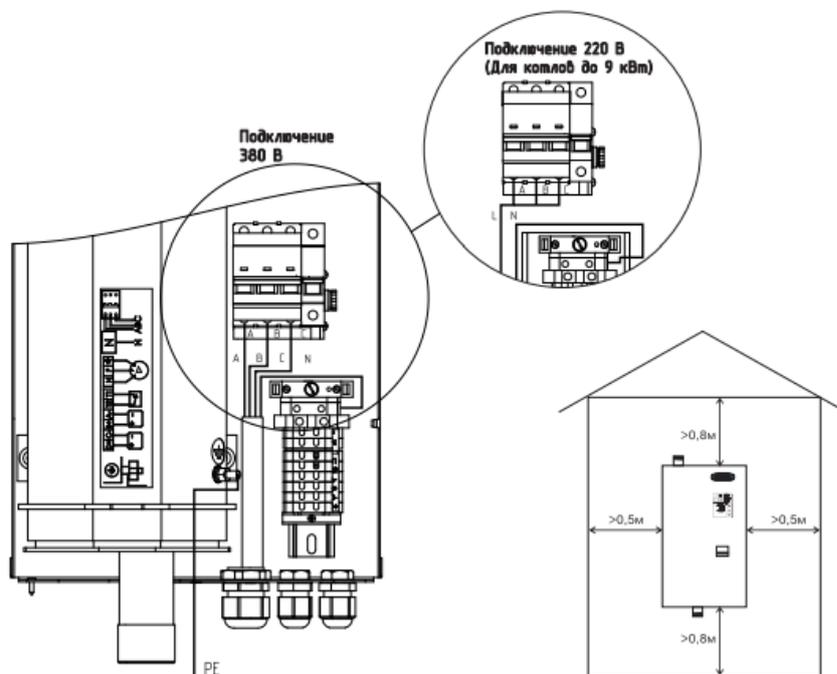


Рисунок 5 – Расположение по ТБ

3.2 Напольный водонагреватель косвенного нагрева Parpol 200л VS 200, 500200

На рисунке 6 показаны внешний вид напольного водонагревателя.



Рисунок 6 – Напольный водонагреватель косвенного нагрева Parpol

- цена 357 220 р.;
- модель VS 200;
- артикул 500200;
- вместительность 200 л;
- эл.ТЭН (опционально), kw 3/27;
- номинальное давление бака, bar 8;
- номинальное давление ТО, bar 10;
- площадь теплообменника, м² 4,9;
- мощность теплообменников, kw 145;
- производительность $\Delta T 35^{\circ}\text{C}/60\text{-}80^{\circ}\text{C}, \text{L/h}$ 3580;
- изоляция - жесткий полиуретан, мм 100 [2].

3.3 Буферная емкость Parpol 1000л TS 1000, 801000

Буферная емкость (теплоаккумулятор) – это емкость с водой или антифризом, которая быстро нагревается, пока работает котел, и постепенно отдает свое тепло в систему отопления. Установка емкости позволит сократить

количество топок (включения котла); дает возможность котлу работать в полную силу с максимальным КПД; при работе с твердотопливным котлом достигается экономия топлива до 30%; предотвращает закипание котла; увеличивает срок службы котла. При нагреве с помощью электричества и использование двухчётного тарифа, емкость позволяет накопить тепло ночью (когда электричество на много дешевле) и расходовать его днем. В емкости TS установлен дополнительный теплообменник для систем отопления [3].

Изображение буферной емкости показано на рисунке 7.

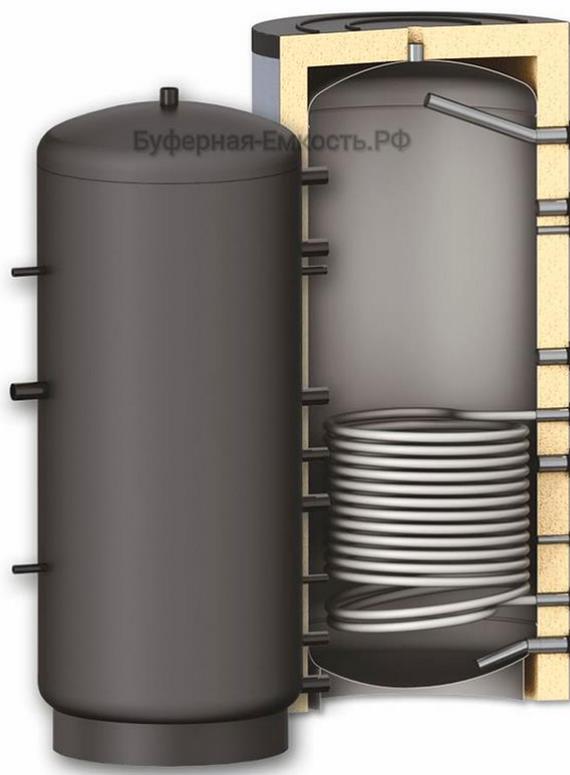


Рисунок 7 – Буферная емкость Parpol 1000л TS 1000, 801000

- цена 99 170 руб.;
- модель TS 1000;
- артикул 801000;
- вместительность 1000 л;
- номинальное давление , 3 bar;
- площадь теплообменника, 3,5 м²;
- мощность теплообменников, 101 кВт.

3.4 ТЭН 3000Вт

Для нагрева воды в баке ГВС и буферной емкости были выбраны ТЭНы представленные на рисунке 8.



Рисунок 8 – ТЭН 3000 Вт

Характеристики:

- Диаметр тэн/13 мм;
- Размеры габаритные 190 мм;
- Материал нагревателя - оцинкованная сталь;
- Мощность/ 3 кВт ;
- Напряжение/ 220 В;
- Тип/размер штуцера – М18;
- Материал фланца/штуцера - углеродистая сталь;
- Рабочая среда – вода;
- Тип нагревателя – трубчатый;
- Тип подключения резьбовая шпилька [20].

3.5 Группа безопасности VT.460.0 Valtec

Комплектная группа безопасности для оснащения котлов и бойлеров систем автономного отопления, ГВС (рисунок 9). Применяется в установках с тепловой мощностью до 44 кВт (определяется штатным предохранительным клапаном), номинальным давлением не выше 10 бар, рабочей температурой не более 120 °С. Допустимая рабочая среда – пар, вода, незамерзающий теплоноситель (максимальное содержание гликолей – 50 %). Состав изделия: предохранительный клапан (настройка – фиксированная, 3 бара),

автоматический воздухоотводчик, манометр, латунный никелированный корпус. Предусмотрен резьбовой патрубок для подключения расширительного бака (диаметр – 3/4”). Группа безопасности котла монтируется на выходе теплогенератора. Резьба присоединения – внутренняя, 1” [4].



Рисунок 9 – Группа безопасности VT.460.0 Valtec

3.6 Погружной насос Grundfos SQE-1-50 0.70 kW

Скважинный насос Grundfos SQE 1-50 (рисунок 10) используется для перекачивания чистых вод, которые не содержат твердых частицы или волокна. Кроме того, для подачи грунтовой воды эти насосы применяются в системе водоснабжения частных домов, небольших водопроводных станций, ирригационных систем. Максимальный расход насоса составляет 1,7 м³/час, а максимальный напор – 71 метр.



Рисунок 10 – Погружной насос Grundfos

Непрерывное поступление чистой, свежей воды к нам домой во все раковины, душевые, на самом деле является роскошью, хоть и воспринимается как должное. Технологии в наше время способны обеспечить вас всем необходимым для постоянного доступа к воде. Живете ли вы в Москве или в

Лондоне, или же в любом другом городе мира, насосы GRUNDFOS обеспечат подачу необходимого количества воды под нужным напором.

На рисунке 11 показано возможное подключение насоса.

Оборудование снабжено системами предохранителей от работы всухую, которые инициируют автоматическое отключение, в том случае, когда в водозаборном источнике сухо. Насосы этой серии отличаются производительностью, долговечностью, что достигается встраиванием стекловолокна в гидравлические элементы. Все аппараты экономичны в расходе тока, что значительно уменьшает затраты пользователя и возможна установка в различном положении [5].

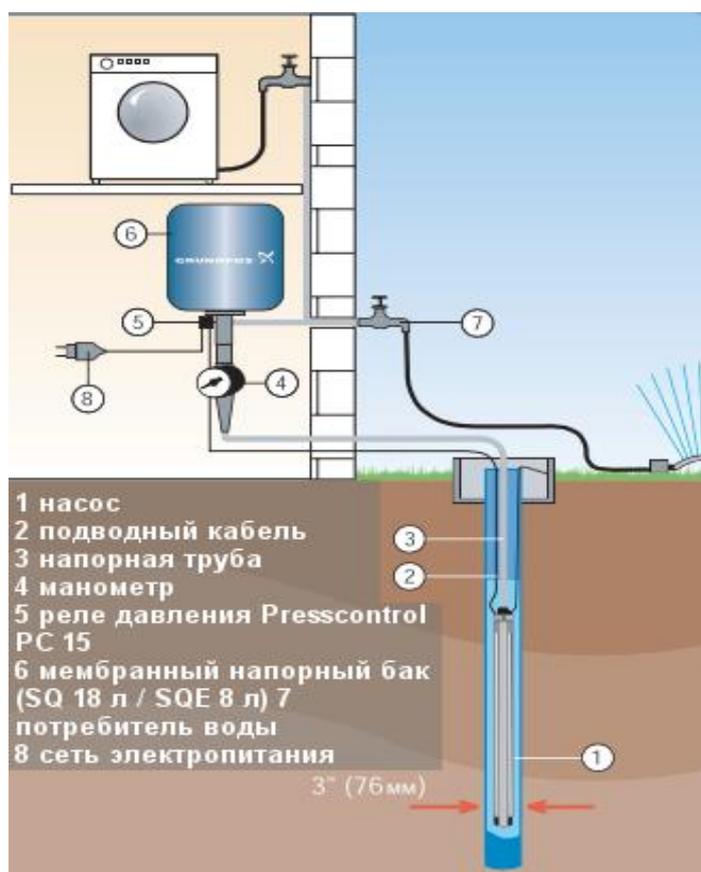


Рисунок 11 – Схематическое подключение насоса

Характеристики:

- максимальный расход: 1,7 м³/час;
- максимальный напор: 71 м;
- номинальный расход: 1 м³/час;

- номинальный напор: 52 м;
- диаметр насоса: 7,4 см;
- номинальная мощность: 0,7 кВт;
- подводимая мощность: 1,02 кВт;
- номинальный ток: 5,2 А;
- напряжение сети: 1х230 В;
- промышленная частота: 50 Гц;
- число ступеней: 3;
- диаметр соединения: 1 1/4";
- рабочая жидкость: вода;
- допустимая температура перекачиваемой жидкости: до +35 °С;
- класс защиты: IP 68;
- максимальное содержание песка: 50 г/м³;
- материал корпуса: нержавеющая сталь.

3.7 Солнечный коллектор ЯSolar-VU-20, 20 U-трубок, корпус и алюминиевая рама

Вакуумный солнечный коллектор ЯSolar VU – это первый вакуумный солнечный нагреватель, выпускаемый в России. Внешний вид коллектора показан на рисунке 12.

ЯSolar VU-20 имеет улучшенную конструкцию с U-трубками (прямоточный тепловой канал), обеспечивающую его высокую надежность и максимальную эффективность. Теплоноситель течет непосредственно внутри медных трубок, которым передается тепло от алюминиевого профиля. Данный профиль контактирует по всей внутренней поверхности стеклянной трубки, на которую нанесено высокоселективное покрытие. Тепловую изоляцию обеспечивает технический вакуум.



Рисунок 12 – Солнечный коллектор ЯSolar-VU-20

Солнечный вакуумный коллектор ЯSolar VU-20

- 20 U-трубок, корпус и алюминиевая рама по периметру
- габаритные размеры, мм: 1980 x 1575 x 150;
- внешний диаметр трубки, мм: 58;
- апертура AG, м²: 1,66;
- вес (сухой) m, не более, кг: 69;
- объём каналов панели V, л: 3,6;
- рабочее давление P_{max}, bar: 10;
- толщина стенки теплообменника и U трубок, мм: 1;
- соединительные размеры: 4 патрубка D22 мм;
- материал труб и теплообменника: медь;
- селективное покрытие трубки: многослойное (12 слоев) солнечное абсорбирующее покрытие типа Al-T/SS/Cu;
- прозрачная изоляция: Вакуумный 3x10⁻³ Pa;
- теплоизоляция корпуса : двойной мат из инновационного высокотемпературного материала, 60-70 мм;
- корпус коллектора: алюминий [6].

Вид U-образной трубки из которых состоит коллектор представлен на рисунке 13.

Коллектор медных труб в ЯSolar VU выполнен в виде современной конструкции с непосредственным протеканием теплоносителя и снабжен

алюминиевыми теплопередающими элементами.



Рисунок 13 – Вид U-образной трубки солнечного коллектора

Благодаря этому, солнечный коллектор ЯSolar VU обладает большей эффективностью, по сравнению с распространенными импортными аналогами, а именно:

- отсутствует минимальная температура начала работы солнечного коллектора;
- работоспособность сохраняется при любом угле наклона;
- наиболее эффективная теплопередача между стеклом трубки и теплоносителем;
- работает с меньшими потерями при теплопередаче энергии теплоносителю [7].

3.8 Насосная станция циркуляционная 25/60 Mono

Для принудительной циркуляции теплоносителя в системах солнечного теплоснабжения и системах отопления используются циркуляционные насосы NovaSol (рисунок 14).



Рисунок 14 – Насосная станция циркуляционная NovaSol Mono 25/60

В насосную циркуляционную NovaSol станцию входят:

- насос циркуляционный 25/60;
- предохранительный клапан 6 Бар;
- манометр 0-10 Бар;
- термометр 0-160 °С;
- обратный клапан;
- указатель расхода;
- шаровые краны полнопроходные;
- подключение расширительного бака;
- два крана заправки и слива;
- теплоизоляция.

3.9 Расширительный бак SOLAR-PLUS 25 л

Расширительные баки Zilmet Solar-Plus (рисунок 15) специально разработаны и сертифицированы для использования в солнечных системах и системах отопления. Гидроаккумуляторы для солнечных систем Solar-Plus комплектуются специально спроектированными синтетическими мембранами Zilan™, которые могут выдерживать температуру +100 °С.



Рисунок 15 – Расширительный бак SOLAR

Особенности устройства:

- Максимальная рабочая температура мембраны до +100 °С;

- Максимальная рабочая температура системы до +110 °С;
- Предустановленное давление 2,5 бара;
- Максимальное давление 10 бар [8].

3.10 Трехходовой смесительный клапан 1” 1/32 VT.MIX03.G.06X Valtec

Трехходовой смесительный клапан (VT.MIX03.G), показанный на рисунке 16, предназначен для использования в смесительных и разделительных узлах гидравлических систем. Управление клапаном может осуществляться вручную или с помощью сервопривода с крутящим моментом не менее 5 Н·м (рекомендуется модель VT.M.106). Корпус и регулирующий элемент выполнены из латуни, что исключает возможность появления коррозионных отложений в рабочих зазорах.



Рисунок 16 – Трехходовой смесительный клапан

Уплотнение штока достигается с помощью двух колец из синтетического каучука EPDM PEROX. При этом верхнее кольцо легко заменить без полной разборки изделия. Клапан ремонтпригоден и состоит всего из четырех основных деталей, что повышает его надежность. Максимальная рабочая температура теплоносителя – 120 °С, нормативное давление – 10 бар. Резьба присоединений – внутренняя. Условные диаметры предлагаемых моделей – 3/4, 1, 1 1/4". Ручка управления входит в комплект.

Разрез клапана показан 17.

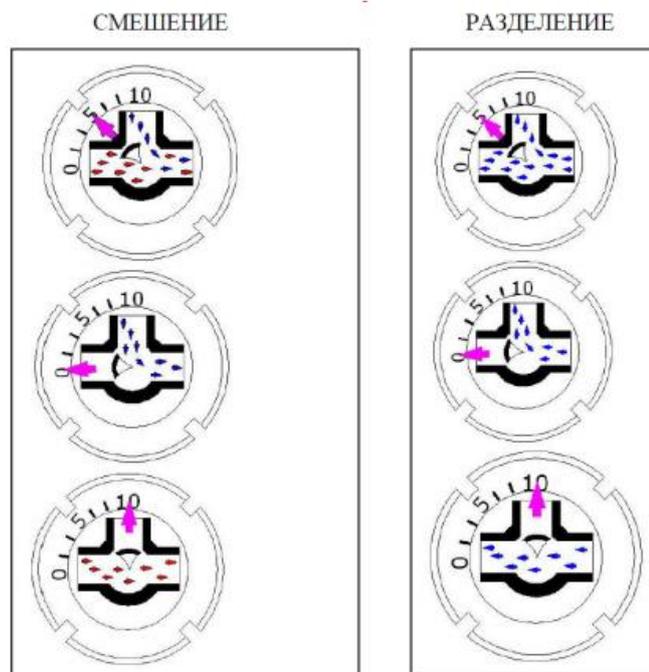


Рисунок 17 – Клапан в разрезе

3.11 Кран шаровой BASE ¾” с полусгоном VT.226.N.05 Valtec

Кран шаровой VT.226.N, показанный на рисунке 18, прямой полнопроходной ремонтпригодный шаровой кран с увеличенным ресурсом. Соединен накидной гайкой с резьбовым полусгоном. Корпуса деталей – латунные, никелированные. Кран оснащен ручкой типа «бабочка» с утолщенной стенкой из алюминиевого сплава и эпоксидной покраской. Резьба присоединений – наружная/наружная.



Рисунок 18 – Кран шаровой BASE ¾” с полусгоном VT.226.N.05

Valtec

3.12 Кран шаровой BASE 1” VT.217 Valtec

Полнопроходной ремонтпригодный шаровой кран VT.217.N (рисунок 19) с увеличенным ресурсом. Корпус – латунный, никелированный. Оснащен ручкой типа «бабочка» с утолщенной стенкой из алюминиевого сплава и эпоксидной покраской. Резьба присоединений – внутренняя/внутренняя.

Возможное соединение крана показано на рисунке 20.



Рисунок 19 – Кран шаровой BASE 1” VT.217 Valtec

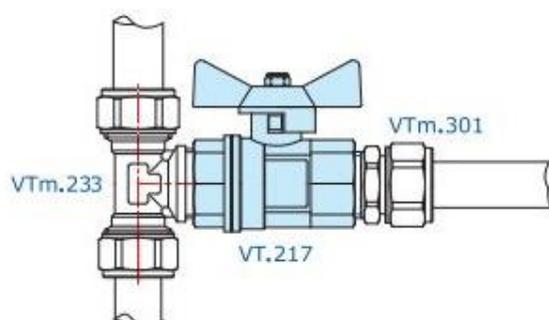


Рисунок 20 – Соединение шарового крана 1” VT.217 Valtec

3.13 Кран шаровой BASE 1/2” VT.219 Valtec

Полнопроходной ремонтпригодный шаровой кран с увеличенным ресурсом VT.219.N (рисунок 22). Корпус – латунный, никелированный. Оснащен ручкой типа «бабочка» с утолщенной стенкой из алюминиевого сплава и эпоксидной покраской. Резьба присоединений – наружная/наружная. Соединение крана продемонстрировано на рисунке 21.

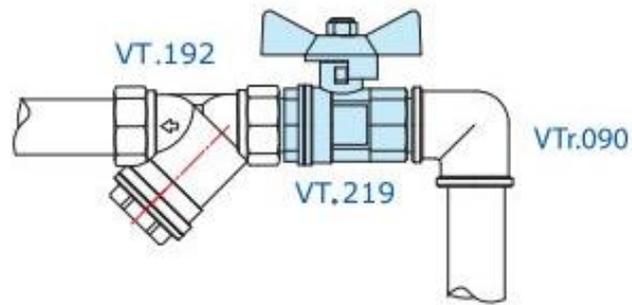


Рисунок 21 – Соединение шарового крана BASE 1/2” VT.219 Valtec



Рисунок 22 – Кран шаровой BASE 1/2” VT.219 Valtec

3.14 Насос циркуляционный Grundfos UPS 25/40

Циркуляционный насос Grundfos UPS 25-40 96281375 предназначен для различных систем отопления (рисунок 23).



Рисунок 23 – Циркуляционный насос Grundfos UPS 25-40 96281375

Этот насос можно применять для охлаждения и кондиционирования воздуха. Так же его можно использовать в системах горячего водоснабжения для циркуляции. Несмотря на низкую себестоимость, насос выполнен из чугуна и имеет три скорости вращения вала. Реле времени автоматически включает и выключает насос, тогда когда нужна горячая вода, тем самым сберегая электроэнергию.

- Мощность 45 Вт;
- Производительность 48 л/мин [9].

3.15 Расширительный бак, гидроаккумулятор 50 л вертикальный STW-0002-000050SQE 1-50 STOUT

Гидроаккумулятор сохраняет стабильное давление в системе водоснабжения. Продлевает срок эксплуатации частей всей системы. Создает небольшой аварийный запас воды. Уменьшает потребление электроэнергии, не позволяя насосу часто включаться.

Внешний вид расширительного бака показан на рисунке 24.



Рисунок 24 – Расширительный бак, гидроаккумулятор

На рисунке 25 представлены составные части гидроаккумулятора.

ЭСКИЗ	№ ПОЗ	НАИМЕНОВАНИЕ	МАТЕРИАЛ
	1	Корпус	Сталь
	2	Эластичная мембрана	EPDM
	3	Присоединительный патрубок с трубной резьбой	Сталь
	4	Воздушный ниппель	EPDM/латунь
	5	Держатель мембраны с заглушкой	Сталь оцинкованная
	6	Фланец для смены мембраны*	Сталь оцинкованная/Сталь окрашенная
	7	Площадка для монтажа оборудования	Сталь
	8	Ножки	Сталь

Рисунок 25 – Составляющие расширительного бака

На рисунке 26 изображена номенклатура гидроаккумуляторов.

Артикул	МОДИФИКАЦИЯ	ОБЪЕМ, ЛИТР	МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ PN, БАР	ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА, БАР	НАЛИЧИЕ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ	РАЗМЕЩЕНИЕ ВОЗДУШНОГО НИППЕЛЯ	РАЗМЕЩЕНИЕ ПАТРУБКА ПРИСОЕДИНЕНИЯ	МЕМБРАНА				
1. ГИДРОАККУМУЛЯТОРЫ (СИНЕГО ЦВЕТА)												
STW-0001-000008	Вертикальный	8	8	2,0	Нет	Освое (по центру)	Нижнее	Несменная непроходная. Бак неразборный				
STW-0001-000012		12										
STW-0001-000020		20										
STW-0001-000024		24										
STW-0002-000050		50										
STW-0002-000080		80										
STW-0002-000100		100										
STW-0002-000150		150										
STW-0002-000200		200										
STW-0002-000300		300										
STW-0002-000500		500										
STW-0002-000750	750	10	Есть	Боковое (смещен от центральной оси)	Нижнее	Сменная проходная						
STW-0002-001000	1000											
STW-0001-100020	20						Горизонтальный	2,0	Есть	Боковое (смещен от центральной оси)	Боковое	Сменная проходная
STW-0003-000050	50											
STW-0003-000080	80											
STW-0003-000100	100											
STW-0003-000200	200											
STW-0003-000300	300											

Рисунок 26 – Номенклатура гидроаккумуляторов

3.16 Фильтр механической очистки косой с заглушкой 3/4” VT.193.N.05 Valtec

Фильтр механической очистки косой с заглушкой VT.193.N (рисунок 27) предназначен для очистки рабочей среды от загрязняющих частиц размером более 500 мкм, в соответствии с рисунком 25.



Рисунок 27 – Фильтр механической очистки косой с заглушкой

В данном фильтре вместо удерживающей сетку пробки применяется заглушка. Резьба, соединяющая заглушку с колбой фильтра, не подвержена влиянию транспортируемой среды, т.к. отделена от неё прокладкой. Это исключает вероятность «прикипания» заглушки, облегчает периодическую очистку фильтра, снижает риск его повреждения при обслуживании. Для того, чтобы при установке заглушки не повреждались края сетки, фильтр снабжен плавающим нейлоновым фиксатором.

Корпус и заглушка изготовлены горячим прессованием из латуни марки CW617N (европейский стандарт EN 12165) и никелированы. Материал уплотнительной прокладки – тефлон. Заглушка оснащена отверстием для пломбировки.

- Максимальное рабочее давление – 20 бар;
- Максимальная рабочая температура фильтруемой среды – 150 °С;
- Резьба присоединений – внутренняя.

Фильтр может устанавливаться в горизонтальном и вертикальном (движение потока – сверху – вниз) положении, колбой вниз.

3.17 Реле давления РДЭ-10М-1,5 РДЭ10.0М1,5 Акваконтроль

Реле давления воды – это датчик, который реагирует на перепады напора. Используется для автоматизации работы насосов и насосных станций.

На рисунке 28 продемонстрирован внешний вид реле давления.



Рисунок 28 – Реле давления РДЭ-10М-1,5

На рисунке 29 показаны характеристики реле давления.

Характеристика	РДЭ-М
Напряжение питания, В / Частота тока, Гц	220 / 50
Диапазон нижнего порога давления, бар	0,40...6,00
Диапазон верхнего порога давления, бар	0,60...9,99
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	УХЛ3.1*
Диапазон температуры окружающего воздуха	+1°С...+40°С
Относительная влажность воздуха при температуре +25°С	до 98%
Максимальная температура воды в месте установки датчика давления	+35°С
Степень защиты корпуса устройства	IP54
Размер присоединительных патрубков	G1/2"
Максимальная допустимая мощность насоса P1*, кВт	1,5
Номинальный ток нагрузки, А	6,9

Рисунок 29 – Характеристика реле давления ДЭ-10М-1,5

Описание:

1. парольная защита доступа в меню настроек;
2. шаг установки давления 0,01 бар;
3. трехуровневое меню настроек;
4. возможность изменения интервалов автоматического включения насоса после защиты по сухому ходу;
5. возможность установки задержек включения или выключения насоса при достижении соответствующих уровней давления;
6. возможность ограничения времени работы насоса после включения;
7. возможность установки искусственно паузы в работе насоса;
8. защиту от работы насоса на закрытый кран;
9. индикацию неисправности гидроаккумулятора.

Данная модель имеет:

- регулировки давления для включения и выключения насоса;
- регулировку давления сухого хода;
- регулировку времени всасывания воды;
- защиту от частого включения;
- многофункциональную защиту от сухого хода;
- 7-ми кратный автоматический перезапуск насоса для контроля появления воды в источнике;
- систему защиты от разрыва, недобора, утечки и длительного отсутствия изменений в показаниях датчика давления;
- встроенный таймер.

Такой набор функций и дополнительных настроек способен превратить реле в полноценное программируемое устройство, которое может выполнять функции по контролю за подачей воды и поливу.

3.18 Алюминиевый радиатор RoyalThermo MONOBLOCK A

Внешний вид радиатора изображен на рисунке 30.



Рисунок 30 – Алюминиевый радиатор RoyalThermo MONOBLOCK A

- Давление рабочее 20 бар;
- Предельное давление >102 бар;
- Теплоотдача (при $\Delta T=70^{\circ}\text{C}$) 182Вт.

4 ВЫБОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1 Выбор управляющего устройства

Для управления системой водоснабжения и теплоснабжения коттеджа выбирается программно – логический контроллер – ПЛК 160.

Внешний вид ПЛК показан на рисунке 31.



Рисунок 31 – Внешний вид ПЛК 160

Электрические параметры

Два варианта питания для каждого контроллера:

- переменный ток: (90-265)В, (47...63)Гц;
- постоянный ток: (18-29)В.

Небольшая потребляемая мощность до 10Вт.

Таблица 1 – Количество выходов контроллера

Контроллер	ПЛК160
Дискретные входы	16
Дискретные выходы	12
Аналоговые входы	8
Аналоговые выходы	4

Все дискретные входы контроллера измеряют сигнал 24В.

Тип сигнала может быть как n-p-n, так и p-n-p.

Количество «быстрых» дискретных входов зависит от модификации контроллера.

Дискретные выходы типа: Р - реле.

Количество быстрых дискретных выходов зависит от модификации контроллера.

«Быстрые» аналоговые входы, для подключения унифицированных датчиков тока, напряжения. Дискретные выходы контроллеров данной линейки могут быть настроены на выдачу ШИМ, или генератора с высокой точностью.

Аналоговые выходы могут быть:

- по току 4-20мА;
- по напряжению 0-10В;
- универсальные - программно переключаемые ток\напряжение.

Интерфейсы и протоколы

Все контроллеры данной линейки имеют большое количество интерфейсов на борту, работающих независимо друг от друга:

- ethernet;
- до трех последовательных портов;
- USB Device для программирования контроллера [10].

4.2 Сенсорная панель оператора ОВЕН

Для управления процессом было принято решение использовать операторскую панель фирмы Овен (рисунок 32).

ОВЕН СПЗхх – линейка сенсорных панелей оператора. Предназначена для наглядного отображения значений параметров и оперативного управления, а также ведения архива событий или значений. Конфигурирование СПЗхх осуществляется в среде «Конфигуратор СП300». Рекомендуется для совместного применения с ОВЕН ПЛК, ПР, ПЧВ, ТРМ. Линейка СПЗхх заменяет панель оператора СП270 (полным аналогом СП270 с улучшенными характеристиками является панель СП307-Б). Проекты,

разработанные для СП270, могут быть загружены в СПЗхх после импорта в новое ПО [19].

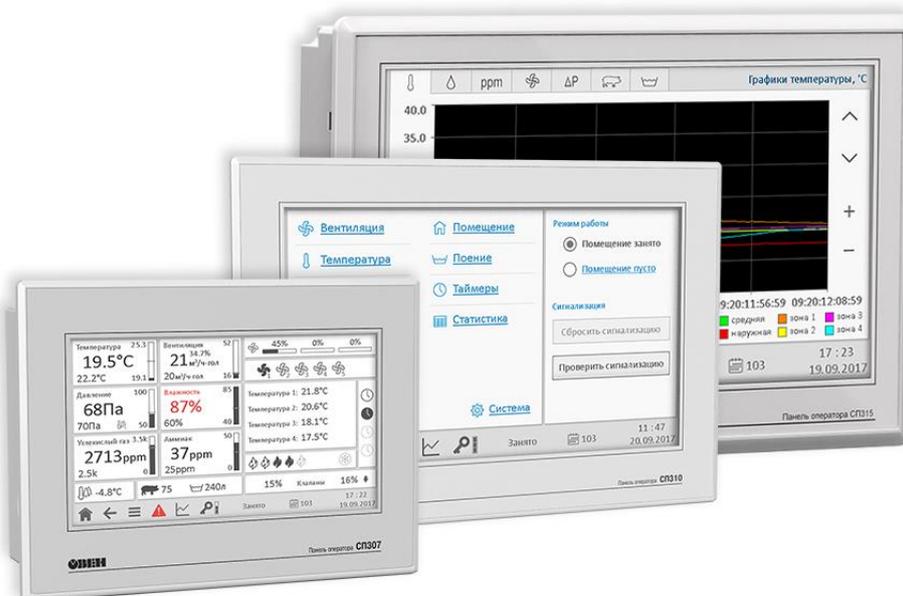


Рисунок 32 – Операторская панель ОВЕН

4.3 Симистор 16А 600В, 50мА

Симистор является полупроводниковым прибором. Его полное название – симметричный триодный тиристор. Его особенность – возможно проводить ток в обе стороны. Данный элемент цепи имеет три вывода: один является управляющим, а два других силовыми. В этой статье мы рассмотрим принцип работы, устройство и назначение симистора в различных схемах электроприборов [21].

Внешний вид симистора показан на рисунке 33.

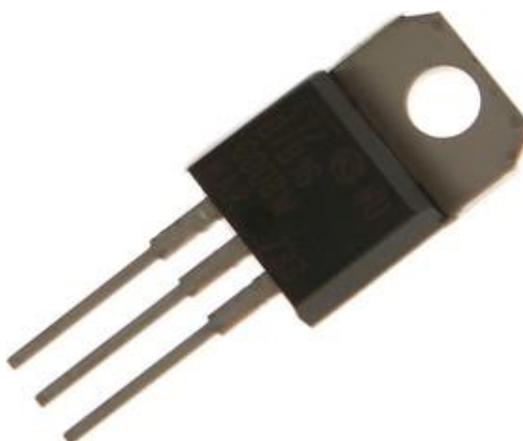


Рисунок 33 – Симистор 16А

Таблица 2 - Технические параметры симистора

Наименование	Значение
Максимальное обратное напряжение $U_{обр.В}$	600
Макс. повторяющееся импульсное напр. в закрытом состоянии $U_{зс.повт.макс.В}$	600
Макс. среднее за период значение тока в открытом состоянии $I_{ос.ср.макс.А}$	16
Макс. кратковременный импульсный ток в открытом состоянии $I_{кр.макс.А}$	160
Макс. напр. в открытом состоянии $U_{ос.макс.В}$	1.3
Наименьший постоянный ток управления, необходимый для включения тиристора $I_{у.от.мин.А}$	2
Отпирающее напряжение управления, соответствующее минимальному постоянному отпирающему току $U_{у.от.В}$	0,7
Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии $dU_{зс.}/dt, В/мкс$	1000
Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии $dI/dt, А/мкс$	50
Время включения $t_{вкл.мкс}$	2
Рабочая температура, °С	-40...150

4.4 Блок управления тиристорами и симисторами

Управление ТЭНами по мощности для обеспечения более точного регулирования температуры, а также экономии электроэнергии используется БУСТ [11].

Внешний вид блока управления тиристорами и симисторами показан на рисунке 34.



Рисунок 34 – Блок управления тиристорами и симисторами

Таблица 3 – Технические характеристики

Наименование	Значение
Питание	
Напряжение питания, В	220
Частота, Гц	50
Допустимое отклонение напряжения питания от номинала, %	-15...+10
Потребляемая мощность, ВА, не более	4
Входы	
Входы управления	внешний переменный резистор
	0...10 В
	0...20 мА
	4...20 мА
	0...5 мА
Входное сопротивление входа управления, кОм	200
Сопротивление нагрузочного резистора Rвх, Ом	500
Максимально допустимый преобразованный трансформатором ток нагрузки на входах контроля, А	2
Напряжение низкого уровня на входе «Блокировка», В	0...0,4
Напряжение высокого уровня на входе «Блокировка», В	2,4...5

4.5 ТРМ 138

К ТРМ 138 подключены датчики температуры, а так же токовые датчики давления. Это сделано для того что бы отображать показания на щите, передача значений измеренных на входе ТРМ 138 в ПЛК используется интерфейс RS-485 [12].

Внешний вид измеритель-регулятора показан на рисунке 35.



Рисунок 35 – Измеритель-регулятор универсальный

Таблица 4 – Общие характеристики

Наименование	Значение
Диапазон переменного напряжения питания	90-264В (частотой 47-63 Гц)
Потребляемая мощность, не более	18 ВА
Количество измерительных входов в приборе	8
Время опроса одного канала, не более	0,6 с
Напряжение встроенного питания (ток нагрузки)	24 ± 3В постоянного тока (максимум 150 мА)
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Скорость передачи данных по RS-485	2,4; 4,8; 14,4; 19,2; 28,8; 38,4; 57,6; 115,2 кбит/с.
Протоколы обмена по RS-485	ОВЕН, Modbus-RTU, Modbus-ASCII
Габаритные размеры корпуса Щ4	96x96x145 мм
Габаритные размеры корпуса Щ7	144x169x50,5 мм
Масса, не более	1,0 кг

4.5 Привод для клапана регулирования температуры в ГВС от котла

Привод TR230-3 предназначен для управления регулирующими и отводными шаровыми клапанами Belimo.

Внешний поворотного электропривода показан на рисунке 36.



Рисунок 36 – TR230-3 Поворотный электропривод

Таблица 5 – Технические характеристики

Наименование	Значение
1	2
Номинальное напряжение, В	230 В ~ 50/60 Гц
Диапазон номинального напряжения, В	207...253 В ~
Расчетная мощность, Вт	1 ВА
Потребляемая мощность, Вт	1 Вт
Соединение: Кабель:	1 м , 3 × 0,75 мм ²
Параллельное соединение	невозможно
Крутящий момент (номинальный)	Мин. 2 Нм
Ручное управление	Редуктор выводится из зацепления при помощи рычага
Время поворота	105 с / 90°

1	2
Уровень шума	Макс. 35 дБ (А)
Индикация положения	Механический указатель
Класс защиты	II все изолировано
Степень защиты корпуса	IP40
Температура окружающей среды	-7...+50°C
Температура хранения	-40...+80 °C
Влажность окружающей среды	95% отн., не конденсир. (по EN 60730-1)
Техническое обслуживание	Не требуется
Вес	≈ 270 г

4.7 Привод для регулирования трехходовых клапанов

Привод трехходового крана имеет пропорциональное управление 0-10 В и обратную связь, что обеспечивает его легко доступное позиционирование. Управление производится в автоматическом режиме аналоговым сигналом 0-10 В от ПЛК, либо в ручном при помощи потенциометра [13].

Внешний поворотного электропривода показан на рисунке 37.



Рисунок 37 – Электропривод Belimo SR24A-SR

Таблица 6 – Технические характеристики

Наименование		Значение
Номинальное напряжение		24 В ~ 50/60 Гц
		24 В
Диапазон номинального напряжения		19,2...28,8 В
Расчетная мощность		4 ВА
Потребляемая мощность:		
-	во время вращения	2 Вт
-	в состоянии покоя	0,4 Вт
Соединение:		Кабель:
-	питание	1м,3х0,75мм ²
Крутящий момент (номинальный)		5 Нм при номинальном напряжении
Ручное управление		Редуктор выводится из зацепления при помощи кнопки
		с самовозвратом, ручная блокировка
Время поворота		90с/95°
Уровень шума		Макс. 35 дБ (без клапана)
Индикация положения		Механический указатель, съемный
Класс защиты		III (для низких напряжений)
Электромагнитная совместимость		Соответствует 89/336/ЕЕС
Степень защиты корпуса		IP54 в любом положении установки
Температура окружающей среды		0...+50° С
Температура переносимой среды		+5...+120° С (шаровой кран)
		-10° С с подогревом штока по запросу
Температура хранения		- 40...+80° С
Влажность окружающей среды		95% отн., не конденсир. (по EN 60730-1)
Техническое обслуживание		Не требуется

4.8 ДТС термосопротивления для измерения температуры воздуха

Предназначены для измерения температуры окружающего воздуха в автоматизированных системах вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. Конструкция коммутационной головки преобразователя позволяет устанавливать его на стене или другой поверхности при помощи шурупов, винтов или иных средств крепления [14].

Внешний поворотного электропривода показан на рисунке 38.



Рисунок 38 – Внешний вид ДТС125М-50М.0,5.60.И

Таблица 7 – Технические характеристики ДТС 125

Характеристика	Значение	
	50М, 100М	50П, 100П, Pt100, Pt500, Pt1000
Диапазон измеряемых температур	-50...+85 °С	-60...+85 °С
Класс допуска	А, В, С	
Количество ЧЭ	1 шт.	
Схема внутренних соединений проводников	Двухпроводная, трехпроводная, четырехпроводная	
Степень защиты согласно ГОСТ 14254	IP65	
Исполнение коммутационной головки	Пластмассовая	

4.9 Датчик температуры в трубопроводах и баке ГВС

Предназначены для температурных измерений твердых, жидких и газообразных сред, неагрессивных к защитной арматуре и материалу чувствительного элемента (ЧЭ) датчика. Термосопротивления с коммутационной головкой позволяют измерять температуру до 500 °С (ДТС с платиновым ЧЭ) и до 180 °С (ДТС с медным ЧЭ). Подключение к измерительной линии производится медным кабелем (кабель в комплекте не идет, заказывается отдельно) [15].

Внешний поворотного электропривода показан на рисунке 39.



Рисунок 39 – Внешний вид ДТС025-РТ100.В3.60

Таблица 8 – Технические характеристики

Наименование	Значение		
1	2		
Характеристики	ДТСхх5		
Номинальная статическая характеристика (НСХ)	50М 100М	50П 100П	Pt100 Pt500, Pt1000
Диапазон измеряемых температур:			
- класс допуска А		-100...+450 °С	-60...+300 °С
- класс допуска В и С	-50...+180 °С	-196...+500 °С	- 60...+500 °С
Температура окружающей среды	-60...+85 °С		
Условное давление	0,1...6,3 МПа (в зависимости от конструктивного исполнения)		
Показатель тепловой инерции	не более 10...30 с		
Сопротивление изоляции	не менее 100 МОм		

Количество чувствительных элементов	1 или 2
Схема внутренних соединений проводников	2 – двухпроводная 3 – трехпроводная 4 – четырехпроводная
Исполнение сенсора относительно корпуса	изолированный
Исполнение коммутационной головки	пластмассовая, металлическая
Тип резьбового штуцера	метрическая резьба, трубная резьба
Материал защитной арматуры	сталь 12X18Н10Т
Степень защиты	IP54 (IP65 – для датчиков с металлической головкой)

4.10 Датчик давления в трубопроводах

Датчики ОВЕН ПД100 модели 311, 371 представляют собой преобразователи избыточного давления с керамической измерительной мембраной, сенсором на основе технологии ТНК и кабельным вводом стандарта EN175301-803 (DIN43650 A).

Внешний поворотного электропривода показан на рисунке 40.

Данная модель характеризуется наиболее бюджетной ценой и устойчивостью к агрессивным средам.

Преобразователи данной модели предназначены для систем регулирования и управления на объектах жилищно-коммунального хозяйства: прямых и обратных трубопроводах сетевой воды систем ГВС/ХВС, теплосчетчиках, станциях подкачки воды и т.п., где не требуется высокая точность измерений [16].

Основные характеристики преобразователя давления для ЖКХ:

– измерение избыточного давления нейтральных к керамике AL₂O₃ и нержавеющей стали AISI 304S сред (газы, пар, вода, слабоагрессивные

- жидкости);
- преобразование давления в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА;
 - верхний предел измеряемого давления (ВПИ) – от 0,1 до 10,0 Мпа;
 - перегрузочная способность – не менее 200% ВПИ;
 - основная приведенная погрешность – 1,0; 0,5 % ВПИ;
 - степень защиты корпуса и электроразъема преобразователя – IP65;
 - помехоустойчивость удовлетворяют требованиям к оборудованию класса А по ГОСТ 30804.6.2-2013.



Керамический сенсор

Рисунок 40 – Внешний вид ПД100-ДИ0,4-311-1,0

4.11 Датчик уровня в баке ГВС

Сигнализатор уровня ОВЕН ПДУ-4.1 [M01] с корпусом из поливинилденфторида (ПВДФ) предназначен для управления наполнением/опорожнением резервуаров с химически агрессивными веществами и коррозионными жидкостями.

Сигнализатор устанавливается вертикально на емкость (в отверстие) и затягивается с помощью болтового соединения и уплотнительной шайбы. По достижении подвижным поплавком крайнего верхнего положения замыкается контакт геркона и происходит срабатывание (размыкание электрической цепи). При перемещении поплавка до крайнего нижнего положения контакты геркона размыкаются. Таким образом контролируется уровень жидкости в емкости [17].

На рисунке 41 изображена функциональная схема подключения.

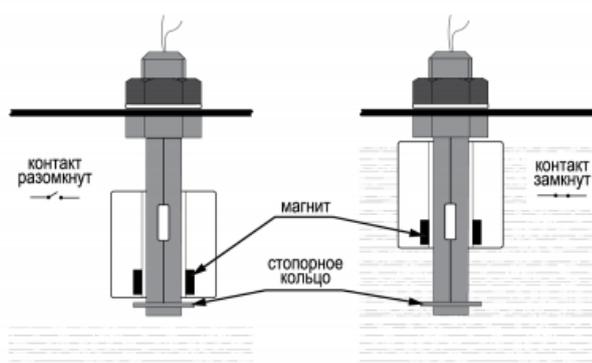


Рисунок 41 – Функциональная схема

Таблица 9 - Технические характеристики

Параметр	Значение
Электрические параметры	
Схема подключения	двухпроводная
Коммутируемая мощность, не более	10 Вт
Коммутируемое напряжение постоянного тока, не более	100 В
Коммутируемый ток, не более	0,5 А
Пробивное напряжение постоянного тока, не менее	250 В
Контактное сопротивление в замкнутом состоянии, не более	100 мОм
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом

4.12 Блок питания

Для обеспечения питания управляющей аппаратуры используются два БП15Б-Д2-5 [18]. Использование двух блоков питания объясняется тем, что для питания оборудования всей системы необходимо получить на вход сигнал в 10 В. Так как подходящего БП на 10 В нет, было принято решение использовать два БП15Б-Д2-5.

Внешний поворотного электропривода показан на рисунке 42.



Рисунок 42 – Внешний вид БП15Б-Д2-5

Таблица 10 - Технические характеристики

Параметр	Значение
Входное напряжение:	
– переменного тока	85...264 В
– постоянного тока	110...370 В
Частота входного переменного напряжения	47...63 Гц
Коррекция выходного напряжения	22...26 В
Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания	$\pm 0,2 \%$
Нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки от $0,1 I_{\max}$ до I_{\max}	$\pm 0,25 \%$
Электрическая прочность изоляции:	
– вход – выход (действующее значение)	3 кВ
– вход – корпус (действующее значение)	1,5 кВ

Принципиальная схема соединений системы управления см. ПРИЛОЖЕНИЕ В.

Функциональная схема автоматизации является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Она представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики. Вспомогательные устройства, такие, как редукторы, фильтры для воздуха, источники питания, соединительные коробки и другие монтажные элементы, на функциональной схеме автоматизации не показывают.

Как правило, функциональная схема автоматизации выполняют на одном чертеже, на котором изображают аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной технологической установке. На основании функциональной схемы автоматизации выполняют остальные чертежи проекта и составляют ведомости и заказные спецификации приборов и средств автоматизации [19].

Рассмотрим разработку функциональной схемы автоматизации водоснабжения и теплоснабжения коттеджа.

Управление температурой при работе котла, управление в контуре отопления происходит трехходовым краном по ПИД закону регулирования, управление в контуре ГВС проходным краном двухпозиционным способом по факту набора установившейся температуры.

Управление температурой при работе солнечного коллектора, если датчик нижнего уровня в баке ГВС не сработал, значит расход воды не значительный, приоритет при помощи трехходового крана отдается на нагрев

отопления, если температура в ГВС падает то в помощь к коллектору подключаются ТЭНы, иначе если датчик нижнего уровня отработал то приоритет отдаётся на нагрев ГВС, а в контуре отопления в помощь приходят ТЭНы. Если температура в солнечном коллекторе имеет максимальное значение, тогда в контуре ГВС открывается соленоид и происходит слив горячей воды которая при достижении нижнего уровня компенсируется холодной подпиткой с скважины тем самым создается потеря тепла в контуре на нагрев которого уходит избыточная мощность.

Регулирование температуры отопления происходит относительно температуры наружного воздуха.

Насос скважины включается при достижении уровня воды в баке нижней отметки, а при достижении верхней отключается. Полную схему см. в ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

6 РАЗРАБОТКА ИММИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ КОТТЕДЖА

6.1 Иммитационная модель автоматизированной системы водоснабжения и теплоснабжения коттеджа

Модель (рисунок 43) построена в системе Matlab пакет Simulink. Задача модели состоит в имитации сигналов, таких как: управление ТЭНами установленных на бойлере и буферной емкости, сигналы управления работой насосов, интенсивность работы солнечной батареи и управление запорно – регулирующими клапанами.

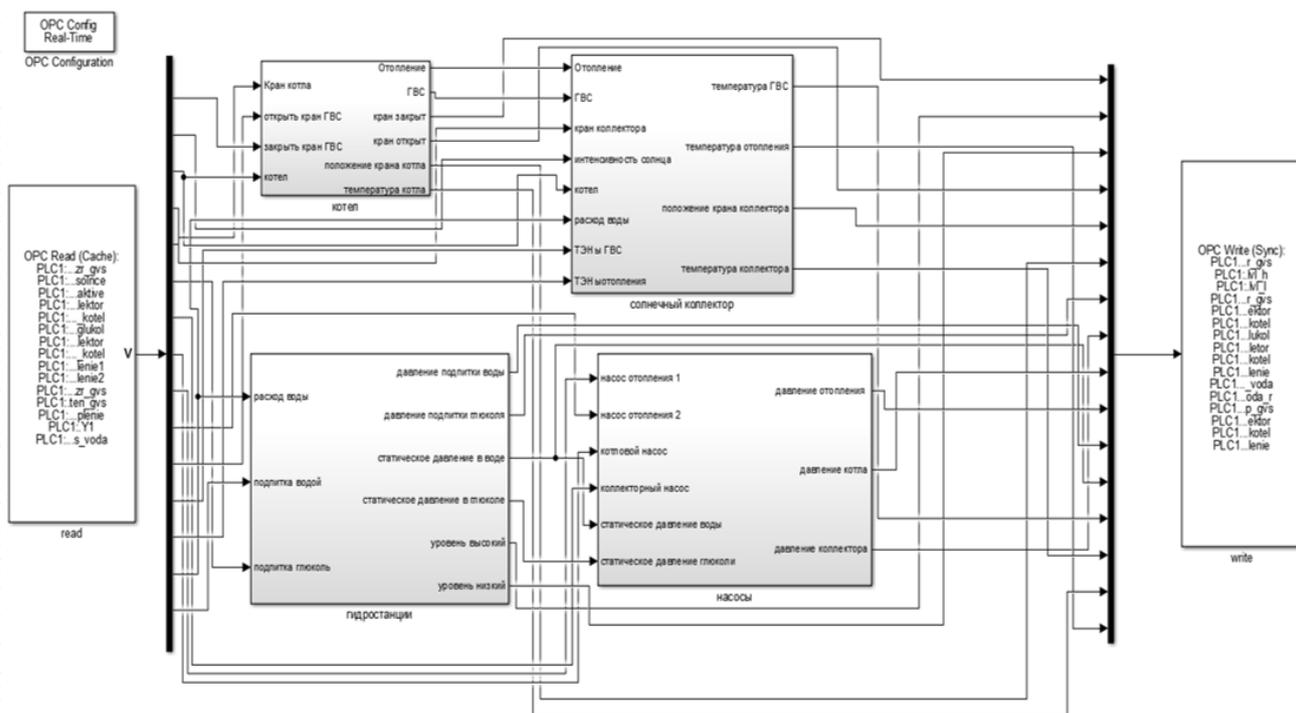


Рисунок 43 – Иммитационная модель системы в среде SIMULINK

Все команды формируются контроллером и передаются в модель через блок OPC Read. Блок OPC Write записывает данные в один или несколько элементов OPC-сервера. Операция записи и чтения происходит синхронно или асинхронно. Каждый элемент входного вектора записывается в соответствующий элемент из списка Item ID, определенного для блока OPCWrite.

Рассмотрим каждый блок системы отдельно.

Подсистема «котел» представляет собой модель управления клапанами ГВС котла и режимом работы самого котла. Входными параметрами системы являются: работа котла, положение крана котла и состояние крана ГВС. Выходными параметрами системы являются: значение отопления и горячего водоснабжения, положение крана котла и сигнализация об открытом кране (рисунок 44).

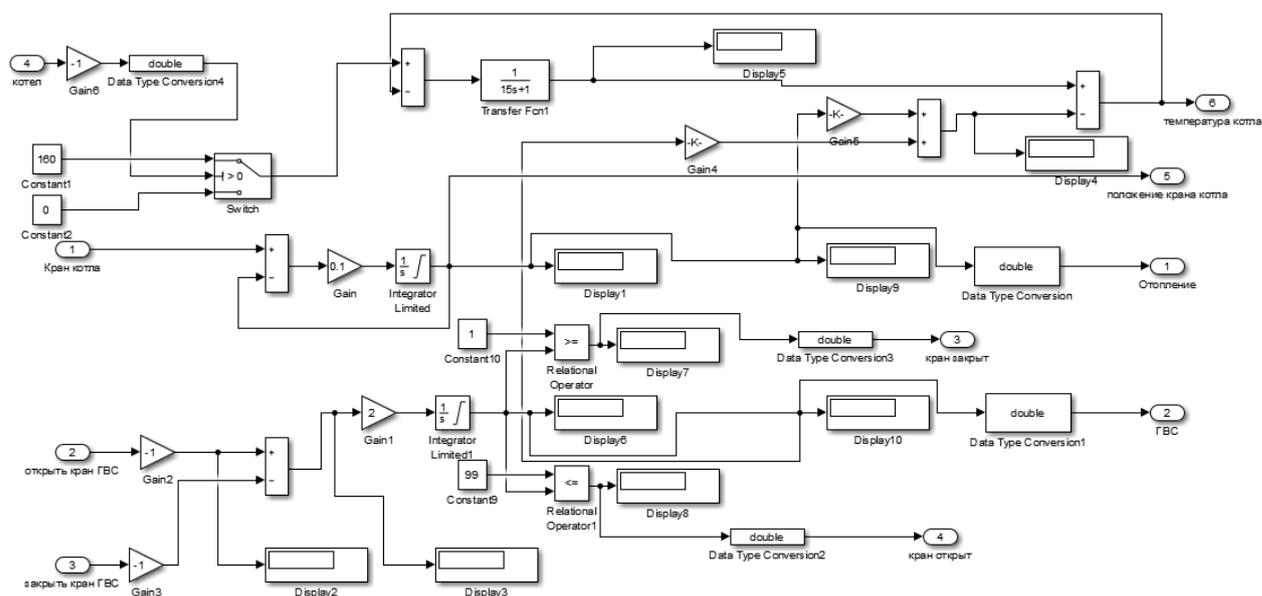


Рисунок 44 – Подсистема «котел»

Подсистема «гидростанции» представляет собой модель управления подачей подпитки системы водой и гликолем. Входными параметрами подсистемы являются: работа насоса подпитки воды, работа насоса подпитки гликолем и текущее значение расхода воды. Выходными параметрами подсистемы являются: численные значения давления подпитки воды и гликоля, значения статического давления в воде и гликоле, и сигнализация о высоком/низком уровне воды (рисунок 45).

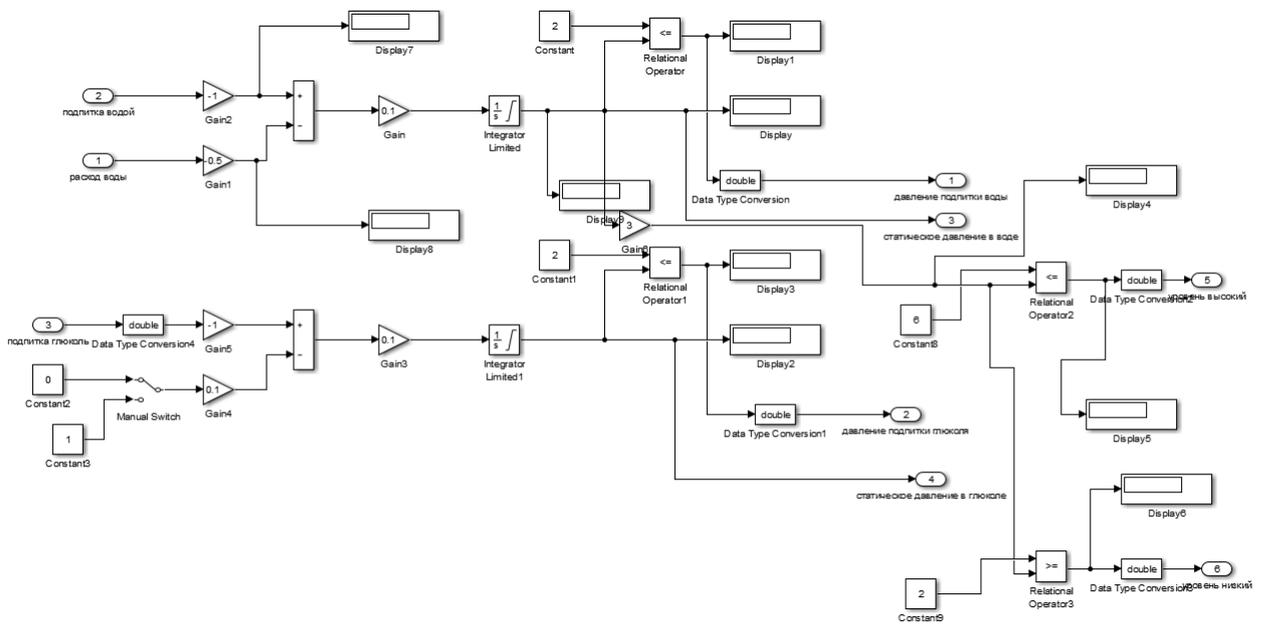


Рисунок 45 – Подсистема «гидростанции»

Подсистема «солнечный коллектор» представляет собой модель управления солнечным коллектором. Входными параметрами подсистемы являются: значение отопления и горячего водоснабжения, текущее положение крана коллектора, интенсивность солнца, состояние работы котла, текущий расход воды, и работа ТЭНов ГВС и отопления. Выходными параметрами подсистемы являются: температура горячего водоснабжения и отопления на выходе коллектора, температура коллектора и положение крана коллектора (рисунок 46).

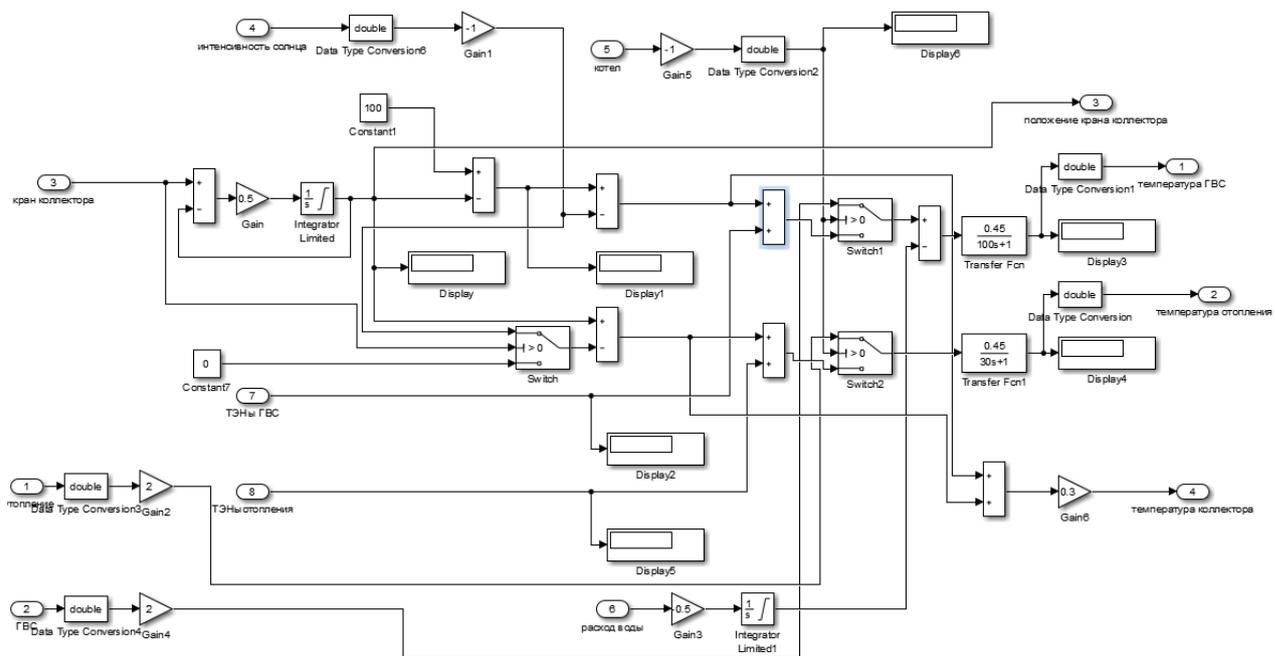


Рисунок 46 – Подсистема «солнечный коллектор»

Подсистема «насосы» представляет собой модель управления давлением системы. Входными параметрами подсистемы являются: состояние работы двух насосов отопления, насоса котла и коллекторного насоса. Выходными параметрами подсистемы являются: показатели давления отопления, котла и коллектора (рисунок 47).

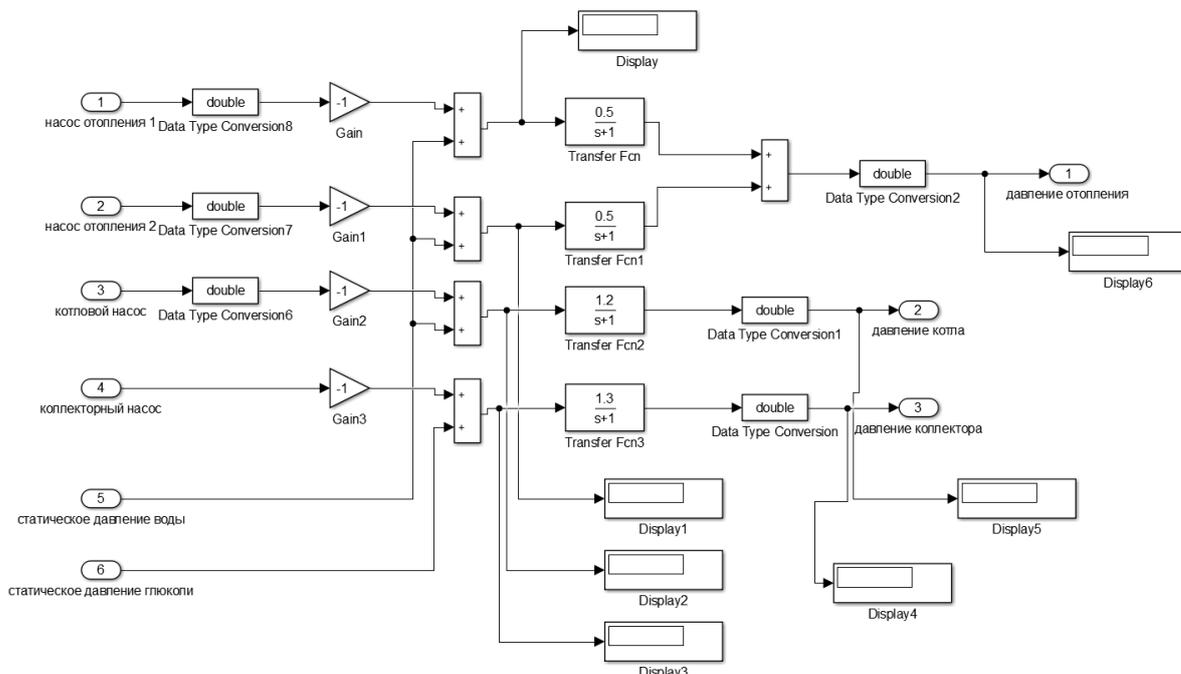


Рисунок 47 – Подсистема «насосы»

6.2 Разработка управляющей программы системы водоснабжения и теплоснабжения коттеджа

Программа для виртуального контроллера написана на языках ST, LD, CFC в программной среде разработки прикладных программ для ПЛК – CODSYS. Программа полностью демонстрирует технологический процесс водоснабжения и теплоснабжения коттеджа. Программа включает в себя несколько подпрограмм:

- PLC_PRG – главная подпрограмма с помощью которой происходит вызов других подпрограмм, также в ней отображена логика всей системы;
- manual – подпрограмма логических переключателей элементов системы;
- reg – подпрограмма содержит ПИД регуляторы, для управления работой ТЭНов и котлом.

Также программа включает в себя два окна визуализации:

- avto – экран визуализации протекающего технологического процесса;
- manual – экран щита управления системы.

Главная подпрограмма PLC_PRG (рисунок 48) написана на языке ST, в коде программы описан алгоритм работы системы: управление работой насосов, состоянием запорно-регулирующих клапанов. Также идет вызов вспомогательных подпрограмм – manual и reg.

```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003   time_gvs:TON;
0004   t:BOOL;
0005 END_VAR
0006 <
0007
0001 manual;
0002 reg;
0003 time_gvs(IN:=t, PT:=#30s);
0004 IF sa THEN
0005   IF start THEN
0006     alarm:=0;
0007     nasos_voda:=1;
0008     nasos_otoplenie1:=1;
0009     nasos_otoplenie2:=1;
0010     IF NOT pres_voda THEN
0011       nasos_voda:=1;
0012     ELSE
0013       nasos_voda:=0;
0014     END_IF
0015     IF NOT pres_glukol THEN
0016       nasos_glukol:=1;
0017     ELSE
0018       nasos_glukol:=0;
0019     END_IF
0020     IF NOT kotel_aktive THEN
0021       t:=1;
0022       a3:=1;
0023       reset_reg_k:=1;
0024       reset_reg:=0;
0025       nasos_kollektor:=1;
0026       nasos_kotel:=0;
0027       IF temp_gvs<zad_temp_gvs+5 AND M_h THEN
0028         kzr_kollektor:=30;
0029       ELSE
0030         kzr_kollektor:=70;
0031       END_IF
0032       IF temp_gvs<zad_temp_gvs AND time_gvs.Q THEN
0033         a1:=0;
0034       ELSE
0035         a1:=1;
0036       END_IF
0037       IF temp_otoplenie<zad_temp_otoplenie AND time_gvs.Q THEN
0038         a2:=0;
0039       ELSE
0040         a2:=1;
0041       END_IF
0042     ELSE
0043       t:=0;
0044       nasos_kotel:=1;
0045       nasos_kollektor:=0;
0046       reset_reg_k:=0;
0047       reset_reg:=1;
0048       kzr_kollektor:=0;
0049       a3:=0;
0050       IF temp_gvs<zad_temp_gvs-5 THEN
0051         open_kzr_gvs:=1;
0052         IF opened_kzr_gvs THEN
0053           open_kzr_gvs:=0;
0054         END_IF
0055       ELSIF temp_gvs>zad_temp_gvs-3 THEN
0056         close_kzr_gvs:=1;
0057         open_kzr_gvs:=0;
0058         IF closed_kzr_gvs THEN
0059           close_kzr_gvs:=0;
0060         END_IF
0061       END_IF
0062     END_IF
0063   ELSIF stop THEN
0064     nasos_voda:=0;
0065     nasos_otoplenie1:=0;
0066     nasos_otoplenie2:=0;
0067     nasos_glukol:=0;
0068     nasos_kollektor:=0;
0069     kzr_kollektor:=0;
0070     nasos_kotel:=0;
0071     open_kzr_gvs:=0;
0072     close_kzr_gvs:=0;
0073     a3:=1;
0074     reset_reg:=1;
0075     reset_reg_k:=1;
0076   ELSIF temp_kollektor>100 OR temp_kotel>100 THEN
0077     nasos_voda:=0;
0078     nasos_otoplenie1:=0;
0079     nasos_otoplenie2:=0;
0080     nasos_glukol:=0;
0081     nasos_kollektor:=0;
0082     kzr_kollektor:=0;
0083     nasos_kotel:=0;
0084     open_kzr_gvs:=0;
0085     close_kzr_gvs:=0;
0086     a3:=1;
0087     reset_reg:=1;
0088     reset_reg_k:=1;
0089     alarm:=1;
0090   END_IF
0091 END_IF

```

Рисунок 48 – Подпрограмма «PLC_PRG»

В подпрограмме manual реализована релейная схема на языке LD. В этой подпрограмме реализована работа системы и соответствующие блокировки при управлении с щита управления (рисунок 49).

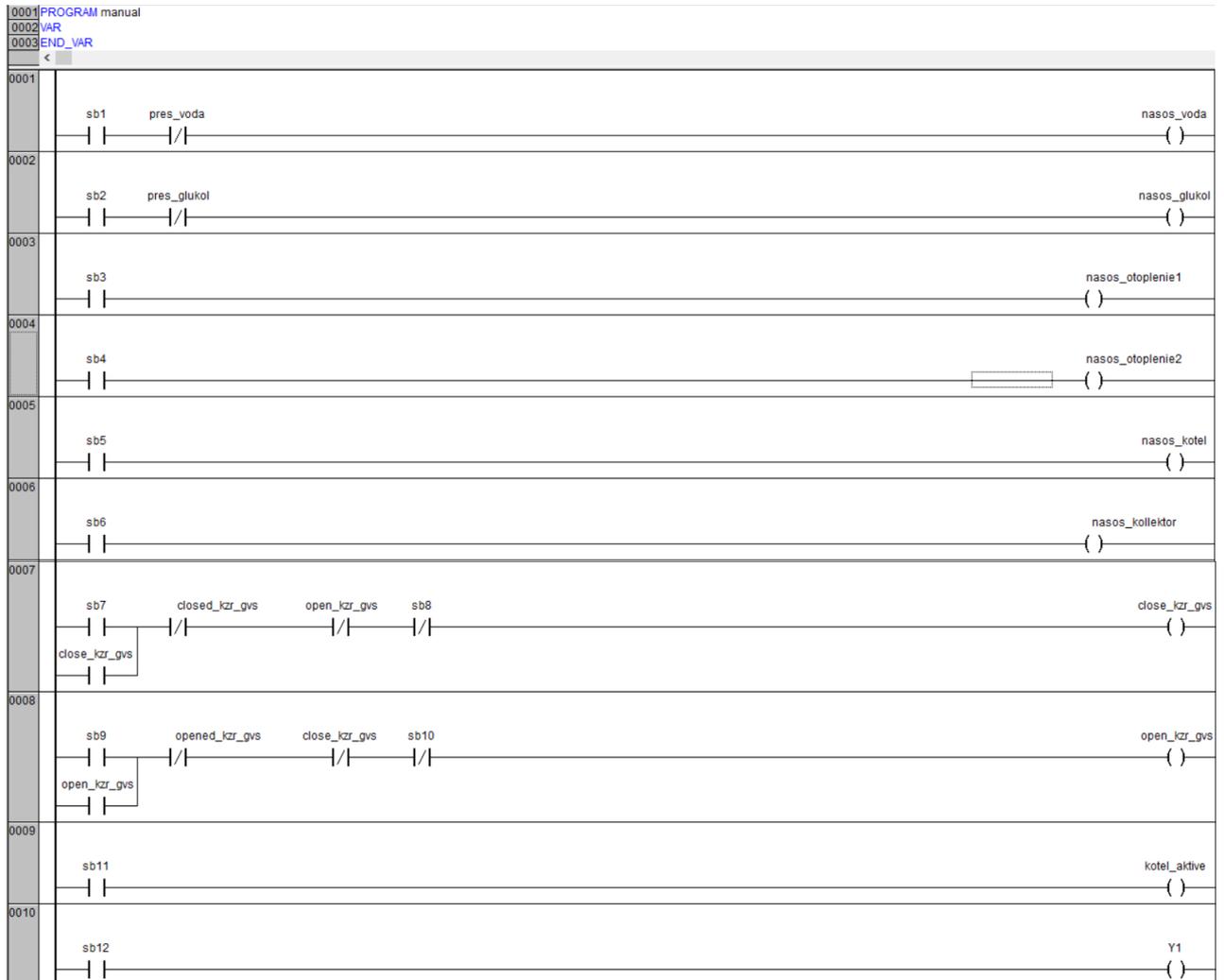


Рисунок 49 – Подпрограмма «manual»

В подпрограмме reg содержатся ПИД регуляторы для плавного регулирования работы ТЭНов, установленных на бойлере и буферной емкости, а также работу котла (рисунок 50).

```

0001 PROGRAM reg
0002 VAR
0003   ten1: PID;
0004   ten2: PID;
0005   kotel: PID;
0006
0007 END_VAR
0008

```

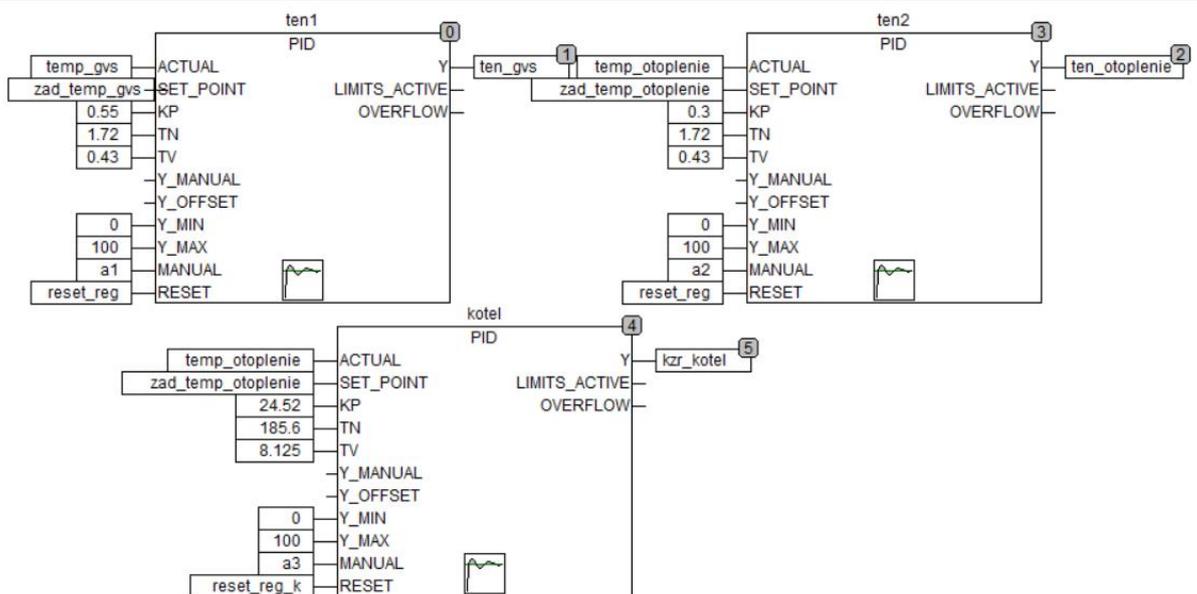


Рисунок 50 – Подпрограмма «reg»

В окне визуализации manual (рисунок 51) представлен щит управления, с помощью которого можно:

- включать/выключать насосы подпитки воды и гликоля;
- управление насосами отопления, котла и коллектора;
- управление заданием КЗР;
- управление элементами коллектора;
- установка интенсивности солнца;
- переключение руч/авто режимов.

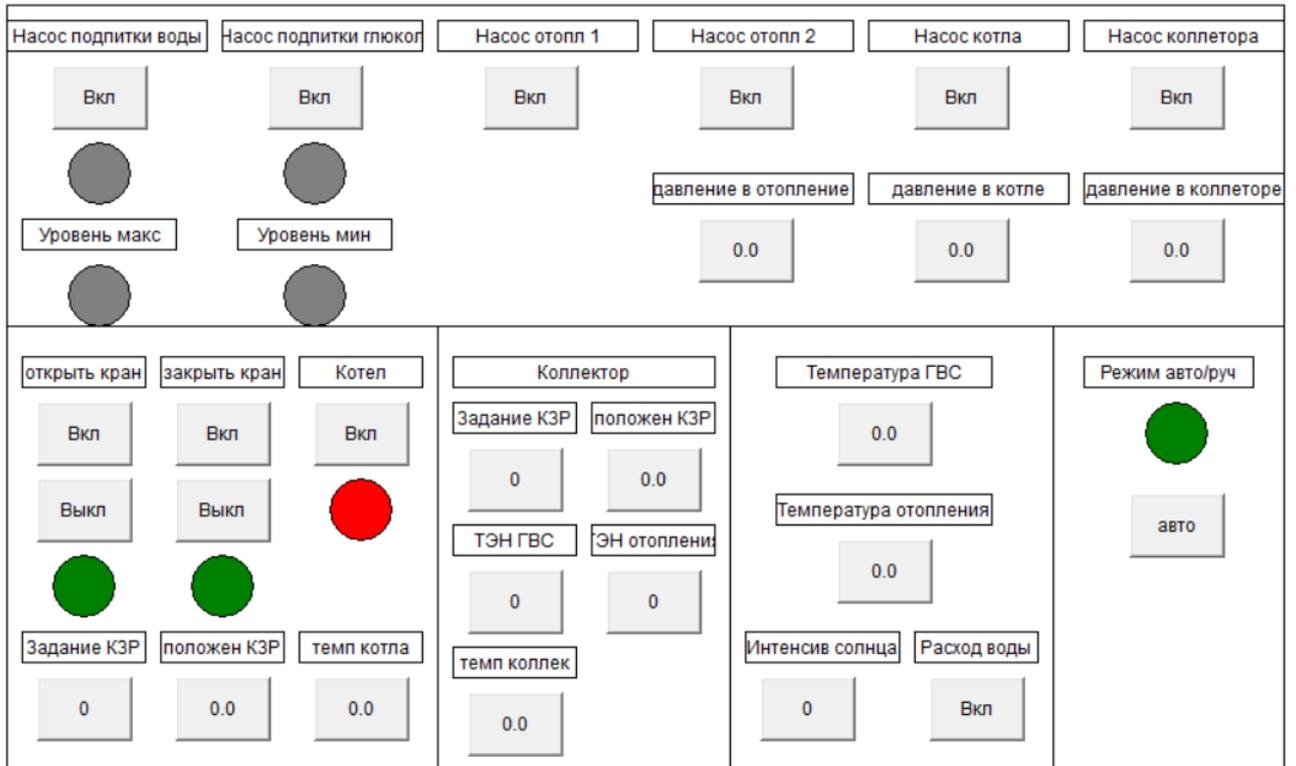


Рисунок 51 – Экран управления системой

В окне визуализации auto отображен протекающий технологический процесс в настоящее время (рисунок 52).

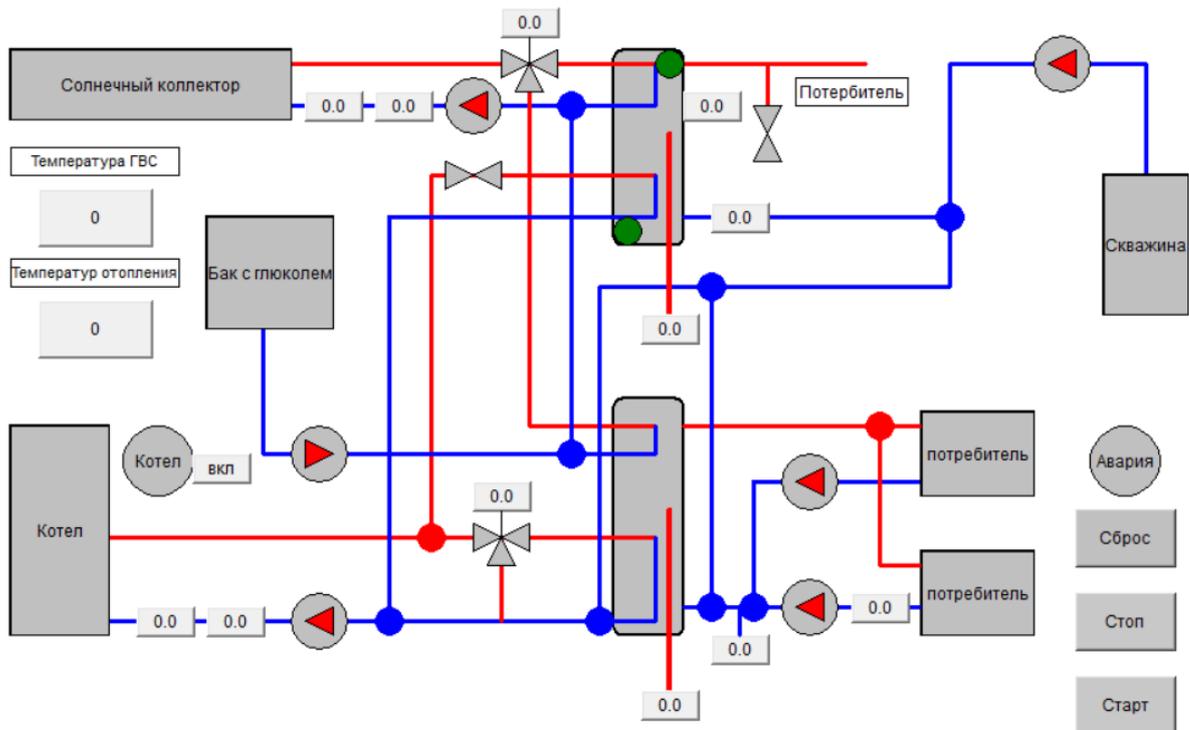


Рисунок 52 – Экран визуализации технологического процесса

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Требования электробезопасности при технологическом присоединении частного дома к электрическим сетям

7.1.1 Технические условия и проектная документация

Чтобы получить разрешение на пользование электроэнергией потребителю необходимо написать заявление в энергоснабжающую организацию, в сети которых будет произведено присоединение. В заявке указывается расчетная нагрузка в кВт, уровень напряжения, вид ввода (однофазный, трехфазный), необходимость применения электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения

Организация в свою очередь должна выдать технические условия с указанием:

точки присоединения;

уровня напряжения и согласования нагрузки подключаемого объекта частной собственности;

требований к устройству защиты, автоматике, изоляции и защите от перенапряжения;

требования к расчетному учету электроэнергии;

рекомендации по привлечению проектной организации и применению типовых проектов;

необходимость получения разрешения от органов Госэнергонадзора на применение электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения;

данные о перспективе развития сети;

рекомендации по организации эксплуатации электроустановки.

Выполнение технических условий обязательно для потребителей и проектных организаций, разрабатывающих проекты электроснабжения объектов частной собственности.

7.1.2 Для объектов частной собственности является обязательным выполнение проекта электроснабжения (при суммарной установленной мощности более 10 кВт), в котором должны быть даны решения по:

- схеме внешнего и внутриобъектного электроснабжения;
- схеме внутренних проводок: типу проводов и способу их прокладки
- схеме вводных устройств;
- расчету электрических нагрузок;
- выбору уставок автоматов и плавких вставок предохранителей;
- заземлению или занулению (при необходимости);
- установке устройства защитного отключения (УЗО) на вводе (при необходимости – в точке присоединения объекта к питающей сети);
- расчетному учету электроэнергии.

Для объектов частной собственности с суммарной установленной мощностью менее 10 кВт может быть выполнен чертеж-проект, в котором должны быть отражены:

- схема внешнего и внутриобъектного электроснабжения с указанием типов и уставок защитных аппаратов, сечений и марок проводов, расчетных токов, приборов учета электроэнергии, присоединение к питающей сети
- ситуационный план расположения электрооборудования, прокладки кабелей, проводов, заземляющих или зануляющих проводников;
- спецификация электрооборудования, изделий и материалов;
- пояснения, указания, примечания (при необходимости).

7.1.3 Проект электроснабжения (чертеж-проект) подлежит согласованию с энергоснабжающей организацией, выдавшей технические условия, и местным органом Госэнергонадзора.

На рисунке 53 приведена типовая схема трехфазной четырехпроводной электрической сети.

Для подводки электричества к устройствам используется три фазных провода и рабочий нуль.

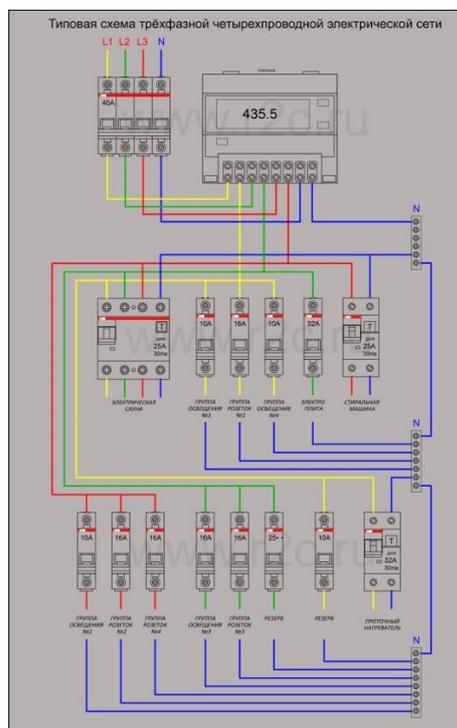


Рисунок 53 – Типовая схема трехфазной четырехпроводной электрической сети

От распределительного щита к розеткам и осветительному оборудованию прокладывается два провода: нулевой рабочий в комбинации с каждым фазным. В результате устройства обеспечиваются электричеством, имеющим напряжение 220 В.

На схеме электропитания используются следующие обозначения фаз: А, В, С.

7.2 Схемы защитного зануления и заземления

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции и замыкании на корпус «Правилами устройства электроустановок» предусматривается ряд защитных мер, одним из них является применение защитного заземления. (схема защитного заземления приведена на рисунке 54)

Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением,

представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциалов, разряд молнии, наведение статического электричества и др.).

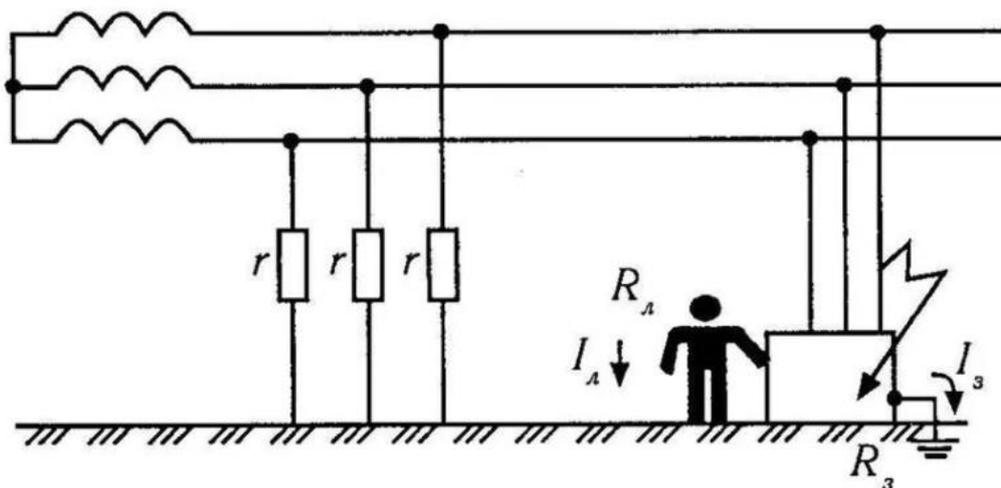


Рисунок 54 -Схема защитного заземления

Защитное зануление – система, в которой токопроводящие части оборудования, не находящиеся в норме под напряжением, соединены с нейтралью. В защитных целях преднамеренно создается соединение между открытыми проводящими элементами глухозаземленной нейтрали (в сетях трехфазного тока) (схема защитного зануления приведена на рисунке 55).

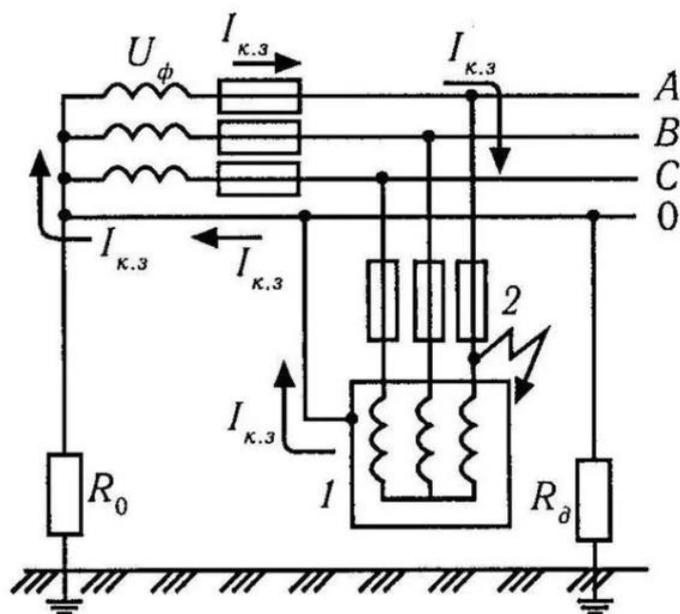


Рисунок 55- Схема защитного заземления

Таким образом, зануление сочетает функции двух видов защитных устройств – заземления и защитного отключения и включает в себя следующие элементы:

- магистраль зануления – металлический проводник, связанный с нейтралью трансформатора, к которому присоединяются металлические элементы электрооборудования, нормально изолированные от напряжения;
- ответвление магистрали к электрооборудованию – металлический проводник, связывающий элементы электрооборудования, подлежащие занулению, с магистралью зануления;
- аппарат отключения – коммутационный аппарат, через который электрооборудование присоединяется к питающей сети, реагирующий на ток однофазного замыкания на корпус и отключающий аварийное электрооборудование от сети;
- повторные заземления магистрали – связи магистрали с землей через заземлители с невысоким сопротивлением, выполняемые на определенных участках системы зануления.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ, при наличии требований других глав ПУЭ, следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;
- выравнивание потенциалов;
- двойная или усиленная изоляция;
- сверхнизкое (малое) напряжение;
- защитное электрическое разделение цепей;
- изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока во всех случаях.

Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

Для заземления в электроустановках разных назначений и напряжений, территориально сближенных, следует, как правило, применять одно общее заземляющее устройство.

Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или разных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, условиям режимов работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т.д. в течение всего периода эксплуатации.

В первую очередь должны быть соблюдены требования, предъявляемые к защитному заземлению.

Заземляющие устройства защитного заземления электроустановок зданий и сооружений и молниезащиты 2-й и 3-й категорий этих зданий и сооружений, как правило, должны быть общими.

При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

Для объединения заземляющих устройств разных электроустановок в одно общее заземляющее устройство могут быть использованы естественные и искусственные заземляющие проводники. Их число должно быть не менее двух.

При определении сопротивления заземляющих устройств должны быть учтены искусственные и естественные заземлители.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного следует принимать его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана система водоснабжения и теплоснабжения частного дома, а точнее системы автоматизации в соответствии с предъявляемыми требованиями безопасности и в соответствии с существующими стандартами для жизнеобеспечения коттеджа.

Были разработаны функциональная, принципиальная и гидравлические схемы для объекта, а также подобраны соответствующие средства автоматизации. Создано управляющее ПО и имитационная модель для демонстрации работоспособности системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паспорт и инструкция по эксплуатации Электроводонагреватель zota «Lux» [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: pacs.ru/upload/iblock/cf9/cf974f67df8a56ca941626f6c3273416.pdf. – 12.10.2020.
 2. Техническое описание Водонагреватели серии vs, vs 2 [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: [instruction/parpol-vs-200-s-odnim-terploobmennikom-899608.pdf](https://instruction.parpol-vs-200-s-odnim-terploobmennikom-899608.pdf). 25.10.2020.
 3. Паспорт Буферные емкости Parpol серии TS [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://teplotorg.ru/upload/files/parpol/pasport-ts.pdf>, свободный. – 27.10.2020.
 4. Технический паспорт изделия Группа безопасности VALTEC [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: valtec.ru/document/technical/passport-VT460.pdf. – 05.12.2020.
 5. Руководство по монтажу и эксплуатации Погружной насос Grundfos SQE-1-50 0.70 kW [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: tdonika.ru/uploads/files/Grundfos/Opisanie/SQ_SQE/Instrukciya_po_montagu_i_ekspluatcii_SQ_SQE.pdf. – 10.12.2020.
 6. Руководство по эксплуатации Солнечный коллектор «yasolar-vu-20» [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: https://inventory.ru/help/Flat_collectorn1.pdf. 15.12.2020.
 7. Руководство по эксплуатации Солнечный коллектор «yasolar-vu-20» [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: inventory.ru/help/Flat_collectorn1.pdf. 20.12.2020.
- Каталог оборудования расширительный бак Flexcon Solar 8-25 [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: avroga-arm.ru/data/armatura01/adl/Flexcon-solar.pdf. – 25.12.2020.

8.Руководство по эксплуатации циркуляционные насосы UP (S, SD, SO)/SOLAR [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: vseinstrumenti.ru/instruction/grundfos-ups-25-40-9628137553675.pdf. 13.01.2021

9.Owen-prom: ПЛК 160. [Электронный ресурс]: owen-prom.ru. – Режим доступа: https://owen-prom.ru/files/re_plk160_2688.pdf. – 2.05.2021.

10.Owen-prom: Блок управления тиристорами и симисторами. [Электронный ресурс]: owen-prom.ru. – Режим доступа: https://owen-prom.ru/files/re_bust2_1497.pdf (Дата обращения- 2.05.2021);

11.Owen-prom: ТРМ138. [Электронный ресурс]: owen-prom.ru. – Режим доступа: owen.ru/uploads/248/re_trm138_1-ru-45212-1.21.pdf. – 2.05.2021.

12.Belimo.ru: SR24-SR Поворотный электропривод для шаровых кранов. [Электронный ресурс]: belimo.ru. – Режим доступа: belimo.ru/upload/iblock/9b3/sr24a_sr_datasheet_ru_ru.pdf. – 2.05.2021.

13.Owen.ru: ДТС термосопротивления для измерения температуры воздуха. [Электронный ресурс]: owen.ru. – Режим доступа: owen.ru/product/termopreobrazovatel_soprotivleniya_dlya_izmereniya_temperaturi_vozduha_datchik_temperaturi_vozduha. – 2.05.2021.

14.Owen.ru: ДТСхх5 термосопротивления с коммутационной головкой. [Электронный ресурс]: owen.ru. – Режим доступа: owen.ru/product/dtshh5_termosoprotivleniya_s_kommutacionnoj_golovkoj/modifications. – 2.05.2021.

15.Owen.ru: ПД100 модели 3x1 датчики давления для ЖКХ и теплосетей. [Электронный ресурс]: owen.ru. – Режим доступа: owen.ru/product/preobrazovateli_dlya_zhkh_pd100/specifications. – 2.05.2021.

16.Owen.ru: ПДУ-4.1 [M01] датчик (сигнализатор) уровня для химически агрессивных сред. [Электронный ресурс]: owen.ru. – Режим доступа: https://owen.ru/product/pdu_4. – 2.05.2021.

17.Owen.ru: БП15Б-Д2-х. [Электронный ресурс]: owen.ru. – Режим доступа: owen.ru/uploads/rie_bp15b-d2-x_865.pdf. – 2.05.2021);

18. Лаврищев И.Б., Разработка функциональных схем автоматизации при проектировании автоматизированных систем управления процессами пищевых производств: Метод. указания к практическим занятиям по курсовому проектированию для студентов спец. 210200. / – И.Б.Лаврищев, А.Ю. Киреев. //СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 51 с.

19. Owen.ru: Операторская панель ОВЕН [Электронный ресурс]: owen.ru. – Режим доступа: owen.ru/product/sp3xx. – 3.04.2021.

20. Марион: ТЭН 3000Вт [Электронный ресурс]: elektroteni.ru. – Режим доступа: elektroteni.ru/catalog/trubchatye_nagrevateli/teny_dlya_vody_i_zhidkostey/04_300_ten_3000vt_1_190_mm_otsinkov_13_mm_shtutser_s_rezboy_m18_tip_42a13_3_0_p_220_f7/. – 3.04.2021.

21. Chipdip: Симистор 16А 600В, 50мА [Электронный ресурс]: chipdip.ru. – Режим доступа: chipdip.ru/product/btb16-600bw. – 17.04.2021.

22. Экспоцентр: Автоматизация производства [Электронный ресурс]: expocentr.ru. – Режим доступа: <https://www.expocentr.ru/ru/articles-of-exhibitions/2016>. – 07.04.2021.

23. IDR Group: Энергоэффективность дома [Электронный ресурс]: idr-group.ru. – Режим доступа: idr-group.ru/energoeffektivnost-doma. – 15.04.2021.

24. Valtec: Расчеты и программное обеспечение по инженерной сантехнике Valtec [Электронный ресурс]: valtec.ru. – Режим доступа: valtec.ru/document/calculate. – 16.04.2021.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Техническое задание

1. Общие сведения

1.1 Полное наименование системы и ее условное обозначение.

Автономная система водоснабжения и теплоснабжения коттеджа.

Условное обозначение: АС ВТК

1.2 Шифр темы или шифр (номер) договора.

174134.150304

1.3 Наименование разработчика системы и реквизиты заказчика.

Заказчик – кафедра АППиЭ АмГУ

Разработчик – студент группы 741-об Кацель Дмитрий Александрович.

1.4. Основания для разработки АС.

Учебный план, индивидуальное задание.

1.5. Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы:

- начало работ по созданию системы – январь 2021

- окончание работ по созданию системы – апрель 2021

1.6. Источник финансирования работ по созданию АС.

Собственные средства разработчика.

1.7. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы:

Работы по созданию системы сдаются разработчиком поэтапно в соответствии с календарным планом проекта. Результаты передаются заказчику частями при завершении каждой стадии работы по созданию системы.

Проектная документация должна быть разработана в соответствии с ГОСТ 34.201-89 и ГОСТ ЕСПД. Процедуры приемки - передачи результатов работ оформляются актами приемки-передачи.

2. Назначение и цели создания системы

Целью создания АС ВТК является надёжное и качественное обеспечение коттеджа водой и теплом.

Реализация цели заключается в автоматическом управлении расходом циркуляционного насоса: регулировании скорости потока теплоносителя в контуре системы обеспечения в зависимости от разницы температур между солнечным коллектором и баком-аккумулятором.

3. Характеристика объекта автоматизации

3.1. Краткие сведения об объекте автоматизации.

АС ВТК состоит из следующих объектов:

1 этаж:

- Гостиная 39,7 м²;
- Кухня 17,1 м²;
- Прихожая 16,8 м²;
- Гардеробная 2,8 м²;
- Туалет 2,6 м²;
- Гараж 40,7 м².

2 этаж:

- Спальня(1) 19,6 м²;
- Спальня(2) 19,4 м²;
- Спальня(3) 17,1 м²;
- Холл 5,7 м²;
- Совмещённый С/У(ванная) 10,8 м².

3.2. Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации.

Индивидуальный двухэтажный жилой дом в с. Чигири Благовещенского района.

Общие данные

1. Проектная документация в части АС (архитектурно-строительные

решения) разработана на основании задания заказчика.

2. Проектная документация разработана применительно к следующим условиям строительства:

- расчётная зимняя температура наружного воздуха – 34 C^0 ;
- вес снегового покрова для I снегового района – 80 кгс/м^2 ;
- скоростной напор ветра для III района – 38 кгс/м^2 ;
- сейсмичность площадки – 6 баллов.

3. Характеристики здания:

- степень огнестойкости – III;
- класс функционально пожарной опасности – Ф1.3.

4. Фундаменты предусмотренные ленточные из монолитного железобетона, армированные арматурной сталью кл. АIII(A400). Основанием для фундаментов служит местный грунт (изыскания не проводились). Фундаменты устраиваются по слою песчано-гравийной подготовки толщиной 300 мм. Ввиду отсутствия геологических изысканий качество грунтов принято как для наихудшего варианта. В случае залегания в основании фундаментов гравелистых грунтов подготовка не требуется.

5. Гидроизоляция фундаментов горизонтальная и вертикальная выполняется окраской битумной мастикой за 2 раза.

6. Стены трёхслойные с эффективным утеплителем. Утепление – пенополистирол ПСБ-С-35 толщиной 150 мм. Кладку цокольной части до отм. -0.270 выполнялась из кирпича керамического М150 на растворе М100. Горизонтальную гидроизоляцию на отм. -0.120 (между кладкой 1 этажа и монолитным поясом Пм1) выполняли из ц.п. раствора толщиной 20 мм в составе 1:2.

7. Перекрытия – плиты железобетонные круглопустотные.

8. Кровля с холодным чердаком, покрытие – черепица битумная. Огнезащитная обработка деревянных конструкций выполнялась окраской огнезащитными составами за 2 раза, с применением колера.

9. Отмостка вокруг здания – асфальтобетонная $\delta=100$ мм шириной 700 мм по щебёночной подготовке толщиной 150 мм.

Основные строительные показатели

- Площадь застройки 189,3 м²
- Общая площадь здания 217,8 м²
- Общая площадь помещений 192,3 м²
- Общая площадь помещений жилой части 151,6 м²
- Жилая площадь 81,5 м²

4. Требования к системе

Солнечная система отопления.

1. Солнечные коллекторы выступают в качестве дополнительного источника энергии для обеспечения горячей водой и помощи системе отопления.
2. В качестве теплоносителя солнечного контура для круглогодичной работы системы используется антифриз на основе высокотемпературных гликолей.
3. Передача тепла от солнечных коллекторов осуществляется при помощи нижнего теплообменника встроенного в бак-теплоаккумулятор.
4. Гарантированным источником тепла может выступать котёл или ТЭН, с возможностью управления цифровым контроллером (опционально).
5. Приготовление горячей воды происходит проточно с помощью специального верхнего теплообменника из нержавеющей стали с увеличенной площадью в бак-теплоаккумуляторе.
6. Включение циркуляционного насоса солнечной системы происходит автоматически по сигналу цифрового контроллера, если температура в солнечных коллекторах выше температуры воды в баке. Таким образом исключена возможность оттока тепла в ночной период. Так же возможно управление другими циркуляционными насосами и электроприводами с

помощью цифрового контроллера (опционально).

7. Для обеспечения безаварийной работы системы солнечного теплоснабжения необходимо предусмотреть подачу электроэнергии цифровому контроллеру и циркуляционному насосу. Данную потребность возможно обеспечить системой резервного питания с источником бесперебойного питания и аккумулятором или системой солнечного электроснабжения.

8. В качестве защиты от перегрева теплоносителя солнечной системы возможно организовать контур отвода тепла (отдельный радиатор или полотенцесушитель), перенаправление потока теплоносителя может управляться автоматически по сигналу контроллера на 3-х ходовой элнктроклапан.

Отопление.

1. Технические решения должны будут приняты в рабочих чертежах, соответствовать требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивающих безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

2. Схема присоединения системы отопления – независимая, параметры теплоносителя в системе отопления – 80/70 °С.

3. В помещениях жилого дома проектом предусмотрена система отопления в соответствии с разделом 6 СП 60.13330.2016. При расчёте теплопотерь здания сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций приняты в соответствие с СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий".

4. В помещениях первого и второго этажей запроектирована система водяного отопления с местными отопительными приборами с параметрами теплоносителя 80-60 °С.

5. Система отопления помещений предусмотрена двухтрубная, с горизонтальной разводкой и попутным движением теплоносителя.

6. Для гидравлической увязки стояков между собой использованы термостатическими вентили и шаровой кран, установленные на подводках к отопительным приборам. На подводящем трубопроводе предусмотрены термостатические вентили с терморегуляторами, на отводящем – шаровой кран.

7. В качестве нагревательных приборов приняты алюминиевые радиаторы RoyalThermo Monoblock A.

8. Удаление воздуха из системы отопления осуществляется через радиаторы при помощи кранов Маевского. Опорожнение систем отопления осуществлять компрессором через шаровые краны предусмотренные в техническом помещении.

9. Трубопроводы для систем отопления приняты из полипропиленовых труб VALTEC PPR. Монтаж труб осуществляется при помощи пресс-фитингов. Перед монтажом трубы покрываются трубной теплоизоляцией толщиной 6 мм.

5. Состав и содержание работ по созданию системы

Перечень документов, предъявляемых по окончании соответствующих стадий по созданию системы, представлен в таблице 1.

Разработка системы предполагается по укрупненному календарному плану, приведенному в таблице 1.

Таблица 1 – Календарный план работ по созданию системы

Наименование стадий и этапов создания системы	Результаты работ
1.Разработка нижнего уровня системы	Расчёты в программе Valtec.PRG, создание чертежа принципиальной схемы, выбор основных приборов и средств автоматизации
2.Разработка среднего уровня системы	Проектирование алгоритма управления и создание программы управления для ПЛК.
3.Разработка верхнего уровня системы	Создание SCADA, БД
4.Тестирование системы	Отработка основных алгоритмов управления оборудованием.

6. Порядок контроль и приемки системы

6.1 Виды, состав, объем и методы испытаний системы

Виды, состав, методы испытаний и тестировании системы будут изложены в компьютерной программе, разрабатываемой в составе рабочей документации.

6.2 Общие требования к приёмке работ по стадиям

Все создаваемые в рамках настоящей работы программные изделия передаются заказчику (т.е. Амурскому государственному университету), как в виде готовых модулей, так и в виде исходных компьютерных кодов, представляемых в электронной форме на стандартном дисковом носителе.

6.3 Статус приёмочной комиссии

Приёмку работы должна выполнить приёмная комиссия, в состав которой включаются:

- представители заказчика;
- представители исполнителя.

Предварительные испытания заканчиваются подписанием приёмочной комиссией протокола испытания с указанием в нем перечне необходимых доработок ПО эксплуатационной и программной документацией и сроков их выполнения

7. Требование к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие

Для обеспечения готовности объекта к вводу системы в действие провести комплекс мероприятий:

- приобрести компоненты технического и программного обеспечения;
- завершить работы по установке технических средств;
- провести пусконаладочные работы.

8. Требования к документированию

Проектная документация должна быть разработана в соответствии с ГОСТ 34.201-89 и ГОСТ ЕСПД.

Отчетные материалы должны включать в себя текстовые материалы (представленные в виде бумажной копии и на цифровом носителе в формате MS Word) и графические материалы.

Предоставить документы:

1. Описание автоматизируемых функций;
2. Схема принципиальной структуры автоматизируемой деятельности;
3. Описание технологического процесса обработки данных;
4. Описание информационного обеспечения;
5. Описание программного обеспечения АС;
6. Описание комплекса технических средств;
7. Руководство пользователя для преподавателя;

8. Протокол испытаний (по ГОСТ 24.102).
9. Источники разработки
 1. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
 2. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
 3. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированной системы.
 4. РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
 5. СНиП 3.05.07-85 Системы Автоматизации.
 6. ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность и обозначение документов при создании Автоматизированных систем.
 7. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
 8. СП 60.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 41-01-2003) «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
 9. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования».
 10. СП131.13330.2012 "Строительная климатология".
 11. СП118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения".