

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Специальность Информационно-измерительная техника и технологии

Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы				
Разработка информационно-измерительного комплекса для учета расхода воды в многоквартирном доме				

УДК 621.039.534(4)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Малых А.Е.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

По разделу «Расчет надежности»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

По разделу «Конструкторско-технологическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Физических методов и приборов контроля качества	Суржигов Анатолий Петрович	д. ф. – м. н., профессор		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Специальность Информационно-измерительная техника и технологии

Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Суржиков А.П.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Малых Александр Евгеньевич

Тема работы:

Разработка информационно-измерительного комплекса для учета расхода воды в многоквартирном доме

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№277/с от 22.01.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Информационно-измерительный комплекс для учета расхода воды; до 8 каналов измерений в реальном времени с хранением и отправкой данных по запросу; продолжительность непрерывной работы на резервном питании - не менее 48 часов. Время передачи показаний на сервер – не более 1 мин; Изготовлен из ударопрочного пластика. Допустимые габариты: 200x150x60 мм. Погрешность одного канала не более 5.5%, надежность безотказной работы при 1000ч - 0,98. Температура от +10⁰ С до + 40⁰С; относительная влажность не более 75%.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Анализ методов и средств измерения расхода электроэнергии. 2. Изучение существующих автоматизированных систем поквартирного учета потребления воды. 3. Проектирование автоматизированной системы, составление структурной и принципиальной схем. 4. Расчет надежности и погрешности созданной системы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж общего вида Чертеж печатной платы Чертеж нестандартной детали
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов О.Н.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Расчет надежности	Степанов А.Б.
Конструкторско-технологическая часть	Степанов А.Б.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	17.09.2015
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Малых Александр Евгеньевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 107 с., 30 рис., 21 табл., 26 источников, 4 прил.

Ключевые слова: вода, водоснабжение, измерение расхода воды, счетчики воды, автоматизированная система, учет расхода, многоквартирный дом.

Объектом исследования является информационно-измерительный комплекс для учета расхода воды в многоквартирном доме.

Цель работы – разработать автоматизированную систему учета расхода воды в многоквартирном доме, с передачей данных на центральный сервер.

В процессе исследования проводился сбор данных, систематизация и анализ информации по теме данного дипломного проекта, проектирование автоматизированной системы.

В результате исследования был разработан информационно-измерительный комплекс для учета расхода воды в многоквартирном доме. Разработана структурная и принципиальная схемы этажного регистратора, а так же печатная плата.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- До 512 абонентов в одной ветке системы;
- Небольшие габариты регистратора и квартирного модуля;
- Простой монтаж;
- Надёжная электробезопасность и низкая стоимость оборудования;

Область применения: учет расхода холодной и горячей воды бытовых потребителей.

В будущем планируется усовершенствование системы для контроля утечек и хищений.

Содержание

Введение	5
1 Характеристика объекта измерения	7
1.1 Системы водоснабжения	7
1.1.1 Основные элементы систем водоснабжения	7
1.1.2 Холодное и горячее водоснабжение зданий	9
1.2 Физико – химические свойства воды	9
2 Анализ методов и средств измерения расхода	11
2.1 Классификация расходомеров и счетчиков	11
2.2 Требования к расходомерам и счетчикам	13
2.3 Методы и средства измерения расхода воды в трубопроводах	15
2.3.1 Тахометрический метод	15
2.3.2 Вихревой метод	18
2.3.3 Электромагнитный метод	19
2.3.4 Ультразвуковой метод	19
2.4 Основные характеристики водяных счетчиков	20
3 Выбор метода измерения расхода воды в системе водоснабжения жилого дома	22
4 Автоматизированные системы поквартирного учета потребления ГВС и ХВС	23
5 Обзор существующих систем автоматизированных систем поквартирного учета потребления ГВС и ХВС	27
5.1 Система дистанционного учета и контроля потребления воды компании "SEA Electronics"	27

5.2 Измерительная автоматизированная система контроля и учета расхода воды "Пульсар"	30
6 Структура предлагаемой системы	33
6.1 Описание структурной схемы	36
7 Выбор элементной базы	37
7.1 Выбор счетчика	37
7.1.1 Конструкция и принцип работы счетчиков холодной воды ITELMA WFK24.D080 Ду15 с импульсным выходом	38
7.1.2 Реализация дистанционного считывания выходного сигнала счетчика	39
7.2 Выбор квартирного регистратора	40
7.2.1 Назначение и область применения	40
7.2.2 Краткое описание	40
7.2.3 Основные технические характеристики	41
7.2.4 Устройство и работа	43
7.3 Разработка принципиальной схемы регистратора	43
7.3.1 Выбор платы приема радиосигнала	44
7.3.2 Выбор микроконтроллера	46
7.3.3 Выбор тактового генератора	47
7.3.4 Выбор преобразователя уровней RS485	48
7.3.5 Выбор микросхемы преобразователя напряжения	50
7.3.6 Выбор автоматического переключателя на резервное питание	52
7.3.7 Выбор аккумулятора резервного питания	53
7.4 Выбор GSM модема	54
8 Алгоритм работы программы микроконтроллера	56

9 Описание работы программы контроллера	57
10 Расчет погрешности	58
11 Расчет надежности	61
12 Конструкторско-технологическая часть	73
12.1 Разработка конструкции	73
12.2 Разработка печатной платы (ПП)	73
12.2.1 Общие технические требования к ПП	73
12.2.2 Расчет конструктивных и электрических параметров печатной платы	75
12.2.3 Технология изготовления платы	78
12.3 Общие положения при монтаже ПП	79
13 Планирование комплекса работ на создание проекта	80
13.1 Составление перечня работ	80
13.2 Определение трудоемкости работ	81
13.3 Построение графика работ	83
13.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	85
13.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	85
13.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	86
13.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	87
13.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	89
13.4.5 Накладные расходы	90
13.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	91

13.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования.	91
14	Социальная ответственность	95
14.1	Техногенная безопасность	95
14.1.1	Анализ вредных факторов производственной среды	95
14.1.1.1	Неблагоприятные условия микроклимата	95
14.1.1.2	Недостаток освещения	96
14.1.1.3	Электромагнитное излучение	97
14.1.2	Опасные факторы	98
14.1.2.1	Возможность поражения электрическим током	98
14.1.2.2	Возникновение пожара	99
14.2	Региональная безопасность	99
14.3	Организационные мероприятия обеспечения безопасности	101
14.4	Особенности законодательного регулирования проектных решений	102
14.5	Безопасность в ЧС	104
14.5.1	Пожарная безопасность	104
	Заключение	106
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

Введение

В современных условиях специализированные организации проводят водоподготовку и подачу воды на предприятия и в дома. С такими предприятиями необходимо рассчитываться за потребленный объем воды, поставленной на договорных условиях.

Система учета питьевой воды позволяет вести учет расхода воды, собирать информацию о потреблении, на основании которой в дальнейшем производятся финансовые расчёты за потребленную воду. На основании данных, полученных от системы учёта воды, можно внедрять мероприятия по сбережению питьевой воды.

Системы учёта воды устанавливаются в муниципальных и частных домовладениях, компаниях, управляющих жилыми фондами, а также в компаниях-поставщиках воды.

В результате установки систем учета воды в ресурсноснабжающей организации появляется инструмент для финансовых расчетов за фактически потребленный объем технологической или питьевой воды, а также инструмент получения достоверной информации для дальнейшего внедрения сберегающих воду мероприятий.

Основой современной коммерческой системы учета являются средства измерения объемов воды (природной, питьевой и сточной). На сегодняшний день основными средствами измерения объемов воды, используемыми на узлах, являются тахометрические (механические) водосчетчики, ультразвуковые, электромагнитные, вихревые расходомеры-счетчики и расходомеры переменного перепада давления.

Для каждого средства измерения, независимо от принципа действия, возникают нештатные ситуации, при которых измерения не ведутся или ведутся с нарушениями, при этом расход воды через прибор не останавливается.

Система учета определяется тем, что после выполнения измерений (снятия контрольных показаний) их результаты для вхождения в систему баланса (города, локальной зоны, водопроводной станции) подвергаются математической и логической обработке, обеспечивающей:

- учет и обработку нештатных ситуаций;
- исключение недостоверных результатов измерений;
- формирование часовых, суточных или месячных архивов.

Внедрение автоматизированной системы учета расхода воды позволит производить автоматический сбор, накопление, обработку, хранение и отображение полученной информации, а также ее передачу по проводным или беспроводным каналам связи на центральный диспетчерский пункт водоснабжающей организации.

Целью данной работы является создание автоматизированной информационной системы учета расхода воды с целью поквартирного учета расхода холодной воды и последующей передаче данных в диспетчерскую ресурсоснабжающей организации.

1 Характеристика объекта измерения

1.1 Системы водоснабжения

Система водоснабжения представляет собой комплекс сооружений, оборудования и трубопроводов, обеспечивающих забор воды из природного источника, очистку и ее обработку, транспортирование и подачу воды потребителям требуемых расходов и качества.

Система водоснабжения должна удовлетворять экономическим, санитарным и техническим требованиям, предъявленным к ней. Системы водоснабжения проектируют параллельно с системами канализации. При проектировании схем водоснабжения, должен составляться баланс использования воды, применяться схема оборотного водоснабжения.

При проектировании системы водоснабжения должны предусматриваться современные технические решения, автоматизация технологических процессов, механизация трудоемких работ, и максимальная индустриализация строительных работ за счет применения сборных конструкций, стандартных и типовых изделий.

Требования к качеству воды хозяйственно-питьевого и технического назначения различны. Поэтому на большинстве объектов сооружают отдельную объединенную систему хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения и отдельную систему технического водоснабжения [1].

1.1.1 Основные элементы систем водоснабжения

Системы водоснабжения, как отмечено выше, представляют собой комплекс сооружений, оборудования и трубопроводов, обеспечивающих забор воды из природного источника, очистку и обработку ее,

транспортирование и подачу потребителям требуемых расходов, качества под необходимыми напорами.

В состав системы водоснабжения входят следующие основные сооружения:

1. водозаборные сооружения, при помощи которых осуществляется прием воды из источников;
2. насосные станции, подающие воду по трубам на очистные сооружения и к месту водопотребления. Из источника водоснабжения вода, как правило, перекачивается на очистные сооружения насосной станцией I подъема, а после очистки подается водопотребителям насосной станцией II подъема;
3. очистные сооружения, предназначенные для очистки воды;
4. резервуары чистой воды, в которых осуществляется регулирование неравномерности режима работы насосных станций I и II подъемов, а также хранение аварийных и противопожарных объемов воды;
5. напорные водоводы и водопроводная сеть, служащие для транспортирования воды к местам ее потребления;
6. водонапорные башни или другие сооружения для хранения и аккумуляирования воды, предназначенные для сглаживания неравномерности водопотребления и подачи воды насосами, а также для создания необходимых напоров в водопроводной сети [2].

В системах оборотного водоснабжения есть также сооружения для очистки и охлаждения отработанной воды. Кроме того, во всех системах промышленного водоснабжения существуют сооружения для очистки сточных вод.

1.1.2 Холодное и горячее водоснабжение зданий

Разводка труб холодной воды в здании подобна структуре дерева: ввод - это ствол дерева, а магистрали и отводы - его ветви. В больших зданиях на главных магистралях не устанавливают вентили, чтобы при ремонтных работах в любой части системы остальные потребители не оставались без воды. Если водопроводные трубы скрыты в строительных конструкциях, необходимо предусмотреть возможность доступа к вентилям, а каждый вентиль должен быть идентифицирован с определенной частью системы, которую он обслуживает. В зависимости от наличия места для прокладки магистралей системы бывают с верхней и нижней разводкой [3].

1.2 Физико – химические свойства воды

Вода (оксид водорода) — бинарное неорганическое соединение, химическая формула H_2O . Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного — кислорода, которые соединены между собой ковалентной связью.

Вода при нормальных условиях представляет собой прозрачную жидкость, не имеет цвета (в малом объёме), запаха и вкуса. В твёрдом состоянии называется льдом, снегом и инеем, а в газообразном — водяным паром.

Физические свойства воды: Цвет, Запах, Вкус, Прозрачность, Температура, Плотность, Сжимаемость, Электропроводность, Радиоактивность.

Физические свойства воды при нормальных условия:

- Состояние: жидкость
- Плотность: 0,9982 г/куб.см
- Динамическая вязкость: 0,00101 Па•с (при 20°C)
- Кинематическая вязкость: 0,01012 кв.см/с (при 20°C)

Вода обладает большой удельной теплоемкостью и является хорошим теплоносителем.

Химические свойства воды:

- Вода реагирует со многими металлами с выделением водорода;
- Вода разлагается на водород и кислород при действии электрического тока;
- Вода реагирует со многими оксидами неметаллов;
- Некоторые оксиды металлов также могут вступать в реакции соединения с водой;
- Вода образует многочисленные соединения, в которых ее молекула полностью сохраняется [4].

2 Анализ методов и средств измерения расхода

2.1 Классификация расходомеров и счетчиков

Датчики измерения расхода воды или попросту счетчики с момента их появления на рынке пользуются большим спросом. Приборы используются как в коммунальном водоснабжении, так и на промышленных предприятиях.

Такие устройства применяются как для измерения уровня потребляемой воды, так и для подсчета объема канализационных стоков или жидкостей, используемых в технологических процессах. Некоторые модели счетчиков способны измерять и объем теплоносителя: они фиксируют не только уровень проходящей воды, но и ее температуру [5].

Реформа коммунального хозяйства в России уже сделала обязательной установку счетчиков воды не только на весь дом, но и в каждой отдельно взятой квартире.



Рисунок 1 – Счетчики холодной и горячей воды

Водяной счетчик – это устройство, которое измеряет объем прошедшей через него жидкости. Наиболее часто используемой единицей объема является кубический метр. Через определенные промежутки времени

(обычно ежемесячно) со счетчиков воды снимаются показания, от которых зависят расходы на оплату потребляемой воды.

В модельном ряду приборов для учета воды также присутствуют расходомеры, которые уже выполняют несложную математическую операцию: делят объем протекающей жидкости на единицу времени и показывают скорость прохождения воды. Они являются близкими аналогами обыкновенных автомобильных спидометров.



Рисунок 2 – Расходомер

Области применения расходомеров и водосчетчиков очень велика: от бытового измерения воды, расходуемой в квартире, до расчета потребления или расхода воды на крупных промышленных предприятиях.

2.2 Требования к расходомерам и счетчикам

В последние годы к расходомерам и счетчикам воды предъявляется много требований, причем некоторые требования, даже с прогрессирующими темпами развития технологий, выполнить пока не представляется возможным.

Существуют две группы требований. В первую группу входят требования, относящиеся индивидуально к каждому прибору для измерения расхода и количества воды, такие как высокая точность измерения, надежность, независимость результатов измерения от изменения плотности воды, быстродействие и значительный диапазон измерения. Ко второй группе относятся требования, которые предъявляются ко всей группе расходомеров и счетчиков воды – измерение различных значений расхода от очень малых до чрезвычайно больших и при различных давлениях и температурах [6].

Далее рассмотрим эти требования более подробно.

1. Высокая точность измерения. Основное требование, предъявляемое к счетчикам воды и дозаторам. Если для обычно квартирного учета воды погрешность измерения не более 1,5-2% считается нормальной, то в некоторых технологических процессах довольно часто в настоящее время требуется погрешность не более 0,2-0,5%. Повышение точности возможно за счет применения новых прогрессирующих методов измерения и совершенствования приборов с использованием нанотехнологий и композитных материалов.

2. Надежность – наряду с точностью не менее важное требование. Время нормальной работы в течение которого расходомер или счетчик воды сохраняет свою работоспособность и паспортную точность является основным критерием надежности. Этот период во многом зависит как от конструкции самого прибора, так и от условий его эксплуатации. Для

продления срока службы счетчиков воды и расходомеров, учитывая качество воды, просто необходимо применение фильтров воздухоотводчиков, струевыпрямителей и других устройств, позволяющих обеспечить чистоту воды и стабильность потока для измерений.

3. Независимость измерений от изменения плотности воды. Плотность воды и её изменение от температуры оказывает значительное влияние на измерение объемного расхода воды. Лишь расходомеры, измеряющие непосредственно массовый расход, изменение плотности оказывает незначительное влияние.

4. Быстродействие расходомера необходимо при быстро меняющихся расходах, а так же в системах автоматического регулирования. Время реакции измерительного прибора на динамику процесса в основном определяется конструкцией прибора и метода измерения.

5. Большой диапазон измерения. Динамический диапазон измерения – отношение максимального измеряемого расхода к минимальному значению измеряемого расхода. В настоящее время в соответствии с требованиями коммерческого учета динамический диапазон не должен быть менее чем 1:25. Как правило, производители расходомеров и счетчиков воды стараются увеличить динамический диапазон, с целью создания универсального расходомера.

6. Измерение многофазных сред. Основные расходомеры, представленные сегодня на рынке разработаны для однофазных сред, таких как жидкость, газ и пар. Поэтому при учете расхода веществ, в том числе и воды, необходимо учитывать такие параметры как: давление, температуру, а так же особые свойства вещества. Для достоверного учета воды необходимо дополнительно использовать вспомогательное оборудование для обеспечения однофазности, такое как сепаратор воздуха, фильтр, деаэратор, так как измерение расхода смеси представляет значительные трудности.

7. Большой диапазон значений расходов. При измерении очень малых расходов порядка 1 л/час и очень больших расходов от 10000 м³/час нередко возникают затруднения и приходится применять особые методы. Особенно острым становится вопрос поверки таких расходомеров.

8. Условия эксплуатации. Необходимость измерения при очень высоких температурах и давлениях. В таких условиях создаются определенные трудности в подборе надежно работающих средств измерения [7].

Модельный ряд приборов для измерения расхода воды можно разделить на группы по принципу их действия: тахометрические, электромагнитные, ультразвуковые и вихревые.

2.3 Методы и средства измерения расхода воды в трубопроводах

2.3.1 Тахометрический метод

Счетчики тахометрического типа имеют в своей конструкции турбинку или крыльчатку. Под воздействием протекающего потока воды она вращается, изменяя показания на циферблате [8].

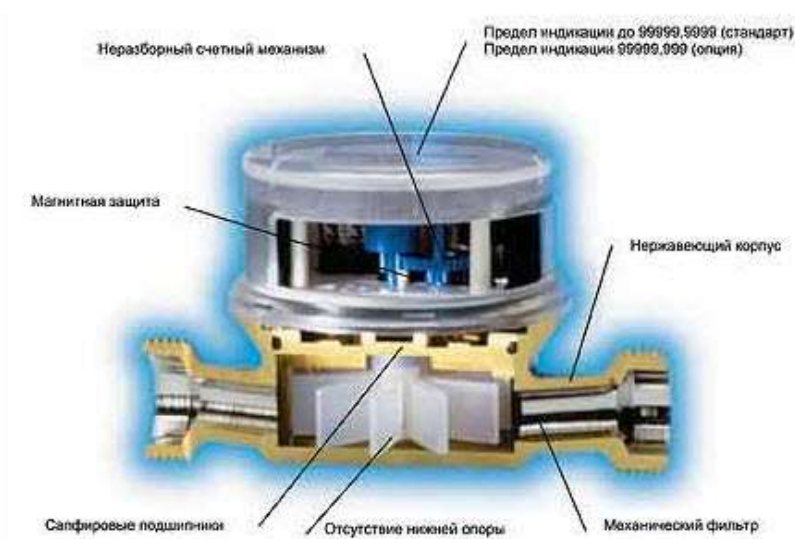


Рисунок 3 - Схема тахометрического счетчика

Счетчики такого типа отображают расход воды в литрах или в кубометрах. Это наиболее распространенный тип приборов для учета воды, широко применяющийся в быту. Счетчики тахометрического типа довольно компактны, стоят недорого и, тем не менее, обладают хорошей точностью измерения. Они могут служить до 12 лет. Все эти характеристики сделали устройства тахометрического типа популярными для установки в многоквартирных домах.

Также счетчики расхода воды тахометрические можно разделить на виды по конструкционному исполнению. Они могут быть:

- компактными, исполненные в едином корпусе;
- раздельными, имеющими отдельный выносной датчик и устройство отображения информации.



Рисунок 4 - Счетчик воды с выносным дисплеем

Счетчики расхода воды в зависимости от модификации могут измерять поток как в одном трубопроводе, так и в нескольких, соответственно быть многоканальными и одноканальными.

Выбор между устройствами такого типа также зависит от особенностей системы водоснабжения в доме. В том случае, если имеется один входной трубопровод поставки воды, то можно обойтись одноканальным счетчиком. Многоканальное устройство можно установить при наличии нескольких трубопроводов подачи воды, например от магистрального водоснабжения и собственной резервной скважины. В этом случае по прошествии некоторого времени вы сможете провести сравнительный анализ объема потребляемой воды.



Рисунок 5 - Крыльчатые счетчики

Для бытовых устройств наиболее распространена конструкция с крыльчатым механизмом измерения объема воды. Их внутреннее сечение обычно не превышает 4 сантиметров, а максимальная пропускная способность – не более 15 кубометров в час. Таким образом, они практически идеально отвечают требованиям, предъявляемым к бытовым водосчетчикам.

Для повышения точности измерения внутри тахометрического устройства поток воды может разделяться на несколько струй. Вследствие этого завихрения воды в потоке снижаются. Такие счетчики называются многоструйными, сложность их конструкции определяет более высокую цену по сравнению с одноструйными.

2.3.2 Вихревой метод

В вихревых расходомерах для создания вихревого движения на пути движущего потока жидкости, газа или пара устанавливается тело обтекания, обычно в виде трапеции в сечении. Образовавшаяся за ним система вихрей называется вихревой дорожкой Кармана. Частота вихрей f в первом приближении пропорциональна скорости потока v и зависит от безразмерного критерия Sh (число Струхала) и ширины тела обтекания d :

$$f = Sh \cdot v / d$$

Полученный результат анализируется и выводится для отображения [9]. Эти устройства используются для регулировки технологических операций и использование их для бытовых целей нерационально.



Рисунок 6 - Вихревые счетчики

2.3.3 Электромагнитный метод

Счетчики электромагнитного типа обычно используются в промышленных установках. При прохождении потока жидкости через искусственно созданное магнитное поле, его показатели изменяются, что фиксируется датчиками и отображается на дисплее. Сложность конструкции обуславливает повышенную цену устройств данного типа. Обычно такое оборудование применяется на пищевых, пивоваренных предприятиях, фармацевтических фабриках, а также для измерения сточных потоков в канализационных системах.



Рисунок 7 - Электромагнитный счетчик воды

2.3.4 Ультразвуковой метод

Счетчики ультразвукового типа измеряют поток жидкости, воздействуя на него ультразвуковыми колебаниями. Полученный акустический эффект анализируется датчиком и отображается на дисплее. Такие расходомеры могут использоваться не только для измерения потока воды, но и для подсчета объема газов, пара или реагентов.

Такие счетчики могут размещаться как непосредственно в трубе, так и на ее поверхности. Способ поверхностной установки позволяет оперативно менять место расположения измерительного прибора. Таким образом, поверхностный ультразвуковой счетчик может использоваться для проведения временного контроля или калибровки показаний других устройств [10].

Обычно счетчики ультразвукового типа применяют на промышленном оборудовании и для измерения объема сточных вод.



Рисунок 8 - Ультразвуковой счетчик воды

2.4 Основные характеристики водяных счетчиков

$Q_{\max}$ счётчика воды — максимальный расход — наибольший расход, при котором водомер должен работать непродолжительное время (менее чем 1 час в сутки и менее чем 200 часов в год) без превышения его максимально допустимой погрешности.

Q_n счётчика воды — номинальный расход — наибольший расход воды, при котором водомер должен работать длительное время без превышения его максимально допустимой погрешности.

Q_t счётчика воды — переходный расход — расход воды, при котором изменяется значение максимально допустимой погрешности водомера.

Q_{min} счётчика воды — минимальный расход — наименьший расход воды, при котором погрешность показаний счётчика не превышает максимально допустимой погрешности.

DN счётчика воды — номинальный диаметр — диаметр отверстия в соединительных патрубках. Значение DN применяется для унификации типоразмеров трубопроводной арматуры. Фактический диаметр отверстия может незначительно отличаться от номинального в большую или меньшую сторону. Альтернативным обозначением номинального диаметра DN, распространённым в странах постсоветского пространства, был условный диаметр Ду водомера. Ряд условных проходов DN трубопроводной арматуры регламентирован ГОСТ 28338-89 «Проходы условные (размеры номинальные)».

PN счётчика воды — номинальное давление — внутреннее давление, выраженное в барах, соответствующее максимально допустимому рабочему давлению воды. Альтернативным обозначением номинального давления PN, распространённым в странах постсоветского пространства, было условное давление Ру водомера. Ряд номинальных давлений PN трубопроводной арматуры регламентирован ГОСТ 26349-84 «Давления номинальные (условные)».

3 Выбор метода измерения расхода воды в системе водоснабжения жилого дома

Как правило, входной трубопровод в обычной российской квартире имеет сечение около 2 сантиметров. Вследствие этого, для учета потребления воды в квартире следует установить обычный одноструйный водяной счетчик. Это будет лучшим выбором по соотношению «цена-качество».



Рисунок 9 - Счетчик воды в квартире

Достаточно перспективным изделием являются счетчики тахометрического типа, оснащенные импульсным выходом. Они имеют измерительный блок, который может устанавливаться непосредственно в точке входа трубопровода. Полученная информация преобразуется в импульсный вид и по каналам связи передается на регистрационное оборудование. Узел сбора информации может быть расположен практически на любом расстоянии от измерительного узла, что позволяет создавать распределенные системы сбора информации, не предусматривающие физического присутствия контролера возле счетчика.



Рисунок 10 - Счетчик воды с импульсным выходом

4 Автоматизированные системы поквартирного учета потребления ГВС и ХВС

Решение проблем учета расхода воды требует создания автоматизированной информационной системы учета расхода воды (АИС УРВ), в структуре которых в общем случае можно выделить четыре уровня:

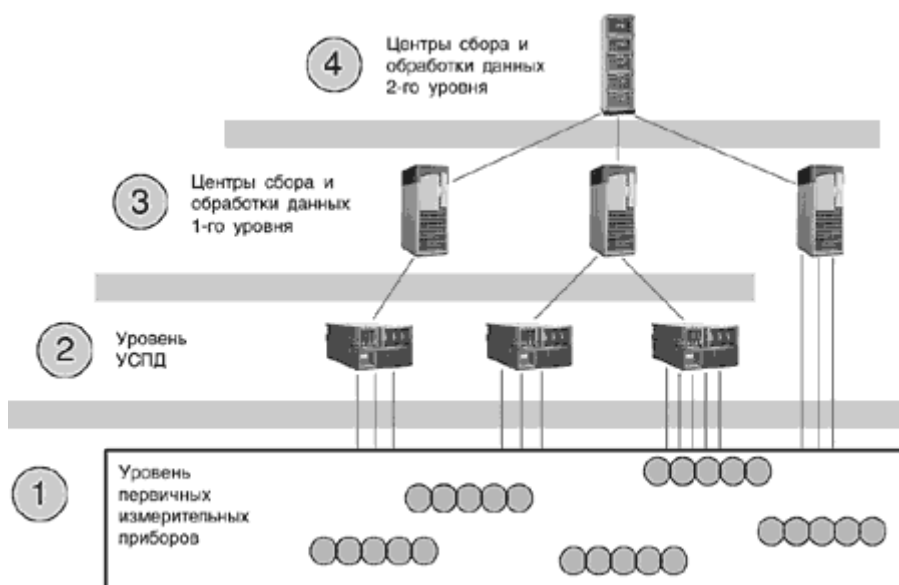


Рисунок 11 - Уровни АИС УРВ

- Первый уровень - первичные измерительные приборы (ПИП) с телеметрическими или цифровыми выходами, осуществляющие непрерывно или с минимальным интервалом измерение параметров расхода воды потребителями;
- Второй уровень - устройства сбора и подготовки данных (УСПД), специализированные измерительные системы или многофункциональные программируемые преобразователи со встроенным программным обеспечением, осуществляющие в заданном цикле интервала усреднения круглосуточный сбор измерительных данных с территориально распределенных ПИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхние уровни;
- Третий уровень - персональный компьютер (ПК) или сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным

обеспечением АИС УРВ, осуществляющий сбор информации с УСПД (или группы УСПД), итоговую обработку этой информации как по точкам учета, так и по их группам - по подразделениям и объектам предприятия, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений (управления) оперативным персоналом службы водоснабжения и руководством предприятия;

- Четвертый уровень - сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным обеспечением АИС УРВ, осуществляющий сбор информации с ПК и/или группы серверов центров сбора и обработки данных третьего уровня. Основной задачей данного уровня является дополнительное структурирование информации по группам объектов учета, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений персоналом службы водоснабжения и руководством территориально распределенных средних и крупных предприятий, ведение договоров на поставку ресурсов и формирование платежных документов для расчетов за воду [11];

Все уровни АСКУЭ связаны между собой каналами связи. Для связи уровней ПИП и УСПД или центров сбора данных, как правило, используется прямое соединение по стандартным интерфейсам (типа RS-485, ИРПС и т.п.). УСПД с центрами сбора данных 3-го уровня, центры сбора данных 3-го и 4-го уровней могут быть соединены по выделенным, коммутируемым каналам связи или по локальной сети.

GSM/GPRS: передача данных посредством GSM-сети. В основном применяется для передачи данных об энергопотреблении от УСПД на удаленный сервер.

Достоинства: Уже сформированная инфраструктура сотовой сети с достаточно большим покрытием территории, большой выбор оборудования.

Недостатки: Взимаемая оператором сотовой связи плата за услугу передачи данных (за исключением закрытых абонентских групп и некоторых тарифных планов), зависимость от работоспособности оборудования оператора сотовой связи, уровень GSM-сигнала в спец-помещениях (ТП, РП, Подвальные помещения и др.) зачастую низок, что требует дополнительных монтажных мероприятий по установке внешних антенн.

PLC: передача данных посредством силовой сети 0.4кВ, канал связи S-SFSK (PLC), полоса частот 20-148кГц (чаще 70-90кГц). Применяется для передачи данных об энергопотреблении от счетчиков в УСПД. Чаще всего используется в системах АИС УРВ административных зданий и жилищно-коммунальном секторе[12].

Достоинства: Передача данных от счетчиков к УСПД осуществляется непосредственно по существующей силовой сети 0,4 кВ, что сокращает трудозатраты и стоимость внедрения системы, т.к. отпадает необходимость прокладывать всевозможные информационные кабели.

Недостатки: На передачу данных в сети может повлиять любое устройство с реактивной составляющей в нагрузке - люминесцентные лампы, импульсные блоки питания (начиная от блоков питания мобильных телефонов, заканчивая бытовой техникой), двигатели и др. При этом если система налажена и работает, то никто не даст 100% гарантии, что со временем (заселение жильцов дома, добавление оборудования в офисном здании и др.) передача данных в системе будет осуществляться как положено. Остается надежда на «ночные часы», когда бóльшая часть оборудования выключается, что позволяет системе собрать недостающие данные. Таким образом, данную технологию следует применять лишь в системах, в которых своевременность поступления данных (оперативная информация) не критична.

RADIO 433, 866 МГц: передача данных посредством радиоканала на безлицензионной частоте 433МГц или 866МГц. Применяется для передачи данных о потреблении от счетчиков в УСПД. Применяется в случаях, когда прокладка информационного кабеля либо технически невозможна, либо экономически нецелесообразна. Преимуществами данного вида связи являются: отсутствие каких-либо платежей за передачу данных, не требуется получение разрешений. Дальность связи может достигать нескольких километров.

Достоинства: Передача данных от счетчиков к УСПД осуществляется по радиоканалу, что сокращает трудозатраты и стоимость внедрения системы, т.к. отпадает необходимость прокладывать информационные кабели.

Недостатки: В системах со встроенными в счетчики радио-модемами есть необходимость в прокладке нескольких кабелей, соединяющих УСПД и радио-ретрансляторы. Радио-ретрансляторы устанавливаются в ключевых точках и к ним необходимо прокладывать информационный кабель. Данные точки расположены, как правило, на одной отметке с УСПД (подвал, первый этаж) и кабель прокладывается по существующим лоткам.

RS-485, RS-232, M-BUS: передача данных посредством проводных последовательных интерфейсов. Применяется для передачи данных об энергопотреблении как от счетчиков в УСПД, так и от УСПД в ресурсоснабжающую организацию [13].

Достоинства: Надежная передача данных между устройствами низкого, среднего и верхнего уровня. Параллельное объединение большого количества устройств с использованием малого количества проводов.

Недостатки: Необходимость прокладки кабелей.

5 Обзор существующих систем автоматизированных систем поквартирного учета потребления ГВС и ХВС

5.1. Система дистанционного учета и контроля потребления воды компании "SEA Electronics"

Функции, выполняемые системой:

- автоматический сбор информации с приборов учета;
- чтение мгновенных показаний прибора учета по запросу оператора;
- накопление в терминале информации по потреблению на начало периодов (на начало суток, на начало месяца);
- накопление в терминале информации по мощности потребления за 30 минутный период интеграции, для анализа аварийных ситуаций и выявления хищения;
- автоматическая передача накопленных данных в диспетчерский центр и запись поступающей информации в базу данных по хронологии получения, в ретроспективе;
- визуализация накопленных данных в виде таблиц и графиков;
- дистанционная передача отчетов по электронной почте;
- анализ сигналов с дополнительных датчиков (охрана пункта учета, регистрация попыток воздействия на систему).

Система состоит из диспетчерского центра и терминалов сбора данных.

Программное обеспечение диспетчерского центра позволяет принимать и накапливать в базе данных показания счетчиков и отчеты о событиях, происходящих на пунктах учета (пропадание питания, вскрытие

объекта и т.п.). При каждом сеансе обмена между терминалом и диспетчерским центром передаются пакеты информации, содержащие:

- текущие показания прибора учета, показания прибора учета на каждый день, в ретроспективе, за прошедшие 31 день;
- показания на первый день месяца, в ретроспективе, за прошедшие 12 месяцев, а также 30-ти минутные профили мощности потребления.

Эти данные визуализируются в виде таблиц и в виде графиков. Диспетчер имеет возможность детально изучить данные и выявить случаи хищения или аварийные ситуации на сетях потребления.

По накопленным данным строятся отчеты - групповые и индивидуальные, например, для групп терминалов - состояние на конкретную дату, и индивидуально, развернутый, по каждому терминалу, с отображением получасовых мощностей и показаний прибора учета на определенные даты.

Отчеты могут рассылаться адресатам по электронной почте.

Аппаратная часть терминала сбора данных представляет собой специализированную плату, на которой установлен GSM модуль, источник питания и входные цепи сопряжения с импульсными входами счетчиков.

Микроконтроллер под управлением программного обеспечения осуществляет подсчет импульсов на цифровых входах и запись полученных отсчетов в память. При отсутствии электропитания модуль продолжает работать в режиме сверхнизкого энергопотребления, при этом продолжается подсчет импульсов, GSM часть отключается и микропроцессорная часть работает автономно.

При подаче внешнего питания модуль автоматически запускает GSM часть и переходит в полную готовность. Для повышения надежности микроконтроллер следит за функциональным состоянием GSM части и

производит перезапуск ее, в случае необходимости. GSM часть работает под управлением OpenCPU приложения, которое позволяет организовывать канал передачи данных с использованием всех технологий доступных в GSM - таких как GPRS, CSD, SMS а также DTMF посылок в голосовом канале [14].

Корпус терминала изготовлен из пластика, имеет гермовводы для ввода кабелей (питания, информационного и антенного).

Экономический эффект обеспечивается:

- отсутствием человеческого фактора при снятии показаний работниками-контролерами;
- дистанционным считыванием приборов учета, позволяющим сократить рабочее время и транспортные расходы, необходимые при объездах для снятия показаний;
- возможностью выявлять изменения потребления, позволяющее оперативно обнаруживать аварийные ситуации или случаи хищения (т.е. преднамеренные действия, направленные на получение объемов холодной воды в обход счетчика);

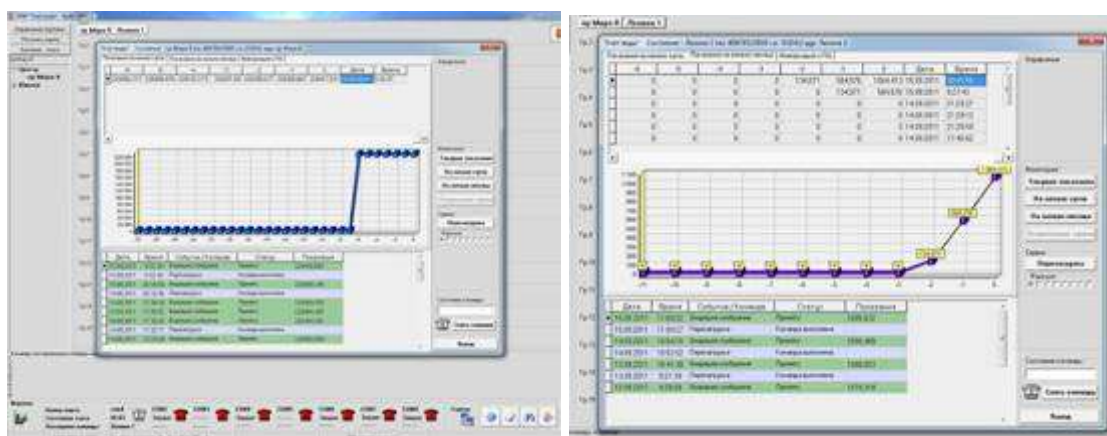


Рисунок 12 - Интерфейс программы учета и контроля потребления воды компании "SEA Electronics"

Основные отличия системы:

- использование беспроводного GSM микропроцессора со встроенным специализированным программным обеспечением, выполняющим все функциональные задачи по передаче данных;
- использование микроконтроллера со сверхнизким энергопотреблением, производящим подсчет импульсов с прибора учета, независимо от наличия внешнего электропитания.

5.2. Измерительная автоматизированная система контроля и учета расхода воды "Пульсар"

Назначение - автоматизированный коммерческий и технологический учет потребления холодной воды.

Состав системы:

- счетчики энергоресурсов, оснащенные импульсным телеметрическим выходом или цифровым выходом;
- счетчики импульсов - регистраторы "Пульсар". Используются для накопления числоимпульсной информации с первичных счетчиков, передачи данных в цифровом формате на компьютер диспетчера;
- устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- сервер коммерческого учета, автоматизированные рабочие места.

Функции системы:

- ведение базы данных потребления ресурсов на ПК;
- подготовка аналитической информации, отчетов, протоколов, графиков для последующей печати;
- выписка счетов абонентам для оплаты потребленных ресурсов;

- информирование потребителей о состоянии оплаты и потреблении ресурсов;
- защита информации от несанкционированного доступа.

Преимущества:

1. Доступная стоимость оборудования и монтажа. Используется минимум функциональных блоков и минимальная длина проводов, что достигается путем использования параллельного принципа подключения счетчиков импульсов - регистраторов к общей линии.

2. Надежность. Вся информация о потреблении ресурсов до ее ввода в ПК хранится в энергонезависимой памяти счетчиков импульсов - регистраторов. В случае отключения питания сети, регистрация данных продолжается.

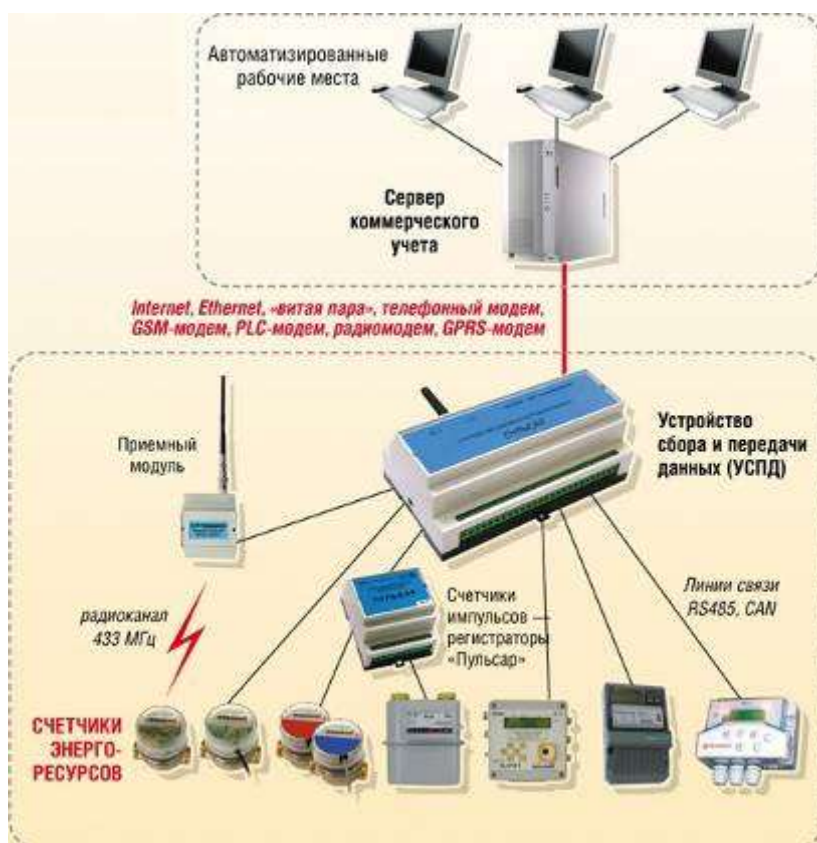


Рисунок 13 - Структура измерительной автоматизированной системы контроля и учета расхода воды "Пульсар"

Достоинства систем из обзора:

Современная элементная база позволяет вести учет при возникновении НС, ДНС, а также производить дистанционное отключение водоснабжения отдельного потребителя. Позволяют производить автоматизированный сбор и передачу данных на центральный сервер водоснабжающей организации.

Недостатки систем из обзора:

Для обслуживания и ремонта компонентов и узлов системы требуется высококвалифицированный обслуживающий и ремонтный персонал.

6 Структура предлагаемой системы

Система имеет двухуровневую структуру. На первом уровне находятся собственно расходомеры воды, установленные в каждой квартире, квартирный регистратор-радиопередатчик и этажный регистратор. Квартирный модуль реализует два числоимпульсных канала измерения и в качестве первичных преобразователей использует водосчетчики, имеющие импульсный (телеметрический) выход.

Этажный регистратор принимает радиосигнал от квартирных модулей и сохраняет её во внутренней памяти микроконтроллера. Также в состав этажного регистратора входят элементы управления питанием, индикации и интерфейса связи. Этажные регистраторы соединяются в сеть по протоколу RS-485. На втором уровне находится GSM модем который подключен к сети RS-485 и передает информацию о потреблении на ПК в ресурсоснабжающую организацию.

Компоненты разрабатываемой системы учета расхода воды в жилом доме:

- Первичные приборы учета – счетчик воды ITELMA (ИТЭЛМА) WFK24.D080. Счетчик имеет импульсный выход, обеспечивает точность измерений при горизонтальной и вертикальной установке. Основное преимущество данного счетчика в том, что он имеет сравнительно небольшую стоимость и хорошие технические характеристики.
- Квартирный модуль. РадиоПульсар Квартирный модуль обеспечивает счет импульсов от первичных преобразователей расхода воды и газа и передачу данных о потреблении по радиоканалу. Данный регистратор имеет 2 входных канала.

- Этажный регистратор используется для накопления численной информации с первичных счетчиков с привязкой ее к астрономическому времени, для передачи данных в цифровом формате в информационную сеть с использованием стандарта RS485.

Структурная схема этажного регистратора показана на рисунке 6.

- GSM Модем. TELEOFIS RX108-R RS485 специально разработан для систем контроля и учета ресурсов с подключением к аппаратуре с интерфейсом RS-485.

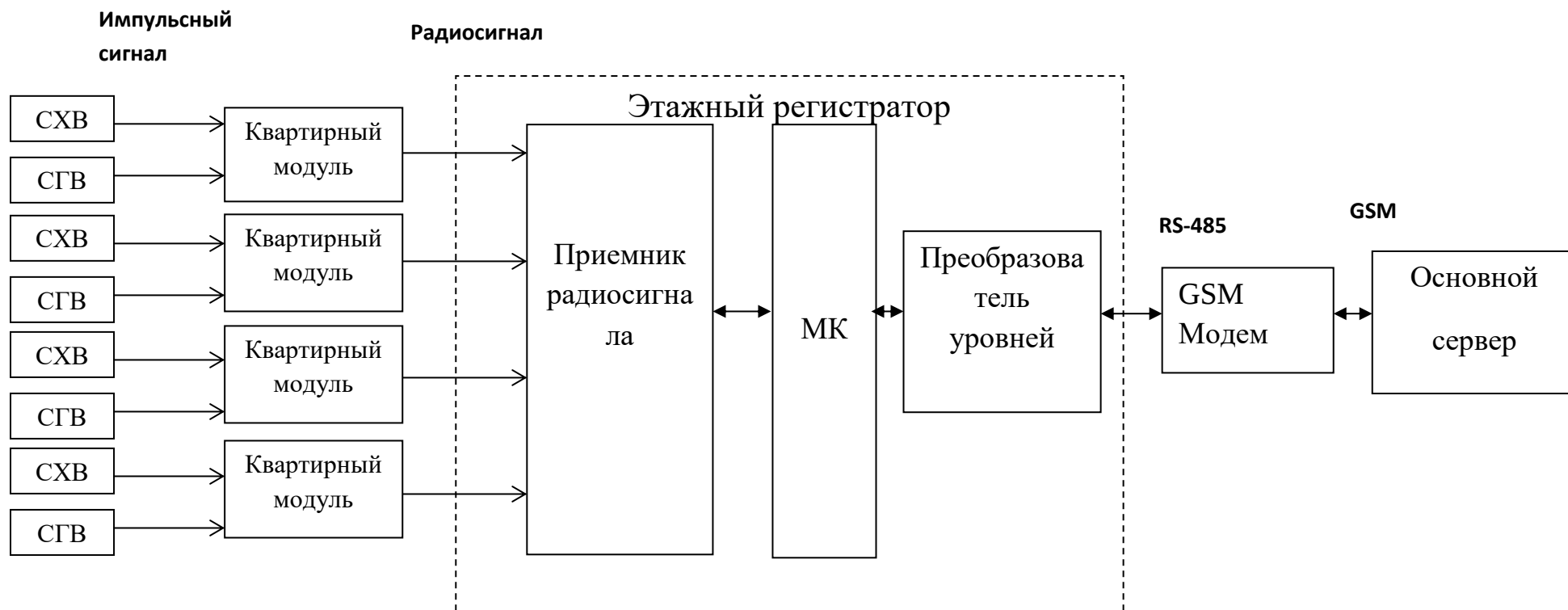


Рисунок 14 - Структурная схема

6.1 Описание структурной схемы

Датчики расхода, расположенные на трубопроводах определяют расход воды, на основе которого в квартирном модуле формируется значение выходной величины и передача ее по радиосигналу на этажный регистратор. Основной функцией, выполняемой микроконтроллером в этажном регистраторе, является сбор и хранение данных полученных с датчиков, и последующей передачей по каналу связи RS-485 на GSM модем. GSM модем в свою очередь отправляет данные на основной сервер.

Энергонезависимая память используется для хранения архива, а также индивидуальных градуировочных коэффициентов датчиков расхода, других констант, определяющих текущие настройки устройства, сохранения которых должно быть обеспечено при отключении, как основного блока питания, так и аккумуляторной батареи. Зафиксированный код по каждому каналу микропроцессора по запросу через интерфейс RS-485 и GSM модем передается для последующей обработки на ПК, где уже оператор с помощью специального программного обеспечения анализирует полученную информацию. Данная система позволит автоматизировать и упростить систему контроля расхода воды.

7 Выбор элементной базы

7.1 Выбор счетчика

Счетчики воды ITELMA (ИТЭЛМА) WFK24.D080 Ду15 с импульсным выходом.

Счетчики воды ITELMA WFK24.D080 Ду15 с импульсным выходом крыльчатые предназначены для учета расхода воды в индивидуальных и коллективных системах снабжения водой - от квартир и офисов до административных зданий. Обычно эти счетчики используют строительно-монтажные организации, ЖЭКи и индивидуальные потребители.



Рисунок 15 - Счетчики воды ITELMA

Для этого счетчика воды характерна удобная индикация значений расхода воды. За счет импульсного выхода реализована возможность удаленного считывания автоматизированными системами учета. Реализована защита механизма счетчика от влияния магнитных возмущений и помех. Данный счетчик воды можно устанавливать как горизонтально, так и вертикально. Нет необходимости выдерживать определенную длину прямых участков на входе и выходе агрегата.

Преимущества, которыми обладают счетчики холодной воды ITELMA WFK24:

- Сделано по немецким технологиям в России (лицензия SIEMENS).
- Высокая надежность - дается 4 года гарантийного срока.
- Устойчивость к высокому давлению в системе водоснабжения, что важно для многоэтажных домов.
- Устойчивость к высокой температуре.
- Качественная настройка и отладка приборов.
- Превосходная антимагнитная защита.
- Высокие потребительские свойства: бесшумность, удобство считывания показаний, в том числе дистанционно, приятный дизайн.

7.1.1 Конструкция и принцип работы счетчиков холодной воды ITELMA WFK24.D080 Ду15 с импульсным выходом

Водяной счетчик состоит из измерительной камеры и индикатора расхода воды. В измерительной камере установлена вращающаяся крыльчатка, сама камера закрыта герметичной крышкой. Перед камерой, на входе поступающего потока воды установлен фильтр для защиты от крупных взвесей и твердых частиц, которые могут повредить механизм. Принцип работы водяного счётчика заключается в фиксации числа оборотов крыльчатки, вращающейся благодаря проходящему в водопроводе потоку воды. Вращение крыльчатки передается на индикатор, с использованием посредством магнитных муфт. Корпус измерительной камеры изготовлен из латуни. Камера закрыта герметичной крышкой для недопущения проникновения воды. Индикаторное устройство, установленное на измерительную камеру - сухого типа, защищено прозрачной пластмассовой крышкой. Индикатор может поворачиваться на 360°. Для дистанционного считывания выходного сигнала счетчик воды ITELMA WFK24.D080 снабжен кабелем длиной 1,5 м.

7.1.2 Реализация дистанционного считывания выходного сигнала счетчика

Схема для удаленного считывания сигнала, реализованная в данном водяном счётчике, выдает по проводу один импульс на каждые 10 литров воды. Благодаря ей возможно реализовать централизованный учёт расхода воды потребителями. Счетчики воды ITELMA WFK24 с дистанционным считыванием выходного сигнала имеют герконовые контакты, которые используются для сигнализации об объёме расходуемой воды. Одно замыкание, и соответствующий ему импульс сигнализирует о расходе 10 литров воды. Включенная в схему автоматического учета цепь НАМУР выявляет наличие короткого замыкания или разрыва линии связи по ее сопротивлению [15].

Таблица 1 - Технические характеристики счетчика воды ITELMA WFK24

Диаметр условного прохода, мм	15	20
Монтажная длина, мм	80, 110	130
Расход воды, м ³ /ч:		
минимальный ($Q_{\min}$)	0,03	0,05
переходный (Q_t)	0,12	0,20
номинальный (Q_n)	1,50	2,50
максимальный ($Q_{\max}$)	3,00	5,00
Относительная погрешность измерения, %:		
при расходе $Q_{\min} \leq Q < Q_t$	± 5	
при расходе $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	± 2	
Температура воды, °С	+5...+90	
Метрологический класс (по ГОСТ Р50193.1.93)	А (верт. установка) В (гориз. установка)	
Гарантийный срок эксплуатации, лет	4	
Межповерочный интервал, лет	6	

Данные счетчики полностью удовлетворяют нашим требованиям, имеют невысокую цену и проверенную надежность.

7.2. Выбор квартирного регистратора

2-х канальный квартирный модуль РадиоПulsар



Рисунок 16 - РадиоПulsар Квартирный модуль

7.2.1 Назначение и область применения

Счетчик импульсов - регистратор РадиоПulsар Квартирный модуль 2-х канальный предназначен для:

- коммерческого и технологического учета потребления холодной и горячей воды, газа;
- работы в составе АИС УРВ

7.2.2 Краткое описание

РадиоПulsар Квартирный модуль является вторичным преобразователем, реализует два числоимпульсных канала измерения и в

качестве первичных преобразователей использует водосчетчики, счетчики газа, имеющие импульсный (телеметрический) выход.

Квартирные модули выпускаются в двух исполнениях: для герконового датчика и для герконового датчика, содержащего схему «Намур» (исполнение «Н»).

Квартирный модуль обеспечивает счет импульсов от первичных преобразователей расхода воды и газа и передачу данных о потреблении по радиоканалу.

7.2.3 Основные технические характеристики

1. Питание квартирного модуля от встроенной литиевой батареи 3,6В, (тип ER14505 или аналогичной)
2. Использование литиевых батарей обеспечивает непрерывный счёт импульсов и передачу данных квартирного модуля по радиоканалу на этажный модуль.
3. Средний срок службы батареи квартирного модуля: 6 лет.
4. Характеристики числоимпульсных входов квартирных модулей (герконовый датчик):
 - тип датчика (телеметрического выхода первичного прибора) герконовый, транзисторный, либо активный (потенциальный);
 - частота выходного сигнала: не более 4 Гц;
 - длительность импульса: не менее 250 мс;
 - уровень сигналов в случае использования счетчиков с активным выходом должен быть не более 3 В (уровень логического "0" - 0...0,4 В, уровень логической "1" - 2,4...3 В), сигналы большего уровня могут подключаться через пассивный делитель напряжения.

5. Характеристики числоимпульсных входов квартирных модулей исполнения «Н»:
- тип датчика (телеметрического выхода первичного прибора) герконовый, содержащий схему Намура
 - частота выходного сигнала: не более 50 Гц;
 - длительность импульса: не менее 10 мс;
6. Условия эксплуатации
- температура окружающей среды от плюс 5 до плюс 50 °С (по отдельному заказу от плюс 5 до плюс 70 °С);
 - переменное магнитное поле частотой 50 Гц напряженностью не более 400А/м;
 - относительная влажность воздуха до 95% при температуре 35 °С;
 - атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
7. Количество квартирных регистраторов, передающих данные на один этажный модуль: до 8 включительно;
8. Число входных каналов квартирного модуля: 2
9. Диапазон измерения количества импульсов: 0..4000000000
10. Предел допускаемой относительной погрешности измерения количества импульсов: $\pm 0,1\%$
11. Частота передатчика: 433,075...434,750 МГц;
12. Мощность передатчика: не более 10 мВт;
13. Масса квартирного модуля: не более 200 г;
14. Габаритные размеры квартирного модуля: не более 60x80x23 мм;
15. Нарботка на отказ: 75000 ч;
16. Срок службы: 12 лет;

7.2.4 Устройство и работа

Квартирный модуль представляет собой микропроцессорный прибор, выполненный в пластмассовом корпусе, с 2-мя крепёжными отверстиями, работающий автономно и имеющий уникальный идентификационный номер.

Данный модуль полностью удовлетворяет нашим требованиям, он имеет 2 импульсных входа, соответственно может принимать и передавать данные с 2 счетчиков сразу. Автономное питание является существенным преимуществом, т.к. позволяет избежать затратных работ по прокладке электрического кабеля до прибора и установки блока питания, кроме того прокладка электрических кабелей в обычных местах установки счетчиков, а это сырые и влажные помещения, связана с риском поражения человека электрическим током.

7.3 Разработка принципиальной схемы регистратора

Для того что бы создать этажный регистратор необходимо разработать принципиальную схему, путём выбора подходящих под наши задачи элементов. Необходимо реализовать связь одновременно четырёх квартирных модулей с регистратором по средствам беспроводной связи используя радиоканал, последующим хранением и обработкой данных в микроконтроллере, а так же последующей передачей данных уже по линии связи интерфейса RS-485 на ПК, через преобразователь интерфейсов RS-485/RS-232. Элементы принципиальной схемы выбираются исходя из требований технического задания, предъявляемых к системе учёта расхода воды, а так же из экономических и практических соображений.

Данное измерительное устройство (регистратор) является интеллектуальным (микропроцессорным) компонентом системы сбора данных и управления. Оно обеспечивает сбор информации, преобразование интерфейса и другие функции, необходимые для построения эффективной системы учета расхода воды. Устройство не содержит

механических переключателей. Все настройки выполняются программно. Настраиваемые параметры запоминаются в ЭПЗУ и сохраняются при выключении питания.

7.3.1 Выбор платы приема радиосигнала

Основное требование, предъявляемое к данной микросхеме, это обеспечить прием данных по радиоканалу на частоте 433МГц сразу с нескольких устройств и передачу их на UART микроконтроллера. Для нашей задачи был выбран приемник радиосигнала XY-MK-5V.

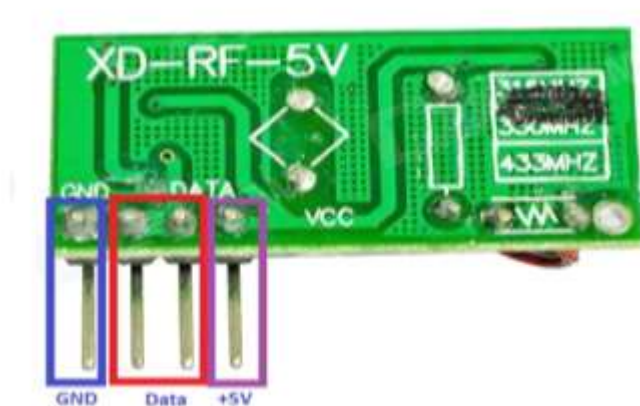


Рисунок 17 - Приемник радиосигнала XY-MK-5V

Приёмник выполнен по схеме сверхрегенератора, известного своей простотой и высокой чувствительностью, но при этом плохой помехозащищенностью.

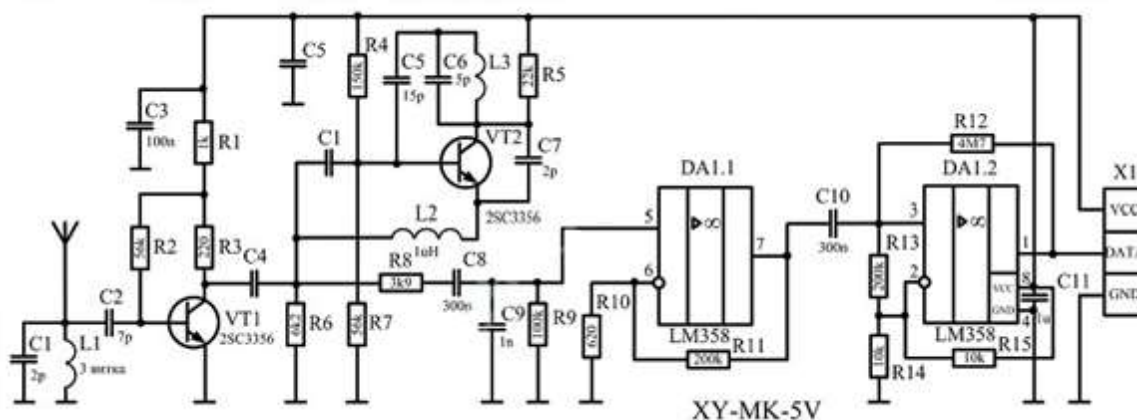


Рисунок 18 - Принципиальная схема приемника XY-MK-5V.

На транзисторе VT1 выполнен входной усилитель высокой частоты, усиленный сигнал с которого поступает на сам сверхрегенератор, выполненный на транзисторе VT2. При появлении сигналов на входе, сверхрегенератор, обладающей высокой чувствительностью, начинает совершать колебания высокой частоты, которые прерываются так называемой частотой самогашения. В результате, на резисторе R6 будет появляться полезный сигнал. Величина этого сигнала зависит от амплитуды приходящих сигналов. Продетектированный полезный АМ сигнал поступает на усилитель низкой частоты, выполненный на операционном усилителе (DA1.1) и после чего – на вход компаратора (DA1.2). При появлении сигнала определённой амплитуды на неинвертирующем входе DA1.2, на его выходе установится сигнал логической единицы.

Однако, как уже указывалось выше, сверхрегенеративный приемник очень чувствителен к разным шумам, поэтому в отсутствие полезного сигнала на его выходе всегда будет присутствовать шум (хаотичный сигнал), который пропадает при улавливании приёмником полезного сигнала. Так что просто подключить выход приёмника к микроконтроллеру и считывать полезный сигнал не получится, нужно каким-то образом повышать

помехоустойчивость. В нашем случае, это организовано передачей кода несколько раз подряд.

Краткие технические характеристики XY-MK-5V:

- Напряжение питания – 5 Вольт;
- Потребляемый ток – 4 мА;
- Частота сигнала – 433.92 МГц

7.3.2 Выбор микроконтроллера

Главным критерием при выборе микроконтроллера является наличие в нем как минимум 1-го универсального асинхронного приёмопередатчика (UART) и достаточно большого объема внутренней памяти. Заданным условиям отвечает микроконтроллер ATxmega16A4-AU, функциональная схема которого приведена на рисунке 19. Микроконтроллеры фирмы Atmel являются наиболее доступными и имеют достаточно низкую цену.

Отличительные особенности:

- 8/16-битное высокопроизводительное RISC ЦПУ AVR
- 138 инструкций
- Аппаратное умножающее устройство
- 32 8-битных регистра, напрямую подключенные к ALU
- Стек в оперативной памяти
- Указатель стека доступен в пространстве памяти ввода-вывода
- Прямая адресация до 16 Мбайт памяти программ и 16 Мбайт памяти данных
- Полная поддержка 16/24-битного доступа к 16/24-битным регистрам ввода-вывода
- Эффективная поддержка 8-, 16- и 32-битных арифметических инструкций
- Защита от изменения настроек критических функций системы [16].

- Энергонезависимые памяти программ и данных
- Температурный диапазон $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$;

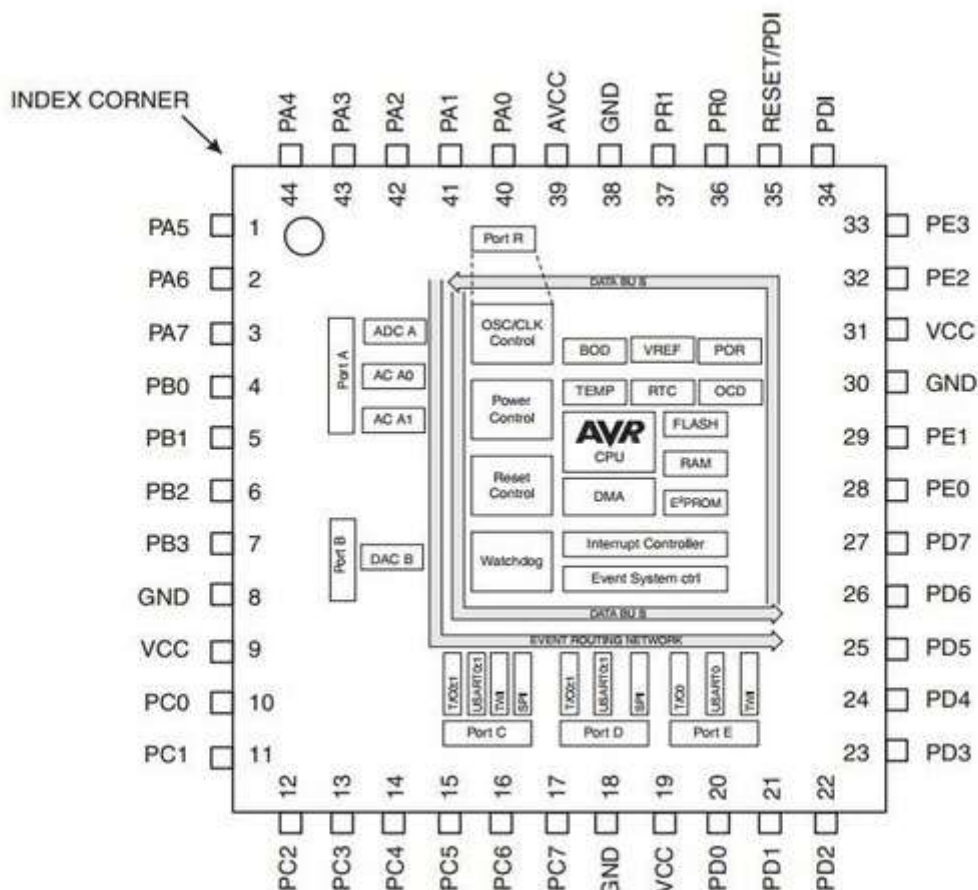


Рисунок 19 - Функциональная схема микроконтроллера ATxmega16A4-AU

7.3.3 Выбор тактового генератора

В микропроцессорной технике один тактовый импульс, как правило, соответствует одной атомарной операции. Обработка одной инструкции может производиться за один или несколько тактов работы микропроцессора, в зависимости от архитектуры и типа инструкции. Частота тактовых импульсов определяет скорость вычислений. Схема включения тактового генератора приведена на рисунке 20.

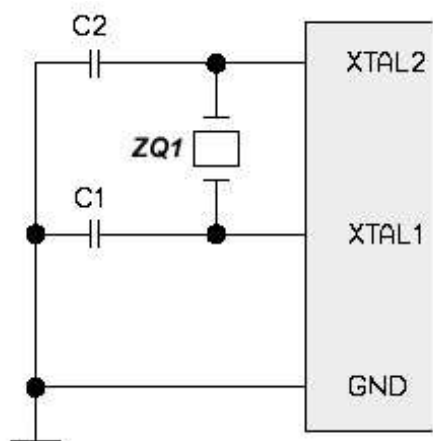


Рисунок 20 - Схема подключения тактового генератора

К ножкам XTAL1 и XTAL2 микроконтроллера подключается кварцевый резонатор. В данном устройстве будем использовать кварц – на 16 МГц. Для более стабильного запуска выводы кварцевого резонатора соединены с общим проводом через конденсаторы C11 и C13 емкостью 30 пФ.

7.3.4 Выбор преобразователя уровней RS-485

В разрабатываемой системе связь этажного регистратора с GSM модемом осуществляется через интерфейс RS-485.

Интерфейс RS-485 обеспечивает обмен данными между устройствами по одной двухпроводной линии связи в полудуплексном режиме. Широко применяется в производстве при проектировании АСУ ТП.

RS-485 обеспечивает передачу данных со скоростью до 10 Мбит/с. Максимальная дальность зависит от скорости: при скорости 100 кбит/с — 1200 м, а при скорости 10 Мбит/с максимальная длина линии — 120 м.

RS-485 — многоточечный полудуплексный последовательный интерфейс передачи данных. Передача осуществляется с помощью дифференциальных сигналов по одной паре проводников. Разница напряжений между проводниками разной полярности означает 0, разница одинаковой полярности — логическая 1.

В стандарте RS-485 для передачи и приёма данных часто используется единственная витая пара проводов. Однако, следуя стандартной логике, единица представляется уровнем напряжения от 2,5 до 5 В, а ноль – от 0 до 0,8 В, а при передаче по используемому каналу ноль и единица кодируются одинаковыми по величине (от 5 до 12В), но разными по знаку сигналами. Поэтому при передаче по RS-485 стандартные логические сигналы должны быть преобразованы в сигналы другого уровня [17].

Для этой цели используем схему преобразования логических сигналов стандартного уровня в сигналы уровня по стандарту RS-485 MAX485 фирмы MAXIM. Цоколёвка MAX485 приведена на рисунке 21.

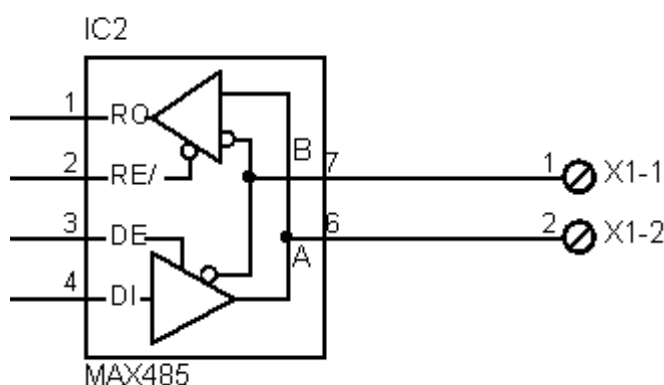


Рисунок 21 - Внешний вид расположение ножек микросхемы MAX485.

MAX485 – это отказоустойчивый, высокоскоростной, полудуплексный приемопередатчик с производительностью 20 Mbps, с высокой устойчивостью и напряжением питания 5В.

Таблица 2 - Основные параметры MAX485

Скорость (макс.),МБод	2.5
Интерфейс	RS-485
Тх,шт	1
Рх,шт	1
Рх/Тх Enable	Да
Устройств на шине	32
V _{CC} ,В	от 4.75 до 5.25
I _{CC} ,мА	0.9
T _A ,°C	от -40 до 85

7.3.5 Выбор микросхемы преобразователя напряжения

Для организации питания микроконтроллера и микросхем-драйверов будем использовать импульсный блок питания на базе микросхемы TNY264. Цоколёвка TNY264 приведена на рисунке 22. Принципиальная схема блока питания показана на рисунке 23. Преимущества микросхемы TNY264 заключается в предельно простом управлении. Так, для того чтобы стабилизировать напряжение, не нужен широтно-импульсный модулятор.

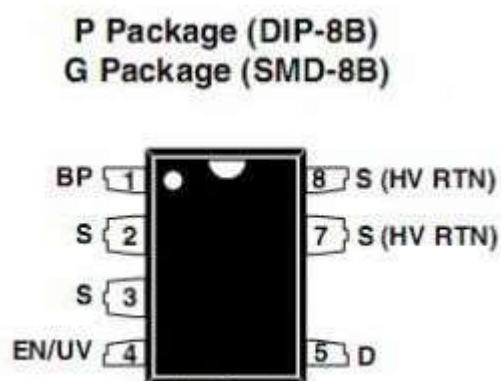


Рисунок 22 - Внешний вид расположение ножек микросхемы TNY264

Основные параметры микросхемы TNY264:

- 700 вольтовый MOSFET транзистор;
- Генератор с фиксированной частотой 132кГц (124: 142 кГц);
- Схема защиты от КЗ в нагрузке;
- Схема защиты от заниженного входного напряжения;
- Схема защиты от повышенного входного напряжения;
- Схема защиты от обрыва цепи обратной связи;
- Схема защиты от перегрева кристалла микросхемы;
- Схема запуска от высокого входного напряжения;
- Схема авторестарта;
- Схема снижения ВЧ-помех (Jitter).

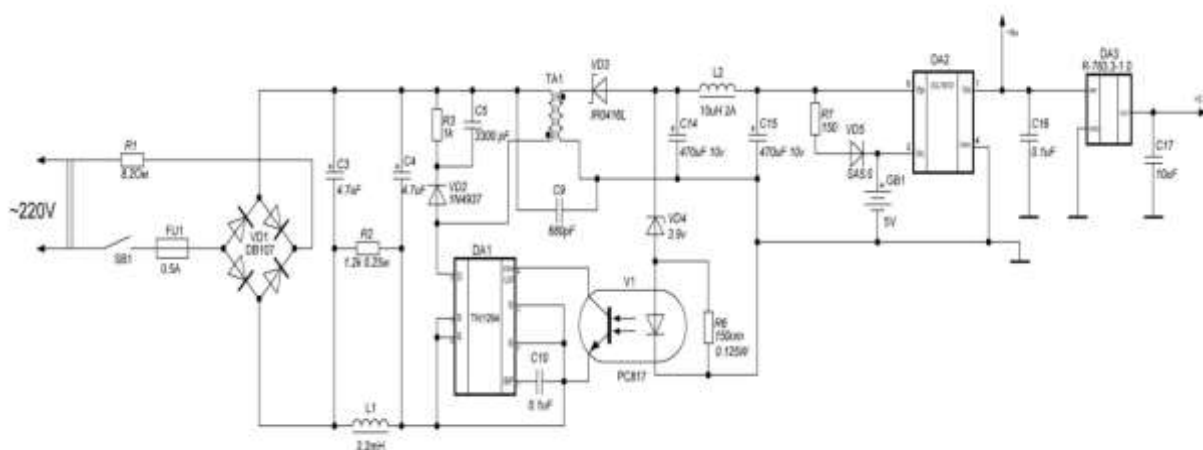


Рисунок 23 - Принципиальная схема импульсного блока питания на микросхеме TNY264

7.3.6 Выбор автоматического переключателя на резервное питание

По требованиям технического задания так же требуется организовать бесперебойное питание всего устройства. Для данных целей организуется система автоматического переключения на резервное (батарейное) питание при отключении питания сети 220В. Используем подходящую для этих задач микросхему ICL7673. Цоколёвка и функциональная схема микросхемы ICL7673 показана на рисунке 24 Типовая схема включения приведена на рисунке 25.

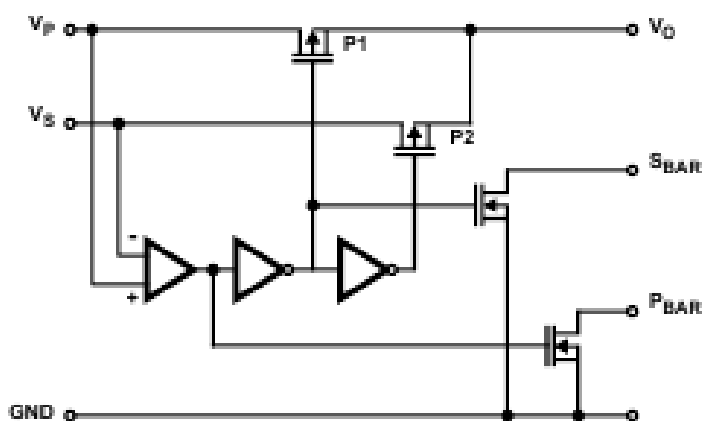
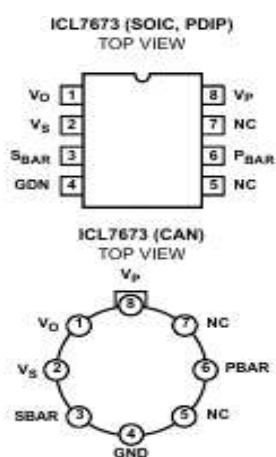


Рисунок 24 - Цоколёвка и функциональная схема ILC7673

Основные параметры микросхемы ICL7673:

Входное напряжение (V_P or V_S) питанияGND - 0.3V to +18V

Выходные напряжения P_{BAR} и S_{BAR}GND - 0.3V to +18V

Пиковый ток

Вход V_P (at V_P = 5V) (Note 1) 38mA

Вход V_S (at V_S = 3V) 30mA

P_{BAR} or S_{BAR} 150mA

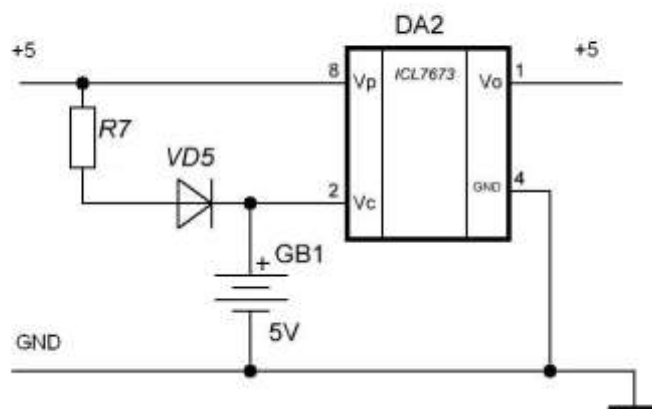


Рисунок 25 - Типовая схема включения микросхемы ILC7673

На ножку V_p подаётся напряжение питания от блока питания. На ножку V_c подаётся напряжение от резервного источника питания (литий-ионной батареи). В случае отключения питания от блока питания, микросхема ILC7673 автоматически переключается на резервный источник питания. Ножка V_o – выход бесперебойного питания 5 вольт. Ножка GND соединяется с общим проводом. При помощи резистора $R7$ и диода $VD5$, во время работы от блока питания, происходит подзарядка резервного источника питания (литий-ионной батареи).

7.3.7 Выбор аккумулятора резервного питания

Для организации бесперебойного питания разрабатываемого устройства, необходимо выбрать источник резервного питания для сохранения работоспособности устройства, в случае отключения питания от сети 220В.

Основными требованиями для аккумулятора в нашем случае является выходное напряжение 5В и достаточная емкость для поддержания работы устройства не менее 48 часов.

Для данных целей планируется использовать 4 аккумуляторных батареи размера АА и емкостью 2200 мАч каждая, напряжение на выходе 1.2В.



Рисунок 26 - Аккумуляторные батареи

7.4 Выбор GSM модема

GSM модем TELEOFIS RX108-R RS485



Рисунок 27 - GSM модем TELEOFIS RX108-R RS485

TELEOFIS RX108-R RS485 специально разработан для систем контроля и учета ресурсов с подключением к аппаратуре с интерфейсом RS-485. Модем выполнен на базе хорошо зарекомендовавшей себя модели RX100.

Модем имеет гальванически развязанный выход интерфейса RS485, что позволяет использовать его на длинных линиях связи до 1 км.

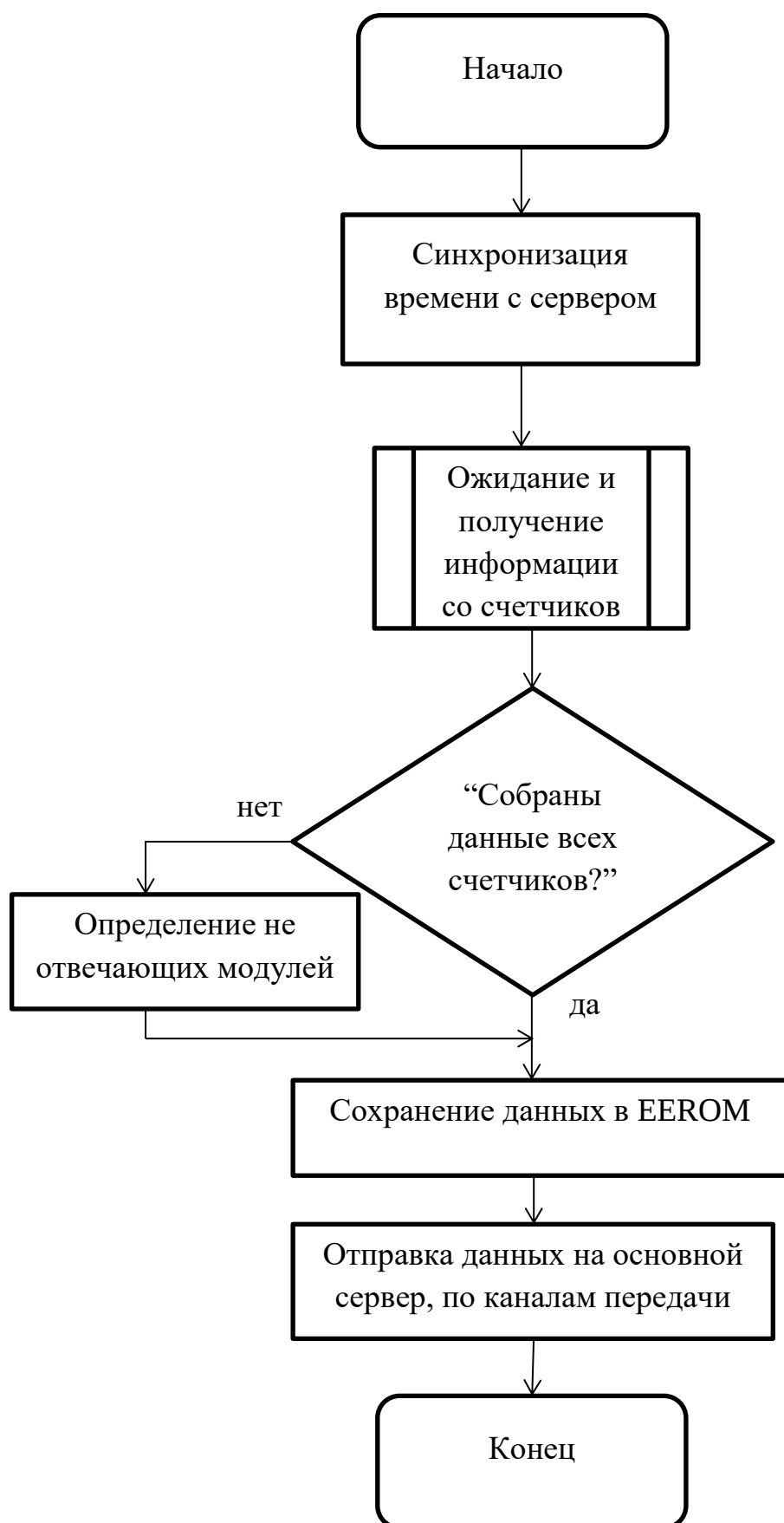
Встроенный таймер перезагрузки автоматически управляет перезагрузкой модема с заданным интервалом. Заводская предустановка - раз в 24 часа.

Основные характеристики:

- Двухдиапазонный EGSM 900/ DCS 1800
- GSM модуль Telit GL868-Dual
- Встроенный таймер автоматической перезагрузки
- CSD до 9,6 Кбит/сек
- Встроенный TCP/IP стек
- Поддержка SIM карт: 1,8В или 3В
- Внешний интерфейс: RS-485
- Скорость RS485: 1200 -115200 бит/с
- Гальванически развязанный выход интерфейса RS485
- Антенный разъем: SMA
- Питание: внешний источник 6-28В
- Габариты корпуса модема: 67 x 65 x 28 мм
- Вес: 95 грамм
- Температура раб.: -40 +55°C.

Данный модем полностью удовлетворяет нашим требованиям, при этом имеет не высокую стоимость и небольшие размеры.

8 Алгоритм работы программы микроконтроллера



9 Описание работы программы контроллера

При запуске этажного модуля, происходит синхронизация времени с основным сервером, затем контроллер ожидает сигналы от квартирных модулей. Квартирные модули в свою очередь, собирают данные о расходе горячей и холодной воды в квартире, и отправляют по радиосигналу показания счетчиков каждый час работы. Нерабочими признаются модули, не отправившие данные вовремя.

Вся полученная информация, в том числе о неисправных квартирных модулях сохраняется во внутренней памяти регистратора и отправляется на основной сервер через GSM модем, находящийся в одной сети с этажным модулем. При отсутствии связи с основным сервером, информация о расходе может храниться в регистраторе до 7 дней, для синхронизации показаний и времени в регистраторе программно заданы часы реального времени.

Формат строки хранения данных во внутренней памяти регистратора:

[Квартира] [Счетчик] [Число] [Месяц] [Год] [Часы] [Минуты] [Показание]

10 Расчет погрешности

Точность измерения является основной характеристикой качества измерений, а точность средств измерений, характеризуемая их погрешностью является основной характеристикой степени совершенства средств измерений.

Погрешность разрабатываемой системы учёта расхода воды в жилом доме, будет определяться основными погрешностями устройств, входящих в систему:

$$\gamma = \sqrt{\gamma_D^2 + \gamma_{МК}^2 + \gamma_n^2 + \gamma_K^2}$$

Где, γ_D – основная погрешность счетчиков воды;

$\gamma_{МК}$ – основная погрешность микроконтроллера;

γ_n – основная погрешность приемника и передатчика радиосигнала;

γ_K – основная погрешность конвертера UART/RS485.

В качестве счетчиков горячей и холодной воды были выбраны тахометрические счетчики ITELMA WFK24.D080.

Основная погрешность данных счетчиков в различных режимах не превышает $\pm 5\%$.

В свою очередь погрешность микроконтроллера зависит от его разрядности. Так как мы используем 8-разрядный микроконтроллер ATxmega16A4-AU получим:

$$\gamma_{МК} = \frac{1}{2^8 - 1} \cdot 100\% = 0,39 \approx 0,4\%$$

где $a=2$ – основание, $m=8$ – разрядность.

Рассмотрим погрешности, вносимые в систему от конвертеров и устройств связи. Квартирное устройство сбора и передачи данных осуществляет сбор, накопление, передачу на верхний уровень информации о расходе горячей и холодной воды по радиоканалу, а также синхронизацию работы приборов учета. Конвертеры передают данные между радиоприемником, контроллером, GSM модемом. Так как данные устройства не совершают никаких операций над передаваемой информацией, а просто осуществляют ее хранение и передачу на верхний уровень, то влияние данных устройств на погрешность системы настолько мало (0,012-0,020%), что им можно пренебречь.

Рассчитаем погрешность одного канала измерения:

$$\gamma = \sqrt{5^2 + 0,4^2} = 5,016\%$$

Из полученных расчетов видно, что погрешность всей системы зависит в основном от погрешности выбранных датчиков.

К дополнительной погрешности относится температурная, вызванная отклонением температуры окружающей среды от нормальной.

Рассчитаем дополнительную температурную погрешность микроконтроллера, вызванную кварцевым резонатором. Согласно технической документации температурный коэффициент кварцевого резонатора $k_{tx} = 50 \cdot 10^{-6}$. При изменении окружающей температуры на 1°C частота кварцевого резонатора изменится на 10^{-6} . При изменении температуры на Δt частота кварцевого резонатора изменится на величину:

$$\Delta F_t = k_{tx} \cdot F_{\text{ном}} \cdot \Delta t$$

где $F_{\text{ном}}$ - номинальное значение частоты резонатора при нормальной температуре окружающей среды ($F_{\text{ном}} = 8 \text{ МГц}$).

Таким образом, частота резонатора находится в пределах:

$$F = F_{\text{ном}} \pm \Delta F_t = (8 \pm 0,4 \cdot 10^{-3}) \text{ МГц}$$

Относительное значение дополнительной погрешности равно:

$$\delta = \frac{\Delta F_t}{F_{\text{ном}}} \cdot 100\% = 0,005\%$$

11 Расчет надежности

Надежность - одно из важнейших свойств изделий, в том числе электронных измерительных устройств, которое определяет их эксплуатационную пригодность. Показатели надежности являются основными техническими параметрами изделия наряду с точностью, массогабаритными характеристиками и т.д. Техническое задание на разработку любого измерительного устройства должно обязательно содержать раздел с требованиями по надежности.

Согласно ГОСТ 27.002-89 под надежностью понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значений всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Отметим, что признаки, по которым оценивается надежность любого технического устройства, называются критериями. К основным критериям надежности относятся:

- Безотказность – это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.
- Долговечность - это свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.
- Ремонтопригодность - это свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения их последствий путем проведения профилактических и капитальных ремонтов и технического обслуживания.
- Сохраняемость – это свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующие способность объекта

выполнять требуемые функции в течение использования, после хранения и транспортировки.

Важно отметить, что понятие надежности для любого технического устройства связано с отказами.

Отказ – это событие, которое заключается в нарушении работоспособного состояния объекта.

При этом под работоспособностью понимается такое состояние изделия или устройства, при котором оно способно выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

В настоящее время существуют различные варианты классификации отказов. Отказы для радиоэлектронных устройств можно классифицировать:

1. по характеру возникновения отказа: внезапные и постепенные;
2. по времени существования отказа: постоянный, временной и перемежающийся (временные отказы, которые следуют один за другим);
3. по характеру проявления отказа: явный и неявный;
4. по зависимости отказов между собой: зависимый и независимый;
5. по причине возникновения отказа: конструктивный, производственный, эксплуатационный и деградационный.

Важно отметить, что надежность является комплексным свойством любого технического устройства. На практике с количественной стороны надежность оценивается рядом критериев, которые получили название показателей надежности. Основные единичные и комплексные показатели приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Показатели надежности

Свойства	Показатель
Безотказность	-вероятность безотказной работы -интенсивность отказов -средняя наработка до отказа -параметр потока отказов -средняя наработка на отказ
Ремонтопригодность	-вероятность восстановления -интенсивность восстановления -среднее время восстановления
Безотказность и ремонтпригодность	-коэффициент готовности -коэффициент простоя -коэффициент технического использования -коэффициент оперативной готовности
Долговечность	-назначенный ресурс -средний ресурс между капитальными (средними) ремонтами -средний срок службы
Сохраняемость	-средний срок сохраняемости

Необходимо отметить, что на надежность любого технического устройства влияют многочисленные факторы, имеющие место на этапах его проектирования, производства и эксплуатации. Соответственно различают:

- 1.Расчетную надежность;
- 2.Производственную надежность;
- 3.Эксплуатационную надежность.

Следует заметить, что в идеальном случае значения расчетной, производственной и эксплуатационной надежностей должны совпадать.

Расчёт надежности проектируемой технической системы заключается в определении показателей надежности системы по известным характеристикам надежности составляющих элементов конструкции и компонентов системы с учетом условий эксплуатации.

Основным показателем безотказности изделия - вероятность безотказной работы $P(\tau)$. Вероятность безотказной работы $P(\tau)$ - это безразмерная величина, которая зависит от времени наработки τ и изменяющаяся в пределах от 0 до 1.

Для нерезервированных систем на основном временном участке работы, когда приработка изделия завершена и производственные дефекты, если такие выявились, устранены, а износ еще не наступил, то вероятность безотказной работы вычисляется из интенсивности отказа i -го элемента по экспоненте.

Таким образом, вероятность безотказной работы уменьшается со временем по экспоненциальному закону от значения 1. А среднее время наработки до отказа есть величина обратная.

Интенсивность отказа элементов и компонентов проектируемой системы (устройства) с учетом условий эксплуатации устройства можно определить перемножив все поправочные коэффициенты и номинальную интенсивность отказа.

Значения номинальной интенсивности отказов компонентов берутся из условий на данный компонент или из справочников, содержащих такие сведения. В таблице 4 приведены значения номинальной интенсивности отказов для некоторых типов элементов.

Таблица 4 - Значения номинальной интенсивности отказов

Наименование элемента	$\lambda_{\text{ср}} * 10^{-6}, 1/\text{час}$
Конденсаторы керамические	0,15
Резисторы прецизионные	0,0125
Конденсаторы керамические	0,2
Интегральные микросхемы	0,01
Кварцевый резонатор	0,026
Дроссель	0,34
Выключатель	3,9
Плавкая вставка	7,2

В таблице 5 приведены значения отдельных поправочных коэффициентов K_1 и K_2 , учитывающих влияние механических воздействий.

Таблица 5 - Поправочные коэффициенты влияния механических воздействий

Условия эксплуатации аппаратуры	Вибрация k_1	Ударные нагрузки k_2	Суммарное воздействие k_{Σ}
Лабораторные	1,0	1,0	1,0
Стационарные (полевые)	1,04	1,03	1,07
Корабельные	1,3	1,05	1,37
Автофургонные	1,35	1,08	1,46
Железнодорожные	1,4	1,1	1,54
Самолетные	1,46	1,13	1,65

В таблице 6 приведены значения поправочного коэффициента K_3 , учитывающего влияние влажности.

Таблица 6 - Поправочный коэффициент на воздействие влажности

Влажность, %	Температура, °C	Поправочный коэффициент k_3
60...70	20...40	1,0
90...98	20...25	2,0
90...98	30...40	2,5

В таблице 7 приведены значения поправочного коэффициента K_4 , учитывающего влияние атмосферного давления.

Таблица 7 - Коэффициент влияния атмосферного давления

Давление, кПа	Поправочный коэффициент k_4	Давление, кПа	Поправочный коэффициент k_4
0,1...1,3	1,45	32,0...42,0	1,2
1,3...2,4	1,40	42,0...50,0	1,16
2,4...4,4	1,36	50,0...65,0	1,14
4,4...12,0	1,35	65,0...80,0	1,1
12,0...24,0	1,3	80,0...100,0	1,0
24,0...32,0	1,25		

Коэффициенты электрической нагрузки K_n компонентов определяются отношением значения контролируемого параметра (тока, напряжения или мощности) рассматриваемого компонента к максимально возможному (допустимому) по техническим условиям значению этого параметра. Отметим, что в качестве контролируемого параметра для конкретного компонента устройства выбирается тот, от которого в наибольшей степени зависит надежность данного компонента.

Контролируемые параметры и формулы вычисления коэффициентов нагрузки для основных видов элементов приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Коэффициенты нагрузки компонентов

Компоненты	Контролируемые параметры	Коэффициент нагрузки K_H
Микросхемы	Входной ток микросхем, включенных на выходе, $I_{вхi}$ Максимальный выходной ток $I_{вых max}$ Число нагруженных входов n .	$\frac{\sum_{i=1}^n I_{вхi}}{I_{вых max}}$
Транзисторы	Мощность рассеиваемая на коллекторе, P_k	$P_k/P_{k доп}$
Полупроводниковые диоды	Обратное напряжение U_o	$U_o/U_{o доп}$
Конденсаторы	Напряжение на обкладках U	$U/U_{доп}$
Трансформаторы	Ток нагрузки I_H	$I_H/I_{H доп}$
Электрические соединители	Ток I_k	$I_k/I_{k доп}$
Резисторы	Рассеиваемая мощность P	$P/P_{доп}$

Для всех элементов принципиальной схемы устройства рассчитаем коэффициенты нагрузки. Результаты по определению уровня нагрузки приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Расчет коэффициентов нагрузки

Элемент	Обозначение элемента	Отношение параметров	Коэффициент нагрузки, k_n
Конденсаторы	C1-C13	$K_n = U_p / U_{ном}$	0,5
	C14, C16		0,02
	C15		0,5
	C17, C18		0,70
	C19, C20		0,14
	C21 - C24		0,8
Резисторы	R1	$K_n = P_p / P_{ном}$	0,6
	R2,R3		0,4
	R4-R7		0,8
	R8-R22		0,6
Дроссель	L1-L5	I / I_n	0,8
Полупроводниковые диоды	VD1 –VD5	$U_p / U_{ном}$	0,5
Микросхемы	DA1-DA4, DD1, DD2	-	1
Паяные соединения	-	-	1

Рассмотрим алгоритм определения поправочного коэффициента.

При определении коэффициента α_i , необходимо соблюдать следующее отношение температур:

$$t_c < t_{\text{ку}} < t_{\text{ср}}$$

где t_c – температура окружающей среды, $t_{\text{ку}}$ – температура корпуса устройства, $t_{\text{ср}}$ – температура воздуха внутри устройства.

Значения коэффициентов определяем по графикам на рисунках 28, 29, 30.

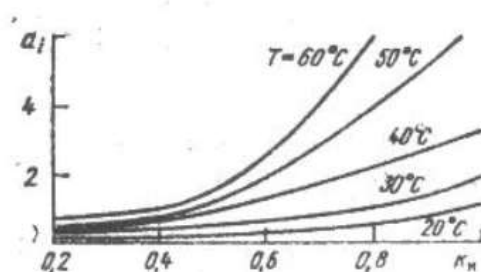


Рисунок 28 - Зависимость $\alpha_i(T, k_n)$ для дросселей и трансформаторов.

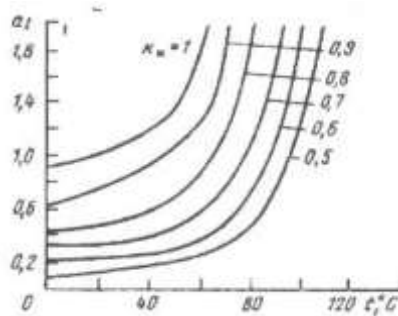


Рисунок 29 - Зависимость $\alpha_i(T, k_n)$ для конденсаторов.

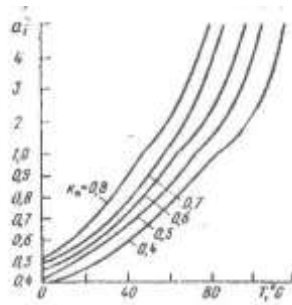


Рисунок 30 - Зависимость $\alpha_i(T, k_n)$ для резисторов.

Результаты расчета надежности устройства представлены в таблице 10.

Следовательно, среднее время безотказной работы:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_c} = 74930 \text{ (час)}.$$

Получаем вероятность безотказной работы устройства в течение 1000 часов:

$$P_c(t) = e^{-\frac{t}{T_{cp}}} = e^{-\frac{1000}{74930}} = 0,986$$

Произведенные расчеты показывают, что разработанное устройство удовлетворяет условиям технического задания по требованиям к показателям надежности.

Таблица 10 - Интенсивность отказов компонентов проектируемого устройства

№ гр. Элемент ов	Наименование элемента	Схемное обозначение элементов	Количес тво элементо в в группе Nn	$\lambda_{0i} \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$	тк, °C	k_n	$\alpha_i(T, k_n)$	Интенсивность отказов элементов группы с учетом внешних условий $\lambda_{0i} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$	Интенсивность отказов в рабочем режиме $\lambda_{0i} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot$ $\cdot k_4 \cdot \alpha_i(T, k_n)^{-6}$	Интенсивность отказов группы элементов
1	Конденсаторы	C1-C13, C15	14	0,2	25	0,5	0,15	0,2	0,03	0,42
		C14, C16	2	0,2	25	0,02	0,03	0,2	0,006	0,012
		C17, C18	2	0,2	25	0,7	0,4	0,2	0,08	0,016
		C19, C20	2	0,2	25	0,14	0,06	0,2	0,012	0,024
		C21-C24	4	0,2	25	0,8	0,5	0,2	0,1	0,4
2	Резисторы постоянные	R1, R8 - R22	16	0,43	25	0,6	0,57	0,43	0,2451	3,9216
		R2, R3	2	0,43	25	0,4	0,45	0,43	0,1935	0,387
		R4-R7	4	0,43	25	0,8	0,68	0,43	0,2924	1,17
3	Индуктивность	L1-L5	5	0,34	25	0,8	0,4	0,34	0,136	0,68
4	Микросхемы	DD1, DD2, DA1- DA4	5	0,01	25	1	-	0,01	0,01	0,05
5	Диоды	VD1-VD5	5	0,005	25	0,5	-	0,0025	0,0025	0,0125
6	Паяные соединения	-	152	0,04	25	1	-	0,04	0,04	6,08
ИТОГО										$13,17 \cdot 10^{-6}$

12 Конструкторско-технологическая часть

12.1 Разработка конструкции

Разработанное устройство служит для учёта расхода горячей и холодной воды в жилом доме. Данное устройство отвечает конструктивно-технологическим, эксплуатационным, надёжностным и экономическим требованиям, оптимальное сочетание которых обеспечивает важнейшие характеристики устройства: надёжность, достоверность показаний, допустимые условия эксплуатации.

Электронный блок прибора выполнен в стандартном корпусе. Конструкция прибора выполнена в переносном варианте. С целью повышения ремонтопригодности все элементы, размещённые на печатных платах, расположены маркировкой наружу и имеют буквенное обозначение на плате.

На лицевой панели расположен выключатель «ВКЛ»;

На боковой панели - разъемы для подключения ПК и для подключения датчиков. Технологичность конструкции изделий выражается показателями, характеризующими технологическую рациональность конструктивных решений и пригодность к использованию в составе других изделий. Технологичность конструкции нельзя рассматривать изолированно без взаимной связи и учета условий выполнения заготовительных процессов, процессов обработки, сборки и контроля.

Чертеж общего вида представлен в приложении Б.

12.2 Разработка печатной платы (ПП)

12.2.1 Общие технические требования к ПП

Изготовление ПП должно производиться согласно всем требованиям чертежа и технических условий. К ПП предъявляются следующие требования:

Поверхность ПП не должна иметь пузырей, вздутий, посторонних включений, трещин и расслоений материала основания, снижающих электрическое сопротивление и прочность изоляции. Материал основания ПП должен быть таким, чтобы при обработке (сверление, штамповка, распиловка), не образовывались трещины, отслоения и другие неблагоприятные явления, влияющие на эксплуатационные свойства, а также на электрические параметры плат.

Ширина печатных проводников и расстояние между ними устанавливаются требованиями чертежа. Печатные проводники должны быть с ровными краями. Цвет медного проводника может быть от светло-розового до темно-розового. Для повышения качества и надёжности проводников часто применяются гальванические покрытия, которые обеспечивают защиту проводников от коррозии, увеличивают сопротивление механическому износу, позволяют повысить предельно допустимые токи в схеме. На печатных проводниках недопустимы механические повреждения.

Толщина ПП также ограничена. В соответствии с международными требованиями номинальными толщинами ПП являются следующие: 0.2; 0.5; 0.8; 1.6; 2.4; 3.2; 6.4 мм. Величина допуска на толщину платы определяется чертежом. Прочность сцепления печатных проводников с основанием ПП определяет качество и надёжность печатной схемы ПП, предназначенные для установки радиоэлементов с гибкими выводами (резисторы, конденсаторы и т.п.), должны выдерживать не менее 5 одиночных перепаек, а ПП, предназначенные для установки многовыводных элементов (микросхемы и т.п.), - не менее 3 перепаек. Устойчивость при механических воздействиях и прочность ПП обеспечивается конструкцией узла или блока.

12.2.2 Расчет конструктивных и электрических параметров печатной платы

Основной целью процесса конструирования является создание коммутационного устройства для объединения группы радиоэлементов в функциональный узел с обеспечением требуемых механических и электрических параметров в заданном диапазоне эксплуатационных характеристик при минимальных затратах. Для этого необходимо: выбрать тип печатной платы, определить класс точности, установить габаритные размеры и конфигурацию, выбрать материал основания для печатной платы, разместить навесные элементы, определить размеры элементов рисунка, разместить их на плате и осуществить трассировку, обеспечить автоматизацию процессов изготовления и контроля платы и процесса сбора, изготовить конструкторскую документацию. Размеры платы выбираются на основании некоторых конструктивных расчетов. Согласно ГОСТ 10317-79 «Платы печатные. Основные размеры» размеры каждой стороны ПП должны быть кратными:

- 2.5 при длине до 100 мм;
- 5.0 - 350 мм;
- 10.0 - более 350 мм.

Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм. Допуски на линейные размеры платы должны соответствовать установленным стандартами ГОСТ 25346-82 и ГОСТ 25347-82. Стандарт ГОСТ 23751-86 устанавливает 5 классов точности ПП. Исходя из этого положения выбираем 3-й класс точности для изготовления нашей платы (ПП с микросборками и микросхемами, имеющими штыревые и планарные выводы при средней и высокой насыщенности поверхности ПП навесными элементами).

При компоновке элементов на плоских печатных платах оперируют понятием установочной площади элемента, которую для большинства элементов вычисляют по формуле:

$$S_{\text{уст}} = 1.25 \cdot B \cdot L,$$

где B - ширина элемента; L - длина элемента.

При определении полной площади платы вводят коэффициент ее увеличения, равный 2-3. В результате полная площадь будет в 2-3 раза больше суммы установленных на ней элементов.

Все электрические соединения на плате выполнены пайкой, обеспечивающей достаточное механическое крепление элементов и хорошее электрическое соединение выводов элементов с проводниками плат. Микросхемы устанавливаются на плате с учетом некоторых требований: учет электрических связей между микросхемами и другими элементами схемы; получение требуемой плотности компоновки монтажа; возможность замены микросхемы при изготовлении и настройке устройства.

Рекомендуется разрабатывать печатные платы с соотношением сторон не более 3:1. Разработанная плата с размерами 155x130 мм удовлетворяет ГОСТ 4.010.020-83, ограничивающего ГОСТ 10317-79.

Разведенная плата, а так же сборочный чертеж представлены в приложении Б.

Толщина печатной платы определяется исходным материалом, используемой элементной базой и воздействующими механическими нагрузками. В данном устройстве толщина печатной платы была выбрана равной 1.6 мм. Все монтажные отверстия располагают в зоне контактных площадок. Металлизированные отверстия должны иметь контактные площадки с двух сторон печатной платы. Контактные площадки должны быть круглой формы, а предназначенные под установку первого вывода

микросхем должны иметь квадратную форму. Диаметры отверстий были выбраны равными 3,6 мм. Рассчитаем ширину печатных проводников платы. Выберем ширину проводников 0.9 мм. Чтобы нагрев печатного проводника не выходил за пределы допустимого необходимо выполнение неравенства:

$$b \geq \frac{I_{max}}{i \cdot h},$$

где I_{max} - максимальное значение тока, А;

i - допустимая плотность тока, А / мм (в нашем случае равна 25 А / мм²);

h - толщина проводника, мм (в нашем случае равна 0.15 мм).

Проверим выполнение неравенства: $0.2 / (25 \cdot 0.15) = 0.053$. То есть $b = 0.9$ больше 0.005 - неравенство выполняется. Значит, нагрев печатного проводника не будет выше допустимого. С другой стороны ширина печатного проводника должна быть такой, чтобы допустимое падение напряжения на нём не превышало 1-2% номинального рабочего напряжения. Должно быть выполнено условие:

$$b \geq (50 \div 100) \cdot \frac{P \cdot l \cdot I_{max}}{h \cdot U_{ном}},$$

где l - длина печатного проводника, м;

P - удельная электропроводность меди, Ом/м²;

$U_{ном}$ - номинальное рабочее напряжение.

Проверим это неравенство: $0.01 \cdot (75 \cdot 0.2 \cdot (15 \cdot 0.2) / (0.15 \cdot 15)) = 0.2$. То есть $b=0.9$ больше 0.2 - неравенство выполняется. Следовательно, допустимое падение напряжения не будет превышать допустимого, и выбранная ширина печатных проводников удовлетворяет нашим требованиям.

12.2.3. Технология изготовления платы

Разработанная плата имеет размеры 155x130 мм и изготовлена из стеклотекстолита СФ ГОСТ 10316-78.

Разводка платы выполнялась при помощи программы Р-CAD. Плата изготовлена химическим комбинированным методом.

Технология изготовления платы следующая:

1. Изготовление заготовок:

- а) нарезка гильотинными ножницами,
- б) зачистка заготовок,
- в) сверление отверстий.

2. Подготовка поверхности заготовок:

- а) окунание в раствор (1%) щавелевой кислоты,
- б) очистка поверхности,
- в) обезжиривание поверхности,
- г) промывка и сушка.

3. Нанесение эмульсии:

- а) равномерное распределение эмульсии,
- б) сушка в центрифуге.

4. Получение рисунка схемы на плате:

- а) экспонированное,
- б) проявление изображения в воде,
- в) окрашивание в метил-лофиолете,

- г) химическое задубливание промывка,
- д) сушка на воздухе, ретуширование,
- е) термическое задубливание.

5. Получение схемы платы:

- а) травление фольги,
- б) промывка и сушка заготовок,
- в) снятие ретуши и эмульсии,
- г) промывка,
- д) чистка электрокорцуйдом,
- е) промывка и сушка на воздухе,

6. Подготовка платы к металлизации:

- а) лакирование,

7. Металлизация платы:

- а) обезжиривание и сушка на воздухе,
- б) обработка платы в растворе двухлористого олова,
- в) промывка и сушка, химическое меднение,

12.3 Общие положения при монтаже ПП

Механический монтаж ПП производят в такой последовательности, чтобы при креплении деталей не были повреждены установленные ранее. Предназначенные для прибора детали должны быть обязательно проверены. Лучше устанавливать в прибор те детали, которые были испытаны на макете. Выводы деталей не должны быть слишком короткими, во избежание перегрева при пайке.

13 Планирование комплекса работ на создание проекта

13.1 Составление перечня работ

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 11:

Таблица 11 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель, студент-дипломник
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Студент-дипломник
	3	Выбор моделей и способов анализа	Руководитель, Студент-дипломник
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка моделей для исследования	Студент-дипломник
	6	Поиск методов решения	Студент-дипломник
	7	Реализация моделей	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

13.2 Определение трудоемкости работ

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ож\ i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min\ i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max\ i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} * k, \quad (3)$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{к2}}{T_{к2} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4)$$

где $T_{к2}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{к2}}{T_{к2} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{366 - 119} = 1,48$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел.

Результаты расчетов приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Временные показатели проведения ВКР

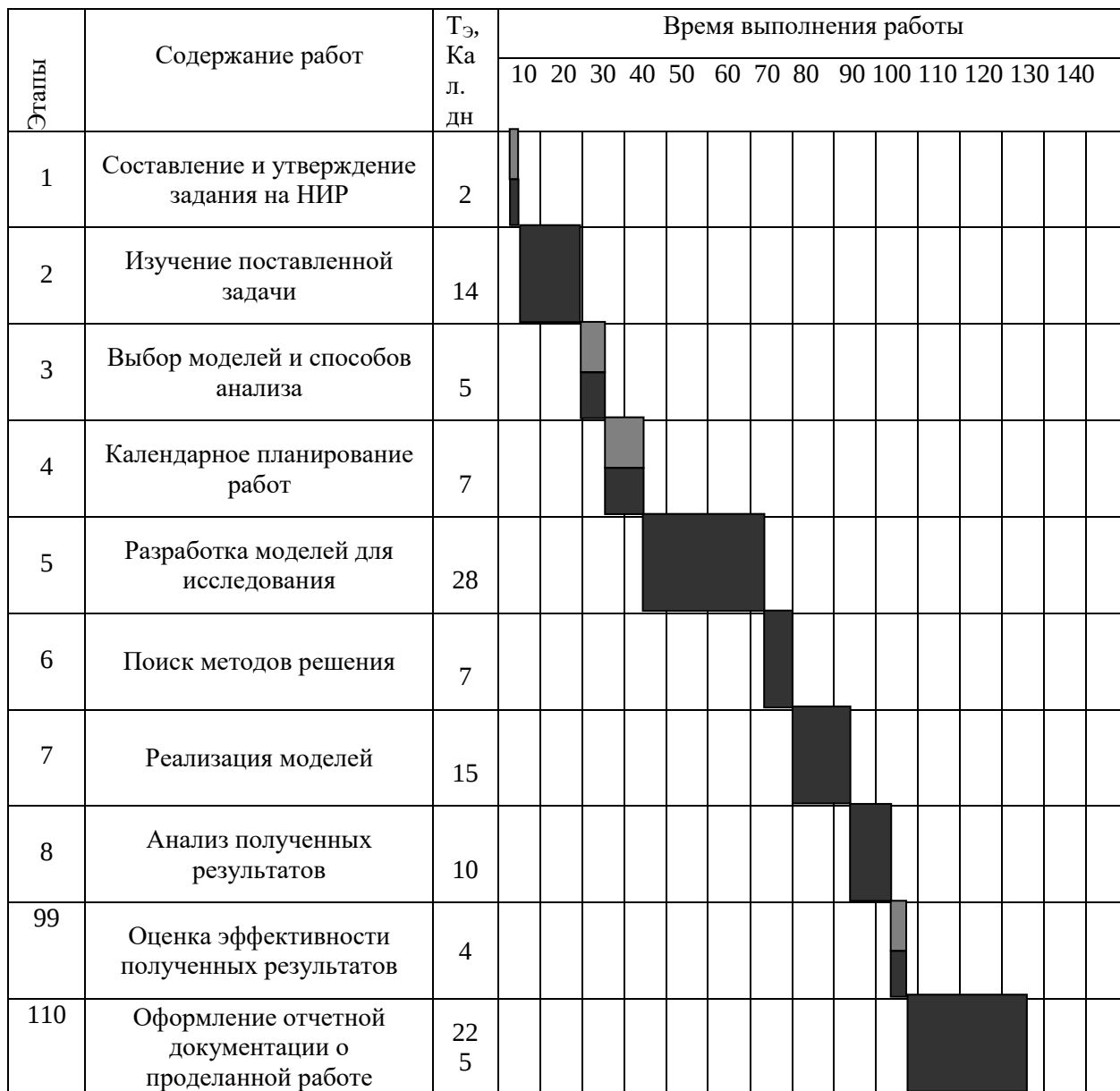
№ раб.	Исполнители	$t_{\min}$, чел- дн.	$t_{\max}$, чел- дн.	$t_{\text{ож}}$, чел- дн.	T_p , раб. дн.	T_k , кал. дн.
1	Студент- дипломник, руководитель	1	3	1.8	1.08	2
2	Студент- дипломник	8	10	8.8	8.8	14
3	Руководитель, студент- дипломник	7	10	6.8	3.48	5
4	Руководитель, студент- дипломник	8	10	8.8	4.66	7
5	Студент- дипломник	14	20	16.4	16.4	28
6	Студент- дипломник	4	6	4.8	4.8	7
7	Студент- дипломник	10	14	11.6	11.6	15
8	Студент- дипломник	5	6	5.4	6.48	10
9	Руководитель, студент- дипломник	5	6	5.4	2.25	4
10	Студент- дипломник	14	16	14.8	14.8	25
Итого						117

13.3 Построение графика работ

Наиболее удобным и наглядным видом календарного плана работ является построение ленточного графика проведения НИР в форме диаграмм Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в рамках таблицы 12 с разбивкой по месяцам и неделям (7 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Диаграмма Ганта:



-Руководитель



-Студент

13.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

13.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{\text{расх}i}, \quad (5)$$

где, m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измер.	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Экс. 1	Экс. 2	Экс. 3	Экс. 1	Экс. 2	Экс. 3	Экс. 1	Экс. 2	Экс. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1160	1160	1160
Интернет	М/бит (пакет)	20	20	20	250	250	250	400	400	400
Ручка	шт.	1	1	1	20	20	20	23	23	23
Дополнительная литература	шт.	2	2	2	400	350	330	920	420	380
Тетрадь	шт.	1	1	1	10	10	10	12	12	12
Набор для черчения	шт.	1	1	1	150	150	150	180	180	180
Итого								3040	2415	2314

13.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При покупке оборудования следует учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его стоимости.

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, руб.			Общая стоимость оборудования, руб.		
		Экс.1	Экс.2	Экс.3	Экс.1	Экс.2	Экс.3	Экс.1	Экс.2	Экс.3
1	Конденсаторы	10	11	17	3	3	3	34,5	37,95	58,65
2	Резисторы	7	6	7	6	7	7	48,3	48,3	56,35
3	Микросхема	2	3	1	213	194	225	489,9	669,3	258,75
4	Паяльник	1	1	1	300	300	300	345	345	345
5	Припой	1	1	1	90	90	90	103,5	103,5	103,5
6	Корпус	1	1	1	150	150	150	172,5	172,5	172,5
7	Текстолит	1	1	1	80	80	80	92	92	92
Итого								1285,7	1468,55	1086,75

13.4.3 Основная и дополнительная заработная плата

исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу, тыс. руб.
1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель, Студент	2	4,4	8,8
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов	Студент	14	0,8	11,2
3	Выбор моделей и способов анализа	Руководитель, Студент	5	4,4	22
4	Календарное планирование работ	Руководитель, Студент	7	4,4	30,8
5	Разработка моделей для исследования	Студент	28	0,8	22,4
6	Поиск методов решения	Студент	7	0,8	5,6
7	Реализация моделей	Студент	15	0,8	12
8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент	10	0,8	8
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Студент	4	4,4	17,6
10	Составление пояснительной записки	Студент	25	0,8	20
Итого					158,4

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

Где, $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя (доктора наук) равна примерно 35000 рублей, а студента 7800 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (7)$$

Где, $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 40000 рублей, студента – 8800 рублей.

13.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (8)$$

Где, $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	35000	4212
Студент-дипломник	7800	936
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		13 000

13.4.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) * K_{\text{нр}}, \quad (9)$$

Где, $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом эксперименте равны: $Z_{\text{накл}} = 196317 * 0,16 = 31410$ руб.

13.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Экс. 1	Экс. 2	Экс. 3
1. Материальные затраты НТИ	3040	2415	2314
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1285,7	1468,55	1086,75
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	158400	158400	158400
4. Затраты по дополнительной заработной плате	20592	20592	20592
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13000	13000	13000
6. Накладные расходы	31410	31340	31262
7. Бюджет затрат НТИ	227730	227216	226656

13.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (10)$$

Где $I_{финр}^{исп.i}$ - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} - стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр}^{экс.1} = \frac{226656}{227730} = 0,995$$

$$I_{финр}^{экс.2} = \frac{226656}{227216} = 0,997$$

$$I_{финр}^{экс.3} = \frac{226656}{226656} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i * b^i, \quad (11)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; а

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Объект исследования Критерии	Весовой ко- эффициент параметра	Экс.1	Экс.2	Экс.3
1. Надежность	0,2	5	5	4
2. Универсальность	0,2	4	4	5
3. Уровень материалоемкости.	0,15	4	4	5
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,20	5	5	4
5. Ремонтопригодность	0,1	5	5	5
6. Энергосбережение	0,15	4	4	5
ИТОГО	1	3.15	4.65	3,8

$$I_{p-экс1} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5 ;$$

$$I_{p-экс2} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5;$$

$$I_{p-экс3} = 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 = 4,55.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}, \quad (12)$$

$$I_{экс1} = \frac{4,5}{0,995} = 4,52$$

$$I_{экс2} = \frac{4,5}{0,997} = 4,51$$

$$I_{экс3} = \frac{4,55}{1} = 4,55$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.19) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (13)$$

Таблица 19 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Экс.1	Экс.2	Экс.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0.997	0,994
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,5	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	4.52	4.51	4.55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,99	0,99	1

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем эксперименте является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

14 Социальная ответственность

Введение

В данном разделе работы рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности связанные с организацией рабочего места инженерно-технического персонала в соответствии с нормами производственной санитарии, техники безопасности и охраны окружающей среды.

14.1 Техногенная безопасность

14.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды

14.1.1.1 Неблагоприятные условия микроклимата

Параметры микроклимата являются оптимальными, если они при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционирования и теплового состояния организма, создают условия теплого комфорта и являются предпосылкой высокого уровня работоспособности.

Существуют гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, периодов года. Определим необходимые параметры микроклимата и воздушной среды для помещения операторной.

Работа оператора ЭВМ относится к категории работ Ia, к которой относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт) [18], производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата для этой категории работ приведены в таблице 20[19].

Таблица 20 - Оптимальные характеристики рабочего помещения.

Наименование параметров и единицы измерения	В холодное время	В теплое время
Температура, °С	20...22	22...25
Относительная влажность, %	30...60	30...60
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0.2	Не более 0.5

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: в теплое время года для удаления избыточного тепла и влаги используется кондиционер, в холодное время года вводится система центрального отопления.

В нашем помещении температура: зимой $t=20...22$ °С; летом $t=22...25$ °С. Влажность 55%, скорость движения воздуха - 0.2 м/с. Эти данные соответствуют нормам.

14.1.1.2 Недостаток освещения

Правильно спроектированное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работников, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Самые лучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет. В утреннее и вечернее время вводится общее искусственное освещение. В помещении применяется общее равномерное искусственное освещение, расчет которого производится по методу светового потока. При расчете этим методом учитывается как прямой свет от светильника, так и свет, отраженный от потолка и стен. Освещенность рабочего места при комбинированном освещении должна составлять 300 лк[20] .

14.1.1.3 Электромагнитное излучение

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей приведены в таблице 21 [21].

Таблица 21 - Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей.

Наименование параметров	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2.5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

14.1.2 Опасные факторы

14.1.2.1 Возможность поражения электрическим током

Электрические установки представляют опасность для человека, которая усложняется тем, что чувства человека не могут даже на небольшом расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

В зависимости от условий в помещении, опасность поражения человека электрическим током может увеличиваться или уменьшаться. Не следует работать с электрическими аппаратами и персональными вычислительными машинами в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха превышает 75 %), высокой температуры (более 35°C), при наличии токопроводящей пыли или если в помещении используется токопроводящие поверхности полов. Не следует прикасаться одновременно к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическому корпусу электрооборудования.

Таким образом, работа может проводиться только в помещениях без повышенной опасности, и возможность поражения током может быть только

при прикосновении непосредственно с элементами. Помещения, в которых находятся электроустановки, классифицируются как помещения без повышенной опасности, т. е. воздух в комнате сухой, пол не токопроводящий, отсутствует токопроводящая и взрывоопасная пыль.[22]

Помещения, в которых проводились работы, относятся к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током.

В данном помещении приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50 Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами.

14.1.2.2 Возникновение пожара

Вопрос пожарной безопасности рассматривается в разделе №14.5.1.

14.2 Региональная безопасность

Вследствие развития научно-технического прогресса, постоянно увеличивается возможность воздействия на окружающую среду, создаются предпосылки для возникновения экологических кризисов. В то же время прогресс расширяет возможности устранения создаваемых человеком ухудшений природной среды.

Защита окружающей среды — это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса

сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Одна из самых серьезных проблем - потребление электроэнергии. С увеличением количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличится и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без нарушения экологической обстановки. Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как:

- изменение климата — накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
- загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
- загрязнение водного бассейна Земли;
- опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;
- изменение ландшафта Земли.

Из этого можно сделать вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением. В современных компьютерах, повсеместно используются режимы с пониженным потреблением электроэнергии при длительном простое. Стоит также отметить, что для снижения вреда, наносимого окружающей среде при производстве электроэнергии, необходимо искать принципиально новые виды производства электроэнергии.

При разработке любых автоматизированных систем возникает необходимость утилизировать производственные отходы, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура) и неисправные детали персональных компьютеров. Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные

бумажные изделия. Неисправные комплектующие персональных компьютеров должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Вторым вариантом является более предпочтительным, так как переработка отходов является перспективным направлением развития технологии и позволяет сберегать природные ресурсы.[23]

14.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Эргономическая безопасность при работе с персональным компьютером может быть охарактеризована следующими требованиями:

- требованиям к визуальным средствам отображения информации (мониторы);
- к эмиссионным параметрам ПК – различным излучениям дисплеев, компонентов ПК и другой оргтехники

Работа с дисплеем при неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знака и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения приводит к зрительному утомлению, головным болям, к значительной физиологической и психической нагрузке, к ухудшению зрения и т.п.[24]

Человек должен так организовать свое рабочее место, чтобы условия труда были комфортными и соответствовали следующим требованиям:

- удобство рабочего места (ноги должны твердо опираться на пол; голова должна быть наклонена немного вниз; должна быть специальная подставка для ног);
- достаточное пространство для выполнения необходимых движений и перемещений;
- необходимый обзор (центр экрана монитора должен быть расположен чуть ниже уровня глаз; монитор должен отстоять от глаз человека на

расстоянии 45-60 сантиметров; должна регулироваться яркость и контрастность изображения);

- достаточное освещение (внешнее освещение должно быть достаточным и равномерным; должна быть настольная лампа с регулируемым плафоном для дополнительного подсвета рабочей документации);

14.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Важнейшим социальным правом российских граждан является право на здоровые и безопасные условия труда. Все правовые вопросы по охране труда в нашей стране решаются на основе Конституций России и субъектов федерации, Кодексов законов о труде, Указов Президента и постановлений Правительства РФ.

В Конституции России сказано, что граждане России имеют право на охрану здоровья. Это право обеспечивается развитием и совершенствованием техники безопасности и производственной санитарии, проведением широких профилактических мероприятий; мерами по оздоровлению окружающей среды.

Отмечено, что обязанностью и делом чести каждого способного к труду гражданина России является добросовестный труд в избранной им области общественно полезной деятельности, соблюдение трудовой дисциплины.

Законодательные акты по вопросам труда разрабатываются Государственной Думой России и принимаются высшими органами государства после согласования их с профсоюзами.

Главным направлением государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников. Это достигается путем принятия и реализации федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации,

законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации об охране труда, а также федеральных целевых, отраслевых целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда.[25]

Государственное управление охраной труда предусматривает:

- государственный надзор и контроль над соблюдением требований охраны труда;
- содействие общественному контролю над соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве;
- защиту законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;
- координацию деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;
- распространение передового отечественного и зарубежного опыта работы по улучшению условий и охраны труда;
- участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;
- организацию государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;

- обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;
- международное сотрудничество в области охраны труда;
- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей. Реализация государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединений работодателей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работников представительных органов по вопросам охраны труда.

14.5 Безопасность в ЧС

14.5.1 Пожарная безопасность

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на технические, организационные, режимные и эксплуатационные.

Организационные мероприятия предусматривают правильное содержание зданий и территорий, обучение производственного персонала, правильную эксплуатацию техники и оборудования, , противопожарный инструктаж работников, правилам пожарной безопасности, издание брошюр, плакатов, наличие точного плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировке зданий, правильное устройство электропроводов и электрооборудования, вентиляции, освещения, правильное размещение опасного оборудования.

К режимным мероприятиям относится установление правил организации работ и соблюдение противопожарных мер.[26]

Помещение, в котором размещены ПЭВМ, по категориям пожарной опасности относится к категории «В». Обычно в нем находится большое количество возможных источников возгорания, как например:

- Кабельные линии, используемые для питания ПЭВМ от сети переменного тока напряжением 220В, которые в целях понижения воспламеняемости, покрывают огнезащитным покрытием и прокладывают в металлических трубах.

- Электронно-лучевая трубка дисплея, которая взрывоопасна без дополнительной защиты.

- Различные электрические устройства, которые при отказе могут привести к короткому замыканию.

- Мебель из легковоспламеняющихся материалов, бумага, магнитная лента.

Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта была разработана информационно-измерительная система поквартирного учета расхода холодной и горячей воды в многоквартирном доме.

В работе описана общая характеристика проблемы учета воды и пути ее решения, разработка измерительного канала для отдельного счетчика, разработка регистратора для приема и передачи информации 8 каналов измерения, полностью удовлетворяющего требованиям технического задания. Также произведена разработка электрической принципиальной схемы этажного регистратора. Была разработана структурная схема системы и блок-схема внутренней программы регистратора. Рассчитана себестоимость и цена прибора, а также выявлены опасные и вредные факторы, воздействующие на человека в процессе разработки автоматизированной системы. Был составлен прогноз социально-экономических последствий и экономической выгоды в процессе эксплуатации данной системы.

Преимущества предложенной системы учета расхода воды - автоматический поквартирный учет потребленной воды, занесение в базу данных информации по каждой квартире, формирование архива данных. Система работает в круглосуточном режиме, в любых условиях, без необходимости трудоемкого обслуживания.

Отличительной особенностью предложенной автоматизированной системы учета расхода воды является применение микроэлектронных компонентов, высокая отказоустойчивость системы, возможность беспроводной передачи данных на сервер водоснабжающей организации.

Таким образом, цель данной разработки была достигнута.

Conclusion

In the course of the degree project it has developed information-measuring system every apartment accounting flow of cold and hot water in the apartment building.

The paper describes the general characteristics of the water accounting problems and its solutions, the measuring channel for the development of a separate counter, recorder development for the reception and transmission of information 8 measuring channels, fully satisfying the requirements specification. Also made the development of electric concept storey registrar. A system block diagram and a block diagram of an internal logger program was developed. Calculated the cost price and the unit price, as well as identified the dangerous and harmful factors affecting human in the process of developing an automated system. The forecast was made up of socio-economic impact and economic benefits in the operation of the system.

Benefits of the proposed flow metering system - Automatic door-metering of water, entering information in the database for each apartment, the formation of the data archive. The system works around the clock, in all conditions, without the need for time-consuming maintenance.

A distinctive feature of the proposed automated water metering system is the use of microelectronic components, high availability system, the possibility of wireless transmission of data to the server water supply organization.

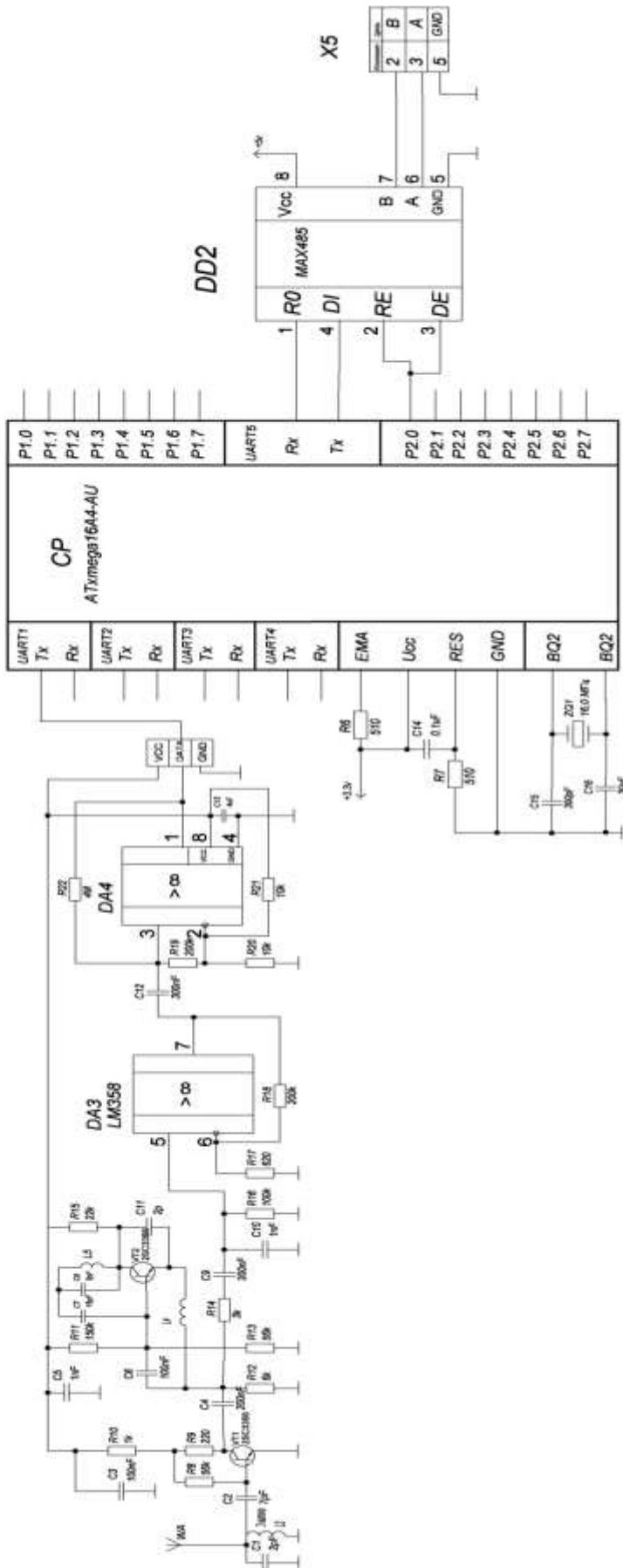
Thus, the purpose of this development was reached.

Список используемой литературы

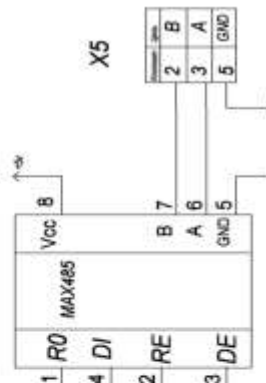
1. Орлова Р.И., Зайцев Л.К., Пронин А.З. Экономика жилищно-коммунального хозяйства М.: Экономика, 1997. -270 с.
2. Кедров В.С., Ловцов Е.Г. Санитарно-техническое оборудование зданий. М.: Стройиздат, 1989. - 495 с.
3. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. /Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56с.
4. Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружение. М.: Стройиздат, 1988. - 399 с.
5. Бирюков Б. В., Данилов М. А., Кивилис С. С., Точные измерения расхода жидкостей, М.: Машиностроение, 1977.-144 с.
6. Дж.Фрайден. «Современные датчики. Справочник». Москва.: Техносфера, 2005. - 592 с.
7. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: Справочник: Кн. 2 / 5-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Политехника, 2004. - 412 с.
8. Бошняк Л.Л., Вызов Л.Н. Тахометрические расходомеры. - Л.: Машиностроение, 1968.-24 с.
9. Логинов Н. И., Электромагнитные преобразователи расхода жидких металлов, М.: Энергоиздат, 1981 . -102 с.
10. Монахов В. И. Измерение расхода и количества жидкости, газа и пара. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962.- 128 с.
11. Журба, М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование автоматизированных систем / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. - М.: Издательство АСВ, 2003. - 288 с.
- 12.Маликонов А.Г. Методы разработки автоматизированных систем управления. М.: Энергия. 1973, – 300 с.
- 13.13.Автоматика и автоматизация производственных процессов / М.М. Благовещенская, Н.О. Воронина, А.В. Казаков и др. - М.: Агропромиздат, 1999. - 239 с.

14. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. 2006 - 288 с.
15. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер. 2001 - 668 с.
16. Шонфельдер Г., Шнайдер К. Измерительные устройства на базе микропроцессора АТМega. 2012 - 288 с.
17. Гук М. Аппаратные средства локальных сетей. СПб: Питер. 2000 - 570 с.
18. Белов СВ. и др. Безопасность жизнедеятельности. - М.: Изд. МГТУ, 1993. -450с.
19. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ (ТК РФ).
20. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
21. ГОСТ 12.1.002—84, ССБТ «Электромагнитные поля токов промышленной частоты. Общие требования безопасности».
22. Плахов А.М. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие - Томск: Изд. ШУ, 2000. - 156 с.
23. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989 -293с.
24. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
25. Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности. - Спб.: Изд. ЛТА,
26. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

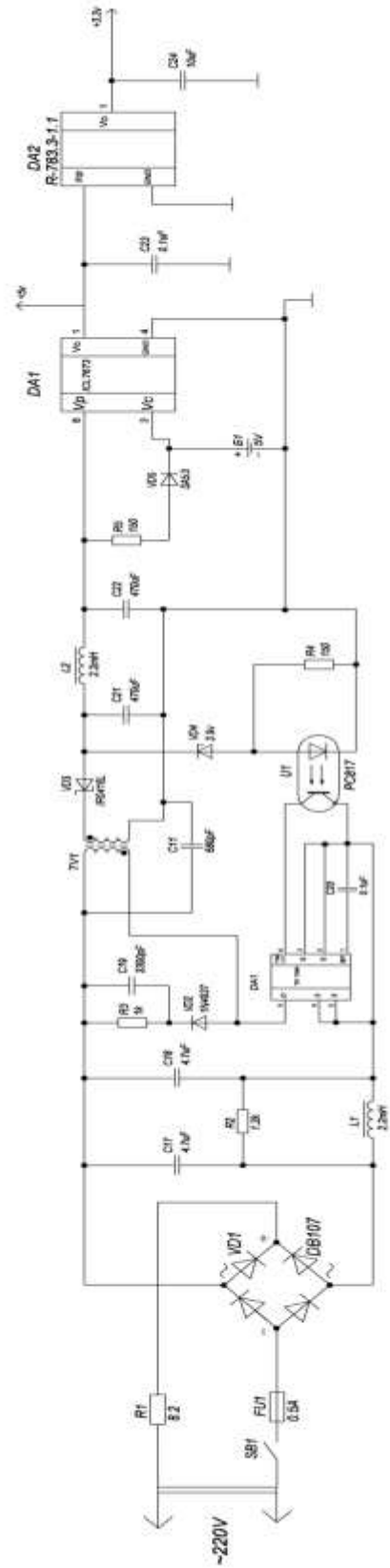
DD1

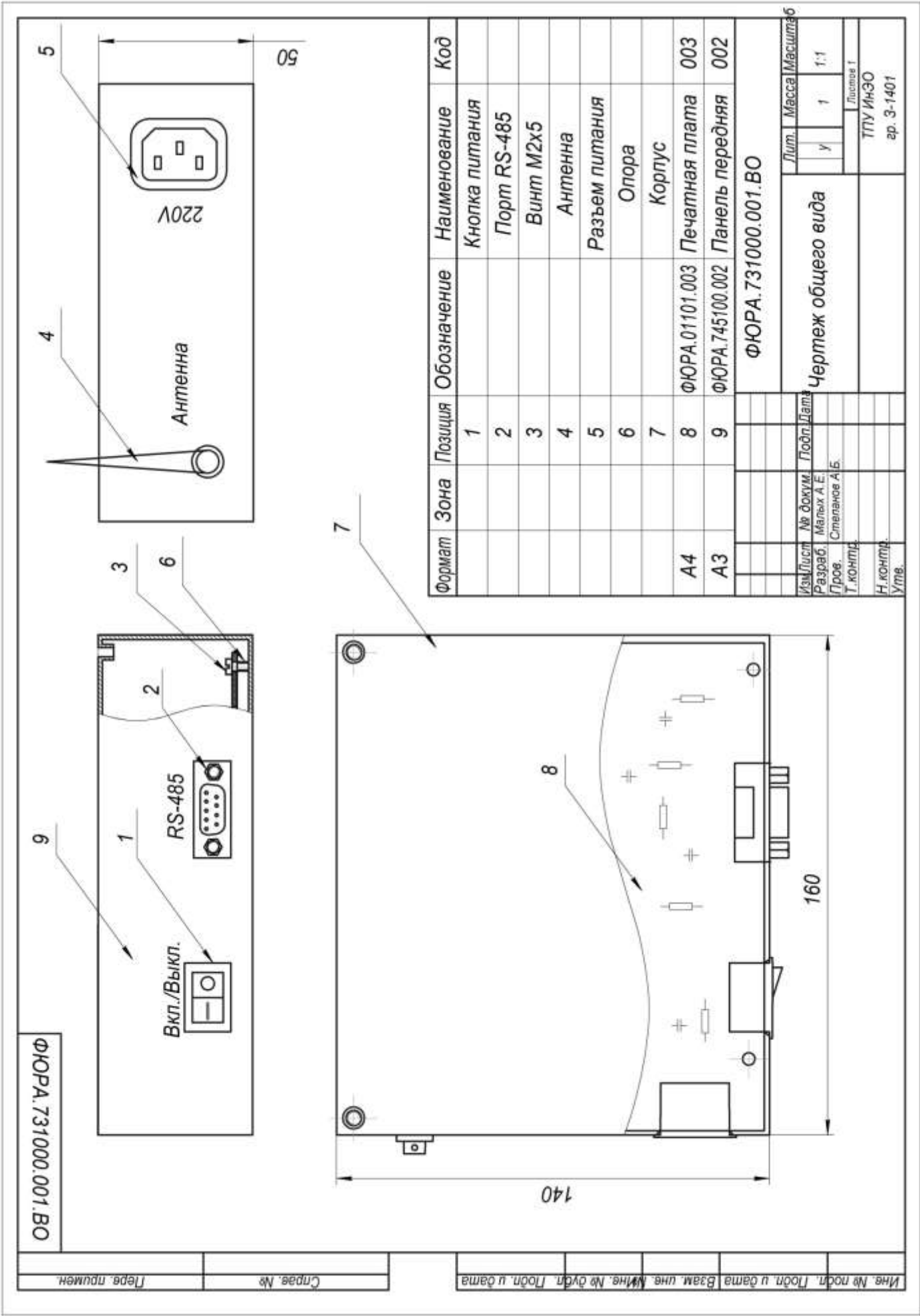


DD2

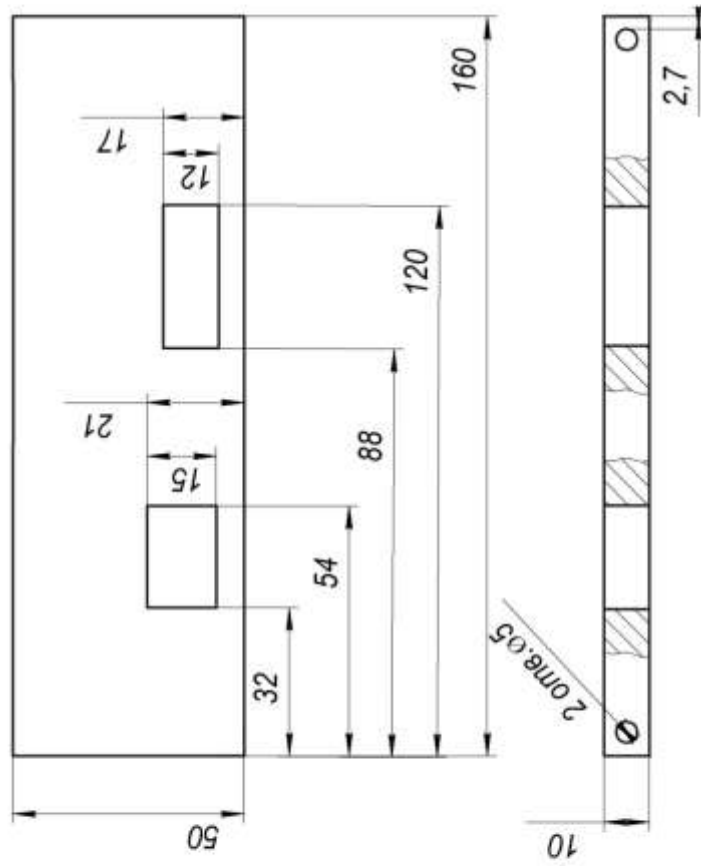
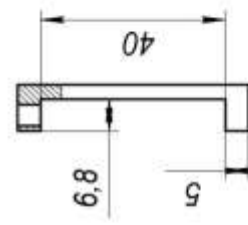


X5



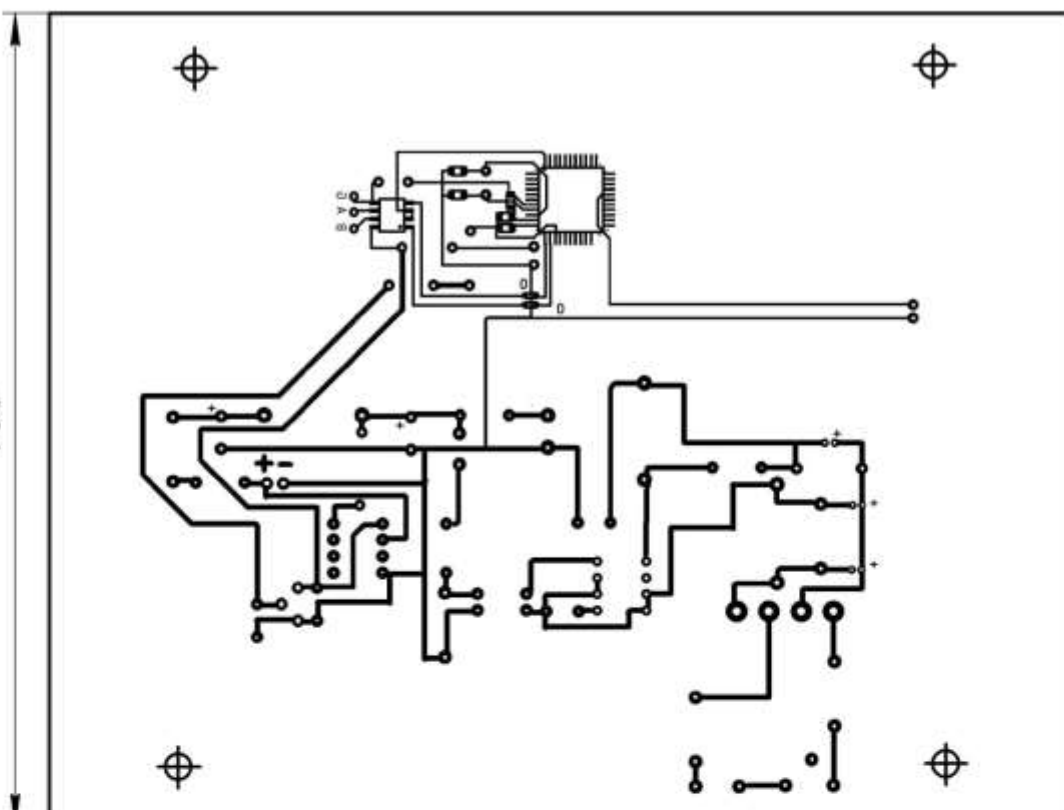


ФЮРА.745100.002



ФЮРА.745100.002									
Панель передняя					Лит.	Масса	Масштаб		
					У	1	1:1		
Пластик ABS UL94-HB					Лист		Листов 1		
					Изм.		ТПУ ИЗО		
Изм.					Лист		Листов 1		
					Разраб.		г.р. 3-1401		
Изм.					Лист		Листов 1		
					Проф.		Листов 1		
Изм.					Лист		Листов 1		
					Т.контр.		Листов 1		
Изм.					Лист		Листов 1		
					И.контр.		Листов 1		
Изм.					Лист		Листов 1		
					Уме		Листов 1		

Име, № подл, Подп, и дата	Взам, име, № подл, Подп, и дата	Име, № подл, Подп, и дата	Справа №	Пере, прмен.
---------------------------	---------------------------------	---------------------------	----------	--------------

Справ. №		Перв. примен.		ФЮРА.01101.003				$\sqrt{Ra\ 5,0(\checkmark)}$					
													
				130									
				155									
				1,6									
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	ФЮРА.01101.003									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плата печатная Стеклотекстолит СФ ГОСТ 10316-78								
Разраб.	Малых А.Е.	Подп.	Дата	Лит.								Масса	Масштаб
Пров.	Степанов А.Б.	Подп.	Дата	У								1	1:1
Т.контр.		Подп.	Дата	Лист								Листов	1
Н.контр.		Подп.	Дата	ТПУ ИнЭО									
Утв.		Подп.	Дата	гр. 3-1401									
Копировал				Формат А4									