

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Кафедра информационных систем и технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка программных средств микропроцессорных терминалов, предназначенных для работы в составе систем сбора и обработки гидрометеорологической информации
УДК 004.42:004.388:551.508

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ5Б	Пономарева Анна Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамин Алексей Алексеевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Акулов Петр Анатольевич	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИСТ	Мальчуков Андрей Николаевич	К.Т.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области информатики и вычислительной техники.
P2	Применять глубокие специальные знания в области информатики и вычислительной техники для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием аналитических методов и сложных моделей.
P4	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P5	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P6	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, при решении инновационных инженерных задач.
P10	Демонстрировать личную ответственность и ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения

	инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению, непрерывному самосовершенствованию в инженерной деятельности, способность к педагогической деятельности.

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Кафедра информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Мальчуков А.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ5Б	Пономаревой Анне Владимировне

Тема работы:

Разработка программных средств микропроцессорных терминалов, предназначенных для работы в составе систем сбора и обработки гидрометеорологической информации	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	788/с от 09.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ol style="list-style-type: none">1. Доступ к микропроцессорному терминалу ВИП-МК.2. Документация к ВИП-МК.3. Средства разработки ПО для ВИП-МК.4. Специализированная литература по тематике исследования.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Изучение предметной области.2. Определение функций программного обеспечения.3. Анализ возможных подходов к построению архитектуры программного обеспечения.4. Разработка архитектуры программного обеспечения.5. Определение состава и характеристик программных модулей.6. Программная реализация модулей.7. Анализ ресурсоэффективности и оценка научно-технического уровня проекта.

	8. Анализ вопросов, связанных с охраной труда и влиянием деятельности программиста на окружающую среду. 9. Выводы по проделанной работе.
Перечень графического материала	1. Пример сети сбора данных. 2. Архитектура программных модулей. 3. Результаты измерения пропускной способности модуля межпроцессного взаимодействия. 4. Структура меню пользовательского интерфейса. 5. Алгоритм передачи сообщений. 6. Алгоритм удаленного изменения периода отправки измерений. 7. Алгоритм отправки сообщения, введенного оператором.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент каф. менеджмента, к.э.н., Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Ассистент каф. экологии и безопасности жизнедеятельности, Акулов Петр Анатольевич

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение
Обзор литературы
Объект и методы исследования

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамин Алексей Алексеевич	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ5Б	Пономарева Анна Владимировна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц, 22 рисунка, 34 таблицы, 26 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: микропроцессорный терминал, гидрометеорология, КН-01 SYNOR, FM 12-IX SYNOR, модульная архитектура программного обеспечения, встраиваемые системы.

Объектом исследования является микропроцессорный терминал ВИП-МК, используемый в системах сбора и обработки данных.

Цель работы – разработка программного обеспечения микропроцессорного терминала ВИП-МК для системы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

В процессе исследования были проведены: анализ структуры сети сбора гидрометеорологической информации, обзор форматов передачи гидрометеорологических данных, анализ подходов к проектированию архитектуры программного обеспечения, проектирование модулей системы и разработка алгоритмов решения прикладных задач, определение пропускной способности модуля межпроцессного взаимодействия, интеграция программного обеспечения микропроцессорного терминала.

В результате исследования было разработано программное обеспечение микропроцессорного терминала ВИП-МК для системы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики разработанного программного обеспечения: язык программирования – C++, операционная система – Linux, программа имеет модульную структуру.

Степень внедрения: результаты работы внедрены в проектах компании ООО «Инком».

Область применения: микропроцессорные терминалы в составе систем сбора и обработки гидрометеорологической информации.

Сокращения

БД — база данных

ЦСД — центр сбора данных

ГАО — группа автоматического опознавания

ГМС — государственный метеорологический стандарт

ВМО — всемирная метеорологическая организация

ПО — программное обеспечение

ОЗУ — оперативное запоминающее устройство

ОС — операционная система

ARM — (Advanced RISC (reduced instruction set computer) Machine) усовершенствованная RISC-машина (компьютер с сокращённым набором команд)

LCD — (liquid crystal display) жидкокристаллический дисплей

АГМС — автоматическая гидрометеорологическая станция

МУКС — модуль управления каналами связи

ВУ — внешнее устройство

GSM — (Global System for Mobile Communications) стандарт цифровой мобильной сотовой связи.

МРД — многофункциональный регистратор данных

БПП – блок передачи параметров

НГО – нижняя граница облаков

БРМ – барометр

Оглавление

Введение.....	10
1 Обзор литературы	13
2 Объект и методы исследования.....	15
2.1 Постановка задачи	15
2.2 Исходные требования.....	19
2.3 Микропроцессорный терминал ВИП-МК.....	20
3 Проектирование и реализация программного обеспечения.....	22
3.1 Подходы к архитектуре программного обеспечения.....	22
3.2 Структура программного обеспечения	26
3.3 Описание программных модулей	28
3.3.1 Модуль межпроцессного взаимодействия.....	28
3.3.2 Модуль интерфейса пользователя	34
3.3.3 Модуль управления базой данных	42
3.3.4 Модуль обработки данных	45
3.4 Примеры межмодульного взаимодействия	49
Результаты проведенного исследования	56
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
4.1 Организация и планирование работ	59
4.1.1 Продолжительность этапов работ	60
4.1.2 Расчет накопления готовности проекта	65
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	66
4.2.1 Расчет затрат на материалы.....	66
4.2.2 Расчет заработной платы	67
4.2.3 Расчет затрат на социальный налог	68
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	68

4.2.5	Расчет амортизационных расходов	69
4.2.6	Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)	70
4.2.7	Расчет прочих расходов.....	70
4.2.8	Расчет общей себестоимости разработки	70
4.2.9	Расчет прибыли	71
4.2.10	Расчет НДС	71
4.2.11	Цена разработки НИР	71
4.3	Оценка экономической эффективности проекта.....	71
4.3.1	Оценка научно-технического уровня НИР	72
5	Социальная ответственность	78
5.1	Производственная безопасность.....	78
5.1.1	Вредные факторы	79
5.1.2	Опасные факторы	82
5.2	Экологическая безопасность	86
5.3	Защита в чрезвычайных ситуациях	87
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	90
	Заключение	92
	Список публикаций студента	94
	Список использованных источников.....	95
	Приложение А	98
	Приложение Б.....	110
	Приложение В	112

Введение

В различных отраслях народного хозяйства и военном деле необходимо всесторонне учитывать как текущую гидрометеорологическую обстановку, так и иметь возможность строить прогнозы с заданной степенью достоверности на заданный промежуток времени. Исследованиями в указанной области занимается гидрометеорология — наука о гидросфере и атмосфере Земли.

Составление гидрометеорологических прогнозов должно осуществляться с максимально возможной точностью и оперативностью. Для точного прогнозирования необходимо учитывать целую совокупность факторов, которые выражены во множестве гидрометеорологических параметров, таких как температура воздуха, давление, влажность, скорость и направление ветра и т.п. Для измерения этих параметров используются специальные датчики. Параметры, измеряемые датчиками, проходят необходимую обработку и затем отправляются в центр сбора данных. Обычно такая обработка измеренных параметров заключается в кодировании измеренных параметров в соответствии с национальными и международными гидрометеорологическими стандартами в виде специальных телеграмм. На сегодняшний день для автоматического сбора информации с датчиков, для автоматической или автоматизированной обработки этой информации и для передачи обработанной информации в центр сбора данных часто используются специализированные вычислительные устройства — микропроцессорные терминалы.

При разработке программного обеспечения для микропроцессорных терминалов, предназначенных для работы в составе систем сбора и обработки гидрометеорологической информации, следует учитывать специфику предметной области и ресурсов аппаратного обеспечения. В частности, специфика предметной области заключается в необходимости преобразования данных в специальные метеорологические форматы для их передачи в центр сбора данных, а также в работе с внешними устройствами (датчиками). Особенности аппаратного обеспечения состоят в ограниченном количестве ресурсов микропроцессорного терминала по сравнению, например, с

современными персональными компьютерами. В отличие от современных персональных компьютеров, микропроцессорные терминалы обычно имеют в своем составе несколько стандартных интерфейсов для подключения датчиков: RS232, RS485 и др.

В связи с этим актуальной задачей является разработка программного обеспечения, которое позволило бы автоматизировать процесс обработки и передачи метеорологических данных с учетом вышеописанных особенностей микропроцессорных терминалов. Также к разрабатываемому программному обеспечению предъявляются требования экономии ресурсов микропроцессорного терминала, масштабируемости и устойчивости к сбоям и ошибкам.

Целью диссертационной работы является разработка программного обеспечения микропроцессорного терминала ВИП-МК для работы в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

Для достижения цели диссертационной работы были поставлены следующие задачи:

1. Изучение аппаратных средств и системного программного обеспечения микропроцессорного терминала ВИП-МК.
2. Изучение специфики предметной области.
3. Анализ возможных подходов к архитектуре программного обеспечения.
4. Построение архитектуры программного обеспечения.
5. Определение пропускной способности модуля межпроцессного взаимодействия.
6. Реализация модулей пользовательского интерфейса, обработки данных, управления БД.

Объектом исследования является микропроцессорный терминал ВИП-МК, используемый для работы в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации. Предметом исследования являются архитектура и алгоритмы программного обеспечения для реализации

необходимых функций микропроцессорного терминала, работающего в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

Научная новизна заключается в разработанных в процессе исследования алгоритмах и программных модулях, позволяющих решать поставленные перед аппаратно-программным комплексом задачи.

Практическая значимость результатов магистерской диссертации заключается в применении результатов работы для автоматизации сбора и обработки гидрометеорологической информации.

Реализация и апробация работы осуществлена в рамках проектов компании ООО «Инком». Результаты проделанной работы были представлены на следующих конференциях:

- XIII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, 2015 г.);
- XIV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, 2016 г.);
- IV Международная конференция «Информационные технологии в промышленности и производстве» (г. Томск, 2016 г.), заочное участие.

По результатам исследований в рамках указанных конференций опубликовано три статьи.

1 Обзор литературы

Обзор научной литературы является одним из этапов выполнения магистерской диссертации. В качестве рассмотренной литературы выступают не только научные статьи и специализированные учебники, но и Интернет-источники.

Существует множество специализированной литературы, в которой можно найти подробное описание кодирования гидрометеорологической информации в соответствии с национальными и международными стандартами. В источниках [1, 2, 3] приведены алгоритмы кодирования метеорологических телеграмм в соответствии с национальным стандартом КН-01 SYNOP, также в этих источниках описаны назначения кодовых групп и разделов телеграмм и приведены соответствующие примеры.

В статье [4] приведено описание пользовательского интерфейса для ввода и вывода метеорологических телеграмм, закодированных в формате КН-01 SYNOP.

Источник [5] содержит определение динамической библиотеки. Использование динамических библиотек при разработке данного программного обеспечения играет важную роль, т.к. позволяет экономить вычислительные ресурсы рассматриваемого микропроцессорного терминала ВИП-МК.

Источники [6, 7] являются документацией к микропроцессорному терминалу ВИП-МК. В данной документации указаны основные характеристики микропроцессорного терминала, его назначение и рекомендации по эксплуатации.

Стандарт [8] содержит определение архитектуры информационной системы. Данное определение является одним из центральных понятий данного исследования.

Источники [9, 10, 11, 13] являются литературой, в которой описаны основные принципы объектно-ориентированного программирования и приведены практические советы по проектированию и разработке программного обеспечения в соответствии с данной парадигмой.

Статья [12] содержит краткое описание рассматриваемой системы, ее архитектуры, структуры программных модулей. Также в данном источнике приведены основные принципы проектирования систем с модульной архитектурой, причины выбора именно данного подхода к построению архитектуры данного программного обеспечения.

Интернет-источник [14] содержит описание стандарта цифровой мобильной связи (GSM). Сведения, приводимые в источнике, в частности, скорость передачи данных при использовании данного стандарта, необходимы при анализе результатов измерения пропускной способности модуля, осуществляющего межмодульное взаимодействие.

Источник [15] представляет из себя статью, в которой описаны основные принципы событийно-ориентированного программирования и алгоритмы возможной реализации. Данная парадигма была использована при разработке описываемого программного обеспечения.

2 Объект и методы исследования

2.1 Постановка задачи

Наблюдения за метеоусловиями в различных точках земного шара позволяют составлять целостную картину о климатических условиях на той или иной территории. Метеорологические прогнозы составляются исходя из значений множества метеорологических параметров. Эти параметры получают одним из способов: измеряются датчиками непосредственно, вычисляются на основе измерений других параметров, вводятся оператором вручную. Измерение параметров происходит на метеостанциях и метеопостах. Независимо от способа получения параметров они отправляются в центр сбора данных в указанные сроки. Совокупность метеостанций, метеопостов и центров сбора данных, представляющая собой многоуровневую структуру, называется сетью сбора гидрометеорологических данных.

В общем виде сеть сбора данных можно представить в виде дерева. В качестве простейшего примера на рисунке 1 представлена одна из ветвей такого дерева:

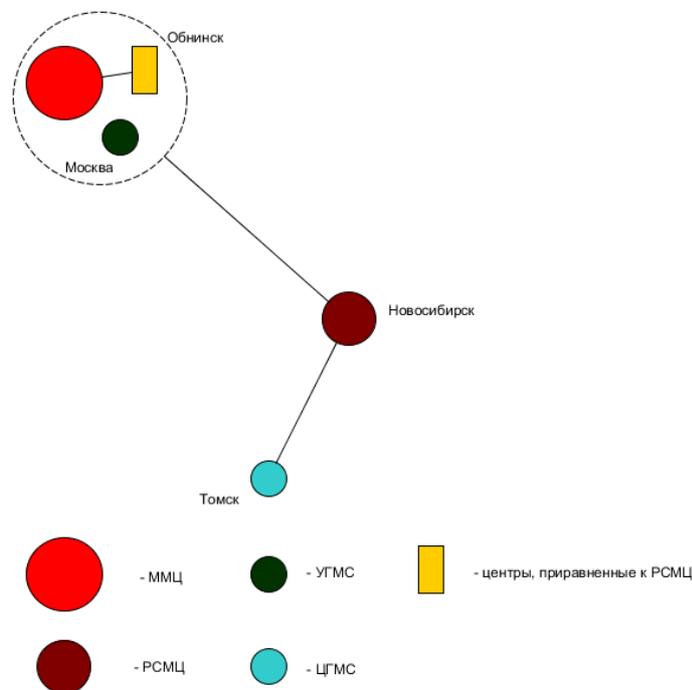


Рисунок 1 — Пример сети сбора данных

Здесь:

- MMЦ — международный метеорологический центр;

- РСМЦ — региональный специализированный метеорологический центр;
- УГМС — управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- ЦГМС — центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Сбор метеорологических данных осуществляется при помощи датчиков. С датчиков поступают необработанные данные. На метеостанциях происходит кодирование полученных данных в соответствии с определенными метеорологическими форматами. Полученные в результате кодирования телеграммы поступают в соответствующий центр сбора данных. Далее данные отправляются в центр сбора, имеющий более высокий уровень в иерархии. Как показано на рисунке 1, из ЦГМС данные поступают в РСМЦ, далее в УГМС. Из УГМС данные поступают в ММЦ (в рассматриваемом случае данные в ММЦ поступают из Обнинска).

Как было сказано выше, перед отправкой в ЦСД производится кодирование метеорологических данных в соответствии с установленными метеорологическими форматами передачи сообщений. В рамках данного исследования велась работа со следующими форматами сообщений:

- ГАО;
- ГМС;
- ВМО.

Каждый формат требует определенных правил ввода и вывода данных, что обуславливает наличие различных подходов к организации интерфейса ввода и вывода данных.

Данные формата ГАО представляют собой числовую строку, содержащую числа от 0 до 9. Вместо числа также может быть символ «/» (слэш), если значение метеорологического параметра не задано. Телеграмма формата ГАО содержит информацию о передаваемых данных, закодированную в формате КН-01 SYNOP. Это национальный аналог международного кода FM 12-IX

SYNOP [1]. Код состоит из разделов, каждый из которых, в свою очередь, состоит из кодовых групп. Группы разделены пробелами. Длина групп не превышает пяти символов [2]. Каждый раздел содержит информацию об определенном наборе метеорологических параметров. Пример такой метеотелеграммы в формате ГАО представлен ниже:

ААХХ 01001 31878

11550 21602 11141 21161 30126 40157 53002 82030

333 21190 47005

555 1/115 3/123 51101 7990/

В данном примере каждый раздел для удобства записан с новой строки. При составлении телеграммы все разделы записываются в одну строку.

В примере буквенный указатель кода состоит из четырех символов, а первые группы последних двух разделов — из трех, это отличительные группы разделов [3]. При реализации ввода и вывода данных формата ГАО необходимо учитывать все особенности формирования групп и разделов [4].

Данные формата ГМС — это государственный метеорологический стандарт. Он схож с форматом ГАО, так как также представляет данные в национальном метеорологическом стандарте КН-01 SYNOP, однако включает в себя заголовки, которые содержат дополнительную информацию о метеостанции.

Данные формата ВМО — это данные в формате, установленном Всемирной метеорологической организацией. Иными словами, это данные, закодированные в соответствии со стандартом FM 12-IX SYNOP. По способу ввода и вывода эти данные схожи с данными формата ГМС.

Метеорологические данные представляют собой совокупность измерений с датчиков. Система поддерживает несколько типов датчиков. Очень важно, чтобы система сохраняла свою работоспособность, даже если один из датчиков сломался или был отключен. Также необходимо, чтобы добавление новых датчиков в систему не вызывало больших трудностей, таких как

необходимость внесения изменений в отлаженное и апробированное ПО управления метеостанцией и датчиками и требующих его полной переработки.

Микропроцессорный терминал ВИП-МК, для которого предусмотрена рассматриваемая система, ограничен в вычислительных ресурсах, поэтому важно разрабатывать систему таким образом, чтобы осуществлялась, по возможности, экономия ресурсов ОЗУ и процессорного времени. Также при проектировании интерфейса пользователя следует учитывать, что данный микропроцессорный терминал имеет определенные ограничения относительно средств ввода и вывода. Эти ограничения заключаются в том, что в качестве средства пользовательского ввода выступает только клавиатура, а средством пользовательского вывода является текстовый дисплей размером две строки по 40 символов.

Вышеописанные условия работы системы позволяют сформулировать следующие требования. Так как система должна быть легкоконфигурируемой, устойчива к ошибкам внешних устройств и экономична в использовании ресурсов микропроцессорного терминала, следует подходить к построению архитектуры системы из данных требований. Отключение одного или нескольких датчиков не должно приводить к потере работоспособности микропроцессорного терминала.

Экономное использование памяти и вычислительной мощности данного микропроцессорного терминала достигается за счет использования динамических библиотек. Под динамической библиотекой понимаются отдельные файлы, предоставляющие прикладным программам набор наиболее часто используемых функций и загружаемые на этапе выполнения при обращении программы к ОС с заявкой на выполнение функции из библиотеки; если запрошенная библиотека уже загружена в ОЗУ, программа будет пользоваться загруженной копией [5].

Вышеописанные условия должны быть реализованы на уровне проектирования системы, на уровне ее архитектуры.

2.2 Исходные требования

Объектом исследования является микропроцессорный терминал ВИП-МК, используемый для работы в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации. Границами объекта исследования являются встраиваемые системы, используемые в системах сбора и обработки информации.

В качестве исходных материалов выступают:

- специализированная литература;
- микропроцессорный терминал ВИП-МК и документация к нему;
- набор компиляторов GNU (GCC);
- среда разработки KDevelop.

Конечной целью диссертационной работы является создание программного обеспечения для сбора и обработки гидрометеорологических данных. Программное обеспечение должно предоставлять пользователю следующие функции:

- ручное формирование телеграмм в одном из трех форматов (ГАО, ГМС, ВМО);
- отправка в центр сформированных телеграмм по команде оператора одним из способов: по указанному каналу связи, по очереди каналов связи;
- помещение телеграмм в очередь для сбора по запросу; просмотр телеграмм в очереди для сбора по запросу; удаление телеграмм из очереди для сбора по запросу;
- архивы входящих и исходящих сообщений для каждого вида телеграмм (ГАО, ГМС, ВМО) отдельно;
- просмотр принятых из ЦСД сообщений;
- просмотр архивов;
- вызов на редактирование копии телеграммы из любого архива или очереди для сбора по запросу;

- журнал операций;
- просмотр журнала операций;
- меню настроек;
- распечатка телеграмм на матричном принтере, подключенном по USB;
- функции приема данных с датчиков, подключенных к ВИП-МК;
- функции обработки данных с датчиков, подключенных к ВИП-МК;
- функции формирования данных к указанным срокам и вывод на редактирование оператором частично заполненных телеграмм.

Для разработки программного обеспечения использовался язык программирования C++. Этот язык программирования является одним из наиболее популярных языков при разработке ПО для встраиваемых систем, а также позволяет создавать ПО для вычислительных устройств с архитектурой ARM. Возможностей данного языка программирования достаточно для реализации всех вышеописанных функций, также данный язык программирования подходит для создания программного обеспечения для ОС Linux, которая является ОС микропроцессорного терминала ВИП-МК.

2.3 Микропроцессорный терминал ВИП-МК

Разрабатываемое ПО предназначено для использования на микропроцессорном терминале ВИП-МК, внешний вид которого представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 — Микропроцессорный терминал ВИП-МК

Микропроцессорный терминал ВИП-МК представляет собой вычислительное устройство на базе процессора AT91RM9200, работающий под управлением ОС Linux [6].

ПО ВИП-МК функционально состоит из нескольких частей [7]:

- двухуровневый начальный загрузчик;
- ядро ОС Linux;
- системные программы и утилиты;
- прикладные программы.

ОС Linux и системное программное обеспечение предоставляют средства для работы с периферией ВИП-МК [6], такой как:

- символьный дисплей 2×40 символов, входящий в состав ВИП-МК, представлен как устройство вывода «последовательный порт» /dev/ttyS0 со скоростью 19200 бит/сек;
- клавиатура PS/2, подключаемая к ВИП-МК представлена как устройство ввода «последовательный порт» /dev/ttyS0 со скоростью 19200 бит/сек;
- порт Ethernet;
- интерфейс RS232;
- интерфейс RS485;
- интерфейс USB;
- радиомодем;
- и др.

3 Проектирование и реализация программного обеспечения

3.1 Подходы к архитектуре программного обеспечения

Одним из определений архитектуры информационной системы является базовая организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой и с окружением, а также принципы, определяющие проектирование и развитие системы [8].

При выборе архитектуры системы были рассмотрены следующие подходы к разработке архитектуры ПО:

- монолитная архитектура;
- модульная архитектура.

Модульность ПО рассматривается только на уровне исполняемых файлов и библиотек, модульность на уровне исходных текстов рассматривать не будем. Это значит, что под модулем мы будем понимать отдельную программу или библиотеку, работающую независимо от остальных, но имеющую интерфейсы для обмена данными с другими программными модулями [9]. При этом исходный код одного модуля может содержаться в нескольких различных файлах (и как правило, каждый модуль на уровне исходного кода состоит из нескольких файлов).

Под монолитной архитектурой будем понимать такую архитектуру ПО, в которой вся система представляет собой набор процедур, составляющих единую программу. При внесении изменений в такую программу необходимо перекомпилировать ее всю. Также ошибка, допущенная в какой-либо процедуре, может остановить работу всей программы. По своей сути ПО с монолитной архитектурой представляет из себя один большой программный модуль.

Монолитная архитектура имеет ряд недостатков, которые являются критическими для рассматриваемой системы. Во-первых, изменение, внесенное в такую программу, требует полной перекомпиляции системы. Во-вторых, при запуске программа загружается в оперативную память устройства целиком, вне зависимости от того, какая из процедур вызывается. Также довольно затруднительно внесение изменений в такое ПО: так как отсутствует четко

определенная внутренняя структура, модификация программы требует понимания работы всей системы в целом, что усложняется тем больше, чем сложнее разрабатываемая система. Система с подобной архитектурой не будет работать, если будет допущена ошибка в любой части такой программы.

Имеет смысл разрабатывать ПО с монолитной архитектурой, если нужно решить небольшую узкоспециализированную задачу. В таком случае разбиение ПО на загружаемые модули-библиотеки нецелесообразно и рациональнее разработать программу, которая будет выполнять весь необходимый набор функций, вместо того, чтобы создавать несколько модулей.

Описанные проблемы, возникающие в системах с монолитной архитектурой, помогает решить модульный подход. При таком подходе ПО представляет из себя совокупность программных модулей-динамических библиотек или модулей-программ, имеющих интерфейсы для взаимодействия с другими модулями системы [9].

Качество такого ПО определяется, в частности, двумя факторами:

- связность (или прочность) модуля – мера силы взаимосвязанности элементов внутри модуля, способ и степень, в которой задачи, выполняемые некоторым программным модулем, связаны друг с другом [10];
- сцепление (или сопряжение) – способ и степень взаимозависимости между программными модулями, сила взаимосвязей между модулями, мера того, насколько взаимозависимы разные подпрограммы или модули [10].

Помимо этих двух свойств модулей следует отметить такие аспекты как достаточность и полнота. Достаточность означает, что модуль содержит достаточно много характеристик абстракции, чтобы обеспечить целенаправленное и эффективное взаимодействие [11]. Полнота означает, что интерфейс модуля описывает все существенные свойства абстракции [11]. Достаточность подразумевает под собой реализацию в модуле минимально

необходимого набора функций в то время, как полный интерфейс воплощает в себе все аспекты абстракции.

Модульный подход позволяет с большей легкостью модифицировать программу, что делает возможным организацию разработки ПО в команде из нескольких разработчиков. Легкость модификации программы (что часто подразумевает добавление и удаление модулей) является одним из определяющих свойств системы сбора и обработки гидрометеорологической информации, конфигурация которой может меняться в зависимости от подключения или отключения тех или иных измерительных датчиков. Так как каждому датчику соответствует свой программный модуль, то добавление и удаление внешних устройств из системы не представляет большого труда. К тому же, для добавления или модификации системы не нужно обязательно досконально знать всю логику работы системы, достаточно понимать, как разрабатываемый или изменяемый модуль взаимодействует с другими модулями.

Сбой в работе одного из модулей-программ не повлечет аварийную остановку работы всей системы. Данный факт крайне важен, если мы имеем дело с системой сбора гидрометеорологической информации, ведь в таком случае сбой в работе одного из измерительных датчиков (число которых достаточно велико, а их местонахождение иногда труднодоступно) не повлечет остановку всей системы.

Таким образом, система с модульной архитектурой в данном случае имеет очевидные преимущества по сравнению с системой, в которой реализован монолитный подход к разработке [12].

Программные модули можно разделить на модули-программы и подгружаемые динамические библиотеки. Модули-программы загружаются в память при запуске системы и выгружаются только при остановке. Подгружаемые модули загружаются в память по запросу уже работающего процесса. То есть преимущество таких подгружаемых модулей в том, что они расходуют ресурсы системы только тогда, когда необходимо их использование.

Конечно, модульный подход влечет определенные сложности. Стоит с большим вниманием подходить к определению внутренней структуры программы, а именно к разбиению на модули. Необходимо продумать структуру так, чтобы каждый модуль выполнял одну законченную функцию (или несколько близких по назначению функций) [13]. Таким образом будет осуществляться высокая связность модуля. Сопряжение, наоборот, должно быть малым, и грамотное распределение функций между модулями также может это обеспечить.

Также очень важно, чтобы модули имели по возможности простой и единообразный интерфейс для взаимодействия друг с другом. Здесь очень важно найти баланс между достаточным интерфейсом и полным. С одной стороны, полный интерфейс позволяет реализовать все необходимые функции. Но с другой стороны, с увеличением полноты модуля будет возрастать количество реализуемых функций и модуль может потерять свою узкую направленность, что является необходимым условием модульной архитектуры. Также, если говорить о реализации модуля на уровне исходного кода, очень важно найти баланс между слишком большим количеством мелких процедур (или классов), реализующих небольшие функции, и малым количеством процедур (классов), реализующих сразу много функций. С одной стороны, предпочтительнее, чтобы каждая процедура (класс) внутри модуля реализовывала небольшую, но завершенную функцию, поэтому нежелательно наличие нескольких небольших процедур (классов), в которых реализованы практически все функции. С другой стороны, слишком большое количество мелких процедур (классов) нарушает инкапсуляцию модуля (или класса, если говорить о методах класса). Сложность состоит в поиске оптимального сочетания количества реализуемых функций и списке задач, которые они решают. Не всегда каждая функция должна решать одну и только одну задачу. Возможно, в некоторых ситуациях, если решаемые задачи сильно связаны, есть смысл объединить их выполнение в один модуль. Но в любом случае, каждый модуль должен предоставлять простой, понятный и, как минимум, достаточный интерфейс для взаимодействия с другими модулями.

Таким образом, наиболее подходящей архитектурой для создания ПО сбора и обработки гидрометеорологических данных является модульная архитектура. Несмотря на ряд сложностей, возникающих при разработке ПО таким способом, конечный продукт, реализованный в соответствии с требованиями данной архитектуры, будет удовлетворять изначальным требованиям, предъявленным к данной системе.

3.2 Структура программного обеспечения

Рассматриваемое ПО состоит из нескольких программных модулей. Общая структура ПО представлена на рисунке 3 (зеленым цветом выделены модули, рассматриваемые в рамках данной работы):

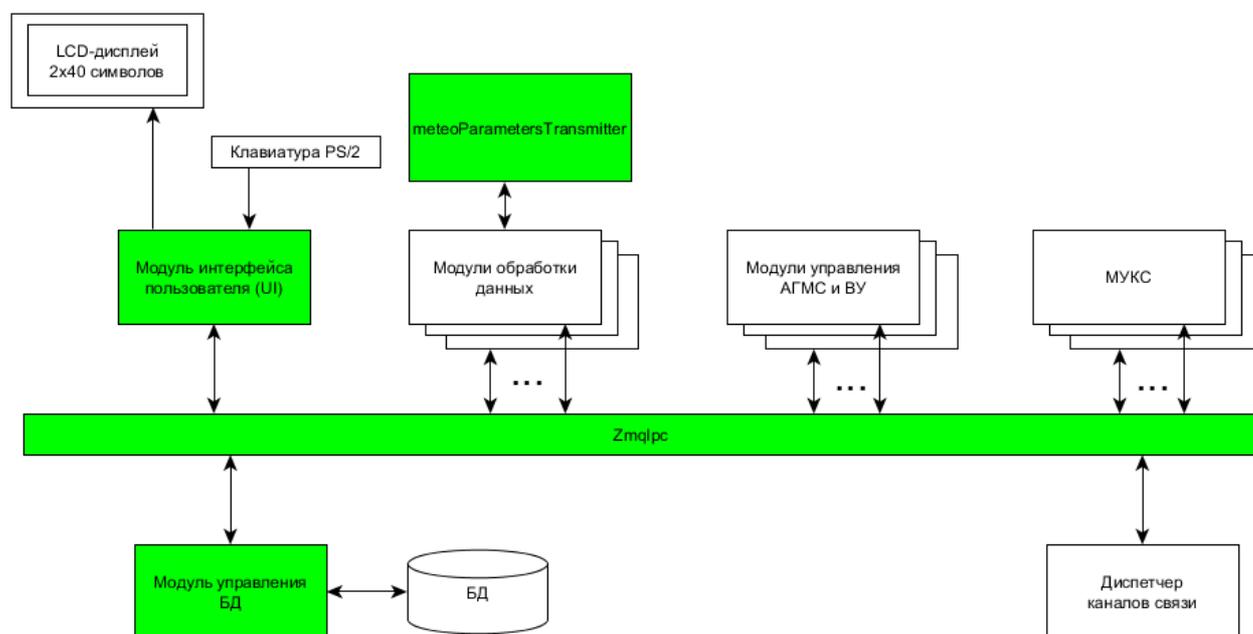


Рисунок 3 — Структура ПО для сбора и обработки гидрометеорологической информации

Ввод и вывод информации происходят при помощи клавиатуры PS/2 и LCD-дисплея соответственно. Обработка ввода и вывода производится модулем пользовательского интерфейса. Важная особенность аппаратного обеспечения, которую следует учитывать при проектировании интерфейса пользователя в данной системе, – дисплей, ограниченный размером 2×40 символов. Стоит учитывать эту особенность в случаях вывода или ввода большого количества информации (больше, чем можно вывести на дисплей за один раз).

Пользовательский интерфейс учитывает особенности ввода и вывода данных всех трех поддерживаемых форматов: ГАО, ГМС и ВМО.

Для работы с БД используется модуль управления БД. С его помощью осуществляется запись в БД и чтение из БД. В качестве БД использовалась БД SQLite. В таблицах БД хранится информация о принятых и отправленных сообщениях, записях в журнале операций и измеренных значениях с датчиков. После получения данных с датчиков, они записываются в соответствующую таблицу БД. Также, если необходимо сформировать телеграмму, данные считываются из БД и используются в дальнейшем составлении телеграммы. Любое действие, произведенное в системе — получение и отправка сообщения, изменение параметров — регистрируется в журнале. Все журнальные записи хранятся в соответствующей таблице БД.

Модули обработки данных реализуют всю логику обработки сообщений, принятых по каналам связи, отправки сообщений, журналирование операций и прочую логику работы с данными. Также программный модуль `meteoParametersTransmitter`, входящий в состав модулей обработки данных, осуществляет формирование сообщений с данными, которые не закодированы ни в одном из форматов. Эти сообщения содержат информацию, которая в дальнейшем может быть использована для построения графиков, составления статистики измерений и т.п.

Для взаимодействия с ЦСД используются каналы связи. Управление этими каналами осуществляется при помощи МУКС. Данный модуль определяет, по какому каналу будет производиться передача данных, а также обрабатывает входящие запросы. Возможна отправка сообщения по одному каналу связи, по очереди каналов, по всем каналам одновременно. Также можно сохранить сообщение для сбора по запросу из центра.

Диспетчер каналов связи содержит описание всех используемых каналов, осуществляет управление состоянием сообщения при его отправке или получении, осуществляет взаимодействие с БД для записи входящих и исходящих сообщений и присвоении им соответствующего статуса.

Для взаимодействия всех программных модулей используется модуль ZmqIpc. Данный модуль позволяет другим модулям посредством использования сокетов обмениваться сообщениями. Для отправки сообщения достаточно знать имя модуля, которому оно адресовано. При помощи функций отправки и получения сообщений организовано взаимодействие между модулями системы.

Модули управления АГМС и внешними устройствами позволяют включать и выключать АГМС и внешние устройства, осуществлять их настройку и обеспечивают сбор измерений с датчиков. Для управления каждым датчиком необходимо подключение соответствующего модуля.

Таким образом, система в целом удовлетворяет требованиям модульной архитектуры: каждый модуль выполняет несколько отдельных связанных между собой функций и фактически представляет из себя независимую подпрограмму, предоставляющую другим модулям интерфейс для взаимодействия.

3.3 Описание программных модулей

3.3.1 Модуль межпроцессного взаимодействия

В качестве программного модуля, выполняющего организацию межмодульного взаимодействия, выступает модуль ZmqIpc. Данный модуль позволяет другим модулям посредством использования сокетов обмениваться сообщениями. Для отправки сообщения достаточно знать имя модуля, которому оно адресовано. Для формирования пакета с сообщением необходимо воспользоваться функцией Send, которая имеет следующий список формальных параметров:

- сообщение, в котором будет содержаться ответ на посланный запрос;
- команда;
- идентификатор пакета;
- флаги;
- время ожидания ответа;
- данные;
- длина данных;

- имя адресата.

Для получения пакета в модуле-адресате необходимо воспользоваться функцией `Recv`, которая в качестве формального параметра принимает структуру `msg_t`, которая, в свою очередь, будет содержать информацию о входящем пакете. Чтобы подтвердить доставку сообщения, нужно отправить ответ модулю-отправителю с помощью функции `SendRep`, которая в качестве формальных параметров принимает:

- команду;
- идентификатор пакета;
- имя отправителя;
- данные;
- длину данных.

В простейшем виде взаимодействие между программами посредством модуля `ZmqIrc` представлено на рисунке 4:

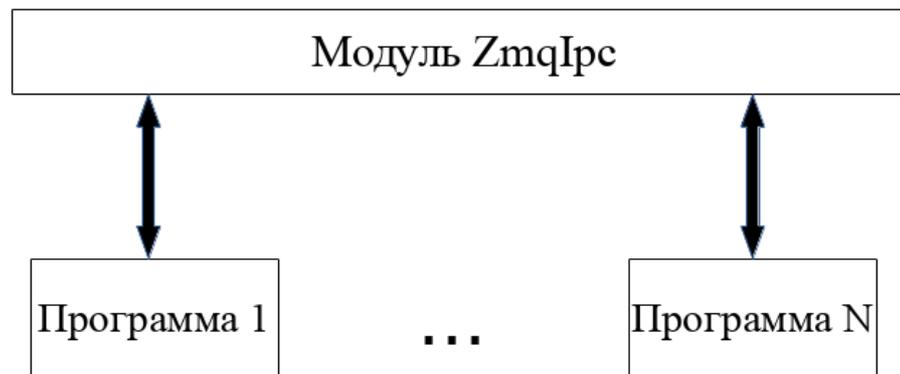


Рисунок 4 — Схема взаимодействия программ с помощью модуля `ZmqIrc`

Для подтверждения того, что отправка сообщения прошла успешно, программа-приемник должна отправить ответное сообщение о том, что отправка прошла успешно. Только в этом случае пакет считается отправленным или принятым.

Главным параметром межмодульного взаимодействия выступает скорость передачи данных, или пропускная способность. Поэтому особое

внимание было уделено тестированию модуля ZmqIpc на предмет измерения его пропускной способности.

Для автоматизации процесса тестирования была написана программа на языке программирования C++, которая в качестве входных данных принимает:

- команду (отправлять или принимать сообщения);
- имя в системе;
- время тестирования в секундах;
- имя адресата (если программа выполняет функции отправителя);
- минимальную длину данных в пакете (если программа выполняет функции отправителя);
- максимальную длину данных в пакете (если программа выполняет функции отправителя).

Были рассмотрены несколько конфигураций системы, но основа одна: присутствует одна или несколько программ-источников (отправителей) и одна программа-приемник (получатель, обработчик входящих сообщений). Результаты работы такой системы оказались зависимы от длины одного пакета, от количества отправителей, от того, является ли длина пакета постоянной величиной. Время тестирования – 1 минута. Все результаты сведены в таблицу Б.1 в приложении Б.

Для большей наглядности на рисунках 5-8 представлены графики соответствующих зависимостей:

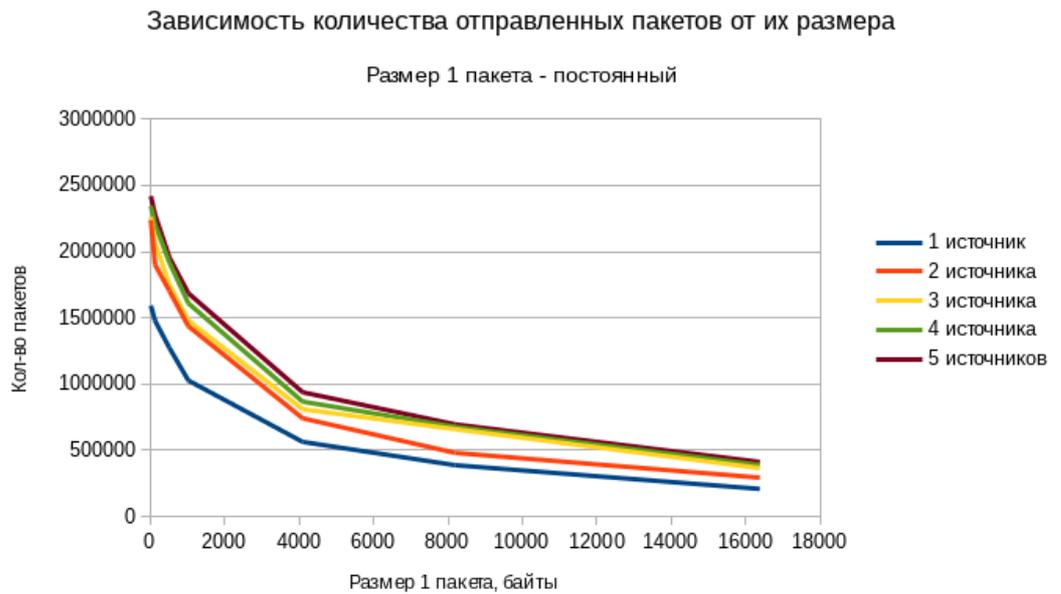


Рисунок 5 — Зависимость количества отправленных пакетов от их размера при постоянном размере одного пакета

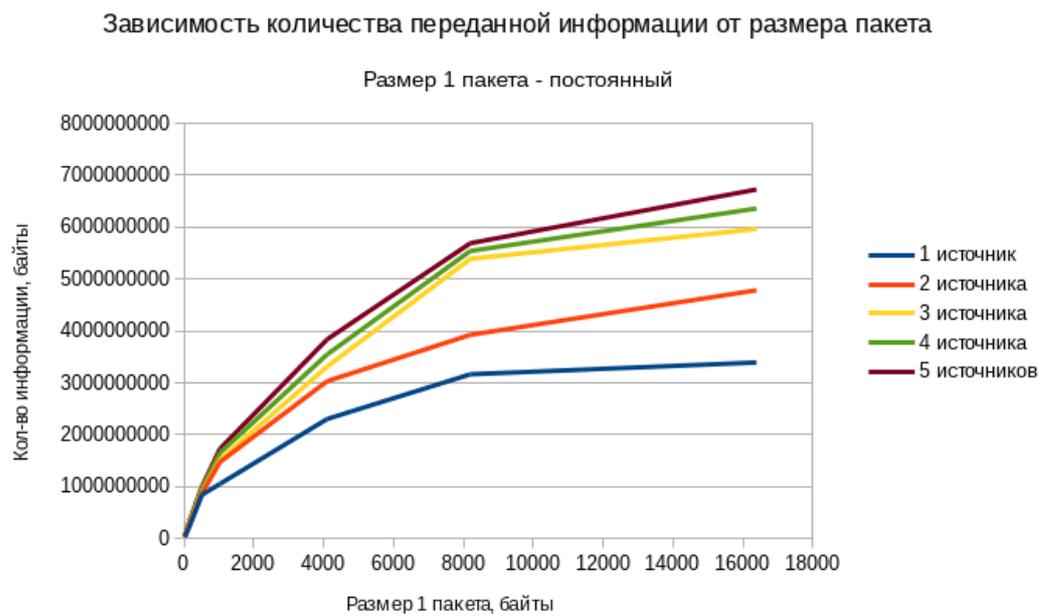


Рисунок 6 — Зависимость количества переданной информации от размера одного пакета при постоянном размере одного пакета



Рисунок 7 — Зависимость количества отправленных пакетов от количества источников при переменном размере одного пакета

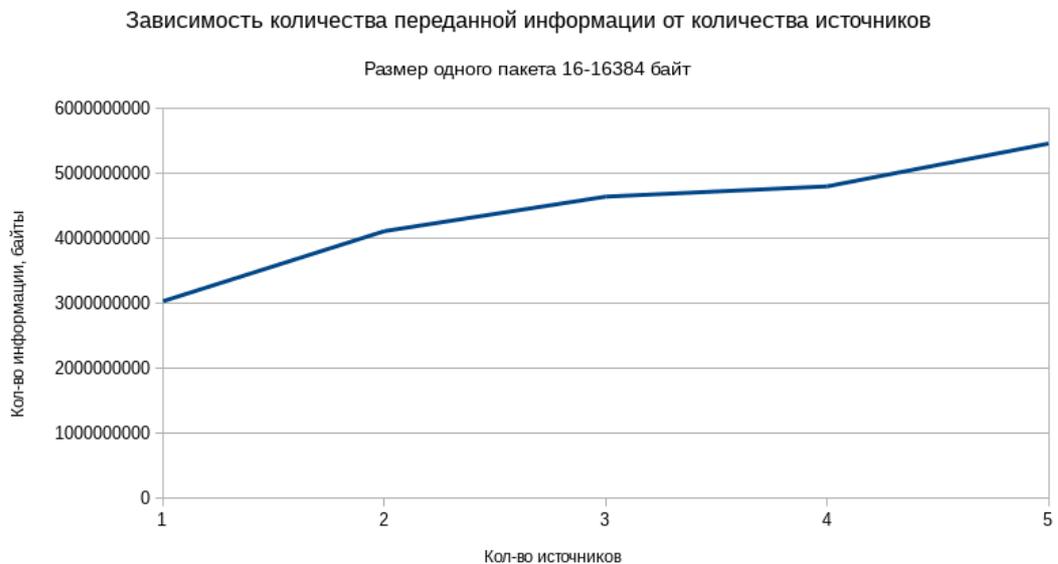


Рисунок 8 — Зависимость количества переданной информации от количества источников при переменном размере одного пакета

Таким образом, можно заметить, что количество переданной информации и количество переданных пакетов нелинейно зависят от размера одного пакета.

Логично, что чем больше размер одного пакета, тем меньше пакетов за 1 минуту передано. Чем больше размер одного пакета, тем большее количество информации можно успеть передать. Это связано с тем, что пакетов приходит меньше, следовательно, суммарный расход времени на обработку входящих пакетов меньше, чем в том случае, когда данные передаются небольшими

пакетами. Таким образом, пропускная способность возрастает, если передавать информацию большими пакетами.

На рисунках 9 и 10 представлено, как изменяется пропускная способность используемой системы межпрограммного взаимодействия.

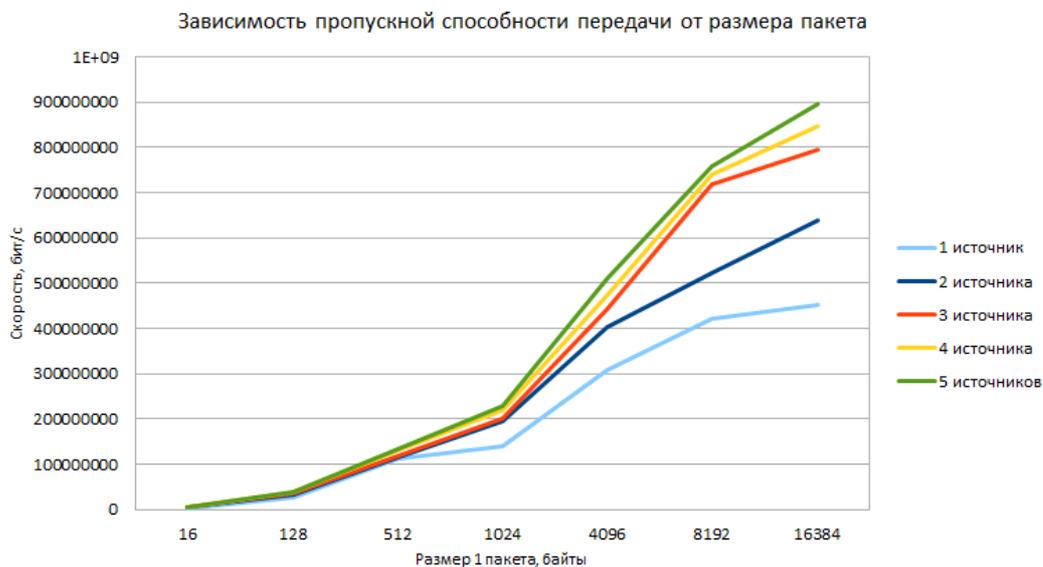


Рисунок 9 — Зависимость пропускной способности от размера одного пакета при постоянном размере пакета

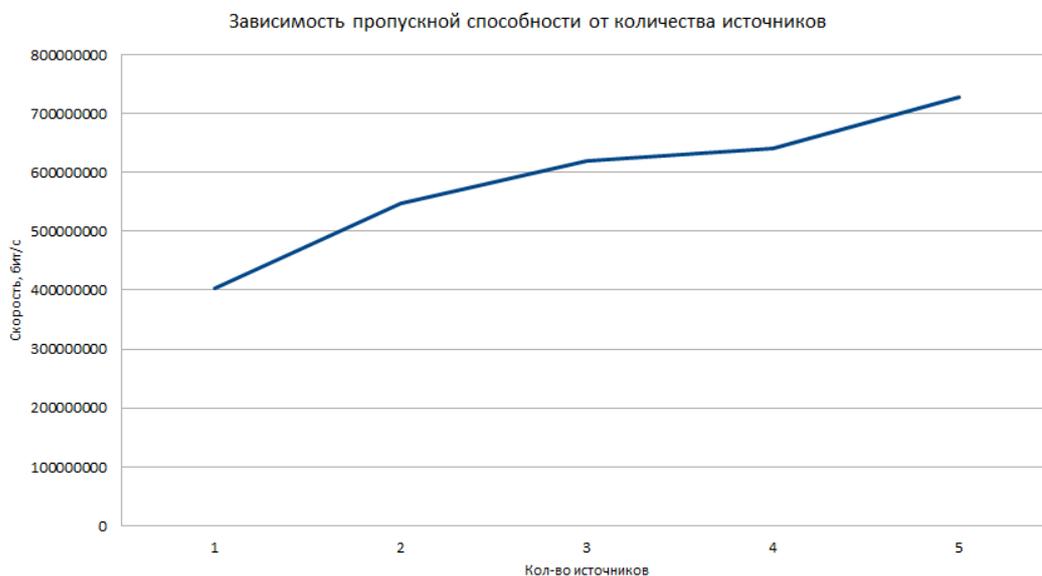


Рисунок 10 — Зависимость пропускной способности от количества источников при переменном размере пакета

При постоянном размере одного пакета зависимость пропускной способности от размера одного пакета близка к логарифмической. Если размер пакета переменный, то соответствующая зависимость ближе к линейной.

Пропускной способности, которую предоставляет рассмотренный модуль, достаточно для передачи аудиопотока. Например, если для передачи GSM-потока необходима скорость 270833 бит/с [14], исследуемый модуль удовлетворяет данному условию. Здесь учтено также, что для организации полноценной аудиосвязи необходимо наличие двух потоков (входящий и исходящий).

В рассматриваемой системе скорость передачи данных приблизительно равна 1-2 Кбайт/мин, то есть пропускной способности, которую предоставляет модуль ZmqIrc, достаточно для нормальной работы системы. Также опытным путем было установлено, что возможностей модуля достаточно, чтобы осуществлять работу с данными из базы данных.

3.3.2 Модуль интерфейса пользователя

Модуль интерфейса пользователя в большей степени состоит из меню и экранов ввода/вывода сообщений. Организация ввода данных осуществляется в соответствии с парадигмой событийно-ориентированного программирования [15].

LCD-дисплей, который является устройством вывода, имеет размер 2×40 символов, что несколько ограничивает возможности пользовательского интерфейса. Однако даже при таких исходных данных был разработан простой и достаточно удобный интерфейс. Схематичный вид главного меню представлен в таблице 1:

Таблица 1 — Внешний вид корневого меню пользовательского интерфейса

АПК МЕТЕО v.1.0.0	01.01.00 00:00:00	- Название ПО, версия ПО, дата, время
<u>1</u> 2 3 4 5 6	Данные формата ГАО	- Строка выбора режима

Меню имеет иерархическую структуру и схематично эта структура представлена на рисунках 11—16. На рисунке 11 представлено основное меню. На рисунках 12—16 показана структура подпунктов основного меню, а именно следующих подпунктов: данные формата ГАО, ГМС и ВМО, данные для сбора и АГМС.

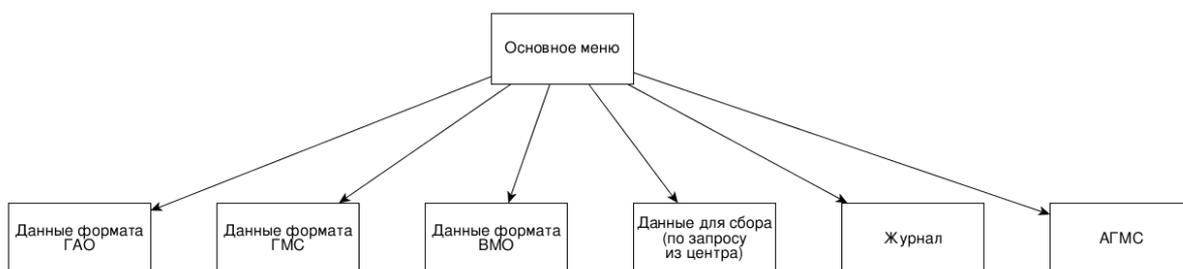


Рисунок 11 — Структура основного меню пользовательского интерфейса

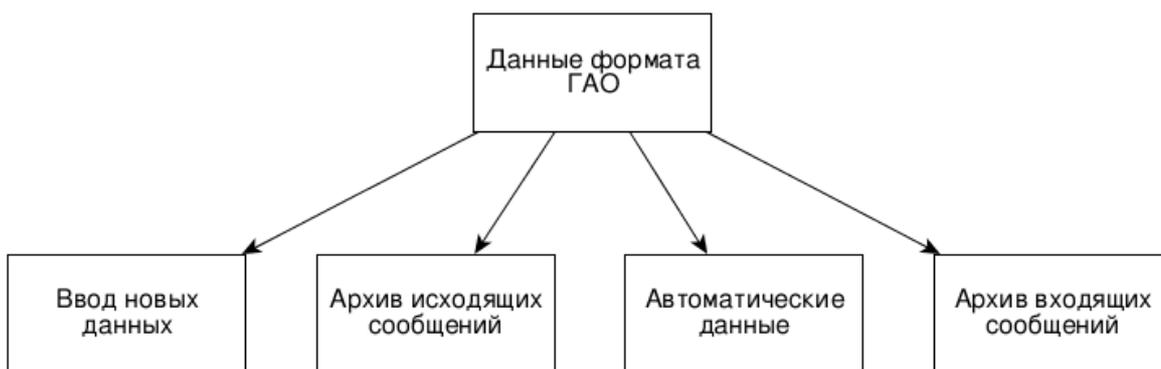


Рисунок 12 — Структура пункта основного меню «Данные формата ГАО»



Рисунок 13 — Структура пункта основного меню «Данные формата ГМС»

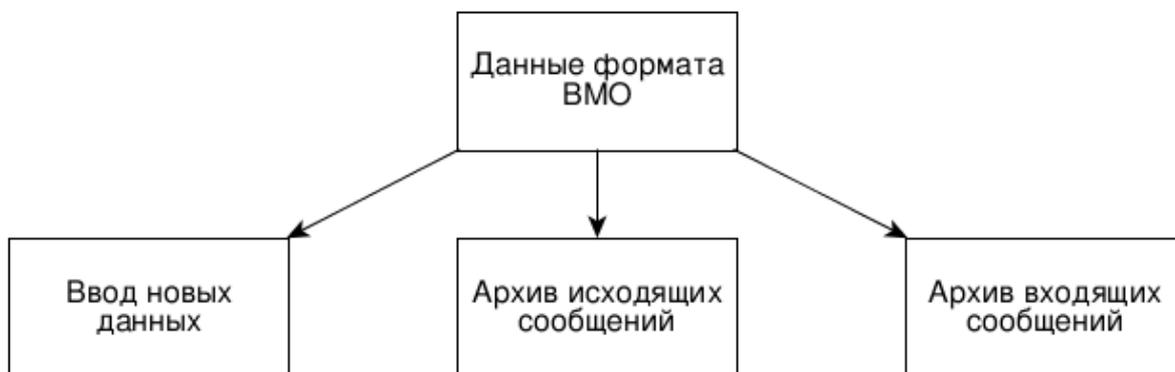


Рисунок 14 — Структура пункта основного меню «Данные формата ВМО»

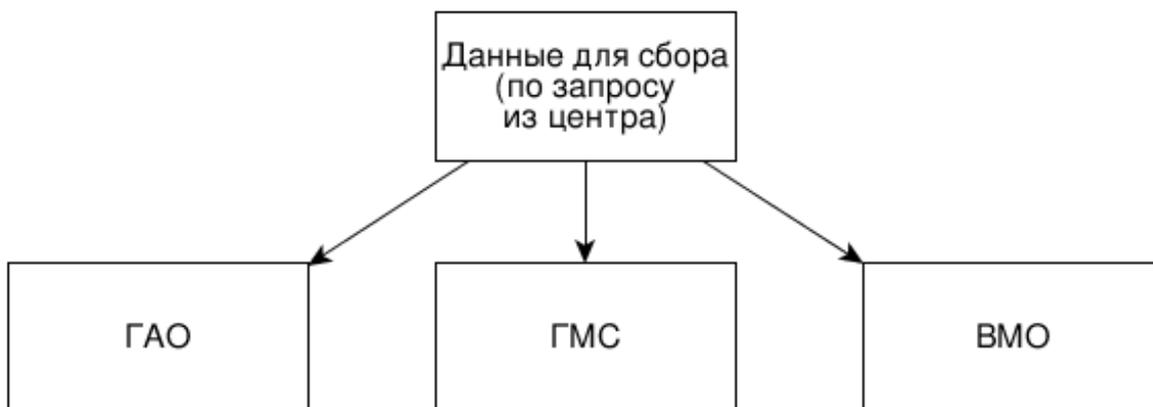


Рисунок 15 — Структура пункта основного меню «Данные для сбора»

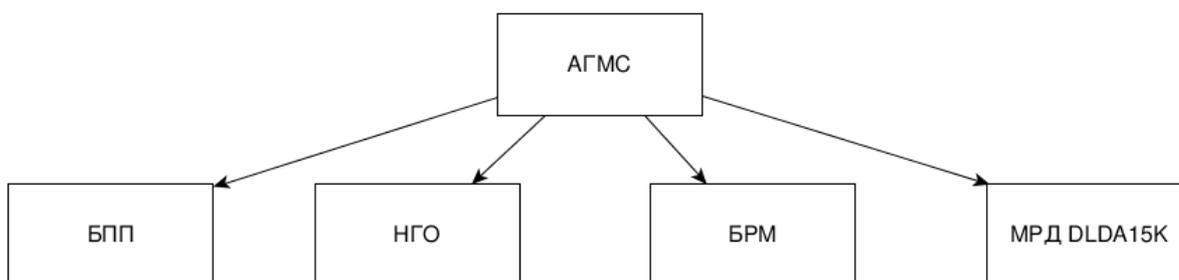


Рисунок 16 — Структура пункта основного меню «АГМС»

Для перемещения по меню и текстовым строкам используются клавиши «Вверх», «Вниз», «Вправо», «Влево». Для подтверждения выбора используется клавиша «Enter», для отмены или выхода — клавиша «Esc». Для перемещения между записями в системном журнале используются клавиши «Page Up» и «Page Down».

Работа с любым из трех возможных типов данных производится при помощи выбора соответствующего пункта меню. Вне зависимости от типа данных структура меню для работы с данными одинакова за исключением данных формата ГАО.

Для реализации ввода и вывода данных формата ГАО реализован интерфейс, внешний вид которого схематично представлен в таблице 2:

Таблица 2 — Внешний вид интерфейса ввода/вывода данных формата ГАО

ЩЭ_				- Строка ввода текста
Данные ГАО	2	01.01.00	00:00:00	- Название, кол-во введенных символов, время, дата

Раз в час формируются так называемые автоматические данные. Это телеграмма, сформированная автоматически и содержащая наиболее актуальные значения соответствующих метеорологических параметров. Автоматические данные выводятся на экран для ознакомления за 10 минут до момента отправки. Вывод автоматических данных представлен в таблице 3:

Таблица 3 — Вывод автоматических данных до срока отправки

ЩЭСМЮ 26101 01001 14/// ///// 1/// 2///	- Строка ввода текста
Данные ГАО (авт.) 48 01.01.00 00:50:00	- Название, кол-во введенных символов, время, дата

Автоматические данные можно редактировать. При этом, если было произведено редактирование, то режим изменится на «руч», как в таблице 4:

Таблица 4 — Вывод автоматических данных до срока отправки в режиме редактирования

ЩЭСМЮ 26101 01001 14/// ///// 1/// 2///	- Строка ввода текста
Данные ГАО (руч.) 48 01.01.00 00:50:00	- Название, кол-во введенных символов, время, дата

Также редактирование автоматических данных возможно в пункте меню «Автоматические данные» пункта основного меню «Данные формата ГАО».

Ввод данных формата ГМС и ВМО очень схож с точки зрения пользователя. Внешний вид окна ввода/вывода данных ГМС и ВМО представлен в таблицах 5 и 6 соответственно:

Таблица 5 — Внешний вид интерфейса ввода/вывода данных формата ГМС

ФСВ:121	- Строка ввода данных поля
Данные ГМС 3 26.07.16 10:30:03	- Название, кол-во введенных символов, время, дата

Таблица 6 — Внешний вид интерфейса ввода/вывода данных формата ВМО

nnn: _	- Строка ввода данных поля
Данные ВМО 0 26.07.16 10:57:02	- Название, кол-во введенных символов, время, дата

При вводе и выводе данных этих форматов в один момент времени на экран выводится только одно из полей сообщения, для перемещения между полями необходимо воспользоваться клавишами «Вверх» и «Вниз».

В меню работы со всеми типами данных присутствуют такие пункты как «Архив входящих сообщений» и «Архив исходящих сообщений». Как можно догадаться из названия, зайдя в данные пункты меню, можно осуществить просмотр отправленных и полученных сообщений. Все архивные сообщения могут быть вновь отредактированы и повторно отправлены по каналам связи. Внешний вид экрана просмотра архивных сообщений практически идентичен стандартному экрану ввода/вывода сообщений. Для примера в таблице 7 представлен внешний вид экрана вывода архивного сообщения формата ГАО:

Таблица 7 — Внешний вид интерфейса ввода/вывода архивных сообщений в формате ГАО

ЩЭТЕЛ проверка-	- Строка текста
Арх. исходящее ГАО 1->100 15 1/6	- Статус сообщения, от кого, кому, количество символов, текущее сообщение, всего сообщений

Пункт основного меню «Данные для сбора» содержит три подпункта, соответствующих трем типам сообщений. Как уже говорилось выше, любое сообщение можно сохранить со статусом «Данные для сбора». Эти сохраненные сообщения будут возможны для просмотра в пункте «Данные для сбора». Сообщения с таким статусом будут отправлены, если из ЦСД придет запрос на сбор данных. Пока сообщения не отправлены, они доступны для редактирования и удаления. Внешний вид экрана просмотра данных для сбора практически идентичен стандартному экрану ввода/вывода сообщений.

В заголовке меню «Данные для сбора» показано количество данных ГАО, ГМС и ВМО, находящихся в данный момент в очереди сбора данных центром (таблица 8):

Таблица 8 — Внешний вид интерфейса ввода/вывода сообщений для сбора по запросу

Данные для сбора по запросу из центра	- Заголовок меню
<u>1</u> 2 3 ГАО ГАО:1 ГМС:2 ВМО:5	- Строка выбора, количество сообщений каждого типа

Все сведения о принятых и переданных по каналам связи сообщениях заносятся в системный журнал. Кроме этого в системный журнал заносятся

сведения о приеме запросов ЦСД, ошибках передачи и другая системная информация. Пример записи в журнале представлен в таблице 9:

Таблица 9 — Внешний вид интерфейса ввода/вывода записей в системном журнале

14:52:40 Данные АГМС. Сформированы.	- Время, описание операции
Журнал: 01.01.00 00:00:00 100->1 1/10	- Дополнительная информация

Пункт основного меню «АГМС» позволяет просмотреть данные, получаемые с АГМС. АГМС можно отключить, тогда при выборе данного пункта меню экран будет выглядеть, как в таблице 10:

Таблица 10 — Внешний вид интерфейса для просмотра данных с АГМС при отключенных АГМС

Все АГМС отключены	01.01.00 00:00:00	- Информация, дата, время
Для выхода нажмите ESC		- Статус данных датчиков

Если АГМС включены, то при входе в меню будет отображен список подключенных устройств. В нашем случае возможно наличие следующих устройств:

- МРД DA15K;
- датчик нижней границы облаков;
- блок передачи параметров;
- барометр.

Для каждого измеренного датчика в меню отображаются:

- имя датчика;
- значение параметра;
- единица измерения;
- устройство - источник данных;
- статус канала измерения;
- порядковый номер датчика из общего количества для данного типа измерительного прибора.

Для того, чтобы просмотреть список параметров, измеряемых каким-либо устройством, необходимо выбрать данное устройство в меню. Например, при выборе МРД DA15K внешний вид экрана будет следующим (таблица 11):

Таблица 11 — Внешний вид интерфейса для просмотра данных с МРД DA15K

Температура Воздуха: +3 оС	- Название, значение, ед. изм.
МРД DA15K Данные достоверны 4/26	- Устройство, статус, номер параметра/всего параметров

Помимо основного меню предусмотрено меню настроек. Меню настроек отображается при нажатии сочетания клавиш «Ctrl» и «F12». Структура меню настроек представлена на рисунке 17:



Рисунок 17 — Структура меню «Настройки»

В пункте «Каналы связи» производится настройка конфигурации каналов связи, их включение и отключение, а также настройка каждого из каналов связи.

В пункте «Общие настройки» осуществляется настройка адреса ВИП-МК в системе, адреса ЦСД, включение/выключение АГМС, максимальное количество сообщений в архивах, максимальное количество неотправленных сообщений в БД.

В пункте «Интерфейс Ethernet» производится настройка параметров интерфейса Ethernet, таких как IP-адрес, маска сети, шлюз, MAC-адрес.

Пункт «Дата, время» позволяет устанавливать дату и время на терминале ВИП-МК.

С помощью пункта «Очистка памяти» можно произвести очистку памяти данного терминала, при этом все сообщения (из очередей, архивов и т.п.), а также журнала удаляются.

Переключение в режим ЦБС осуществляется в пункте «Переключение в режим ЦБС». В данном режиме терминал работает под управлением внешнего персонального компьютера и обеспечивает в этом случае только связь по радиоканалу. Данный режим применяется:

- в случае необходимости использования персонального компьютера в качестве ведущего (центрального) абонента в системе связи по радиоканалу;
- в случае необходимости использования абонентского терминала на базе персонального компьютера.

В режиме «ЦБС» все функциональные возможности, кроме обеспечения связи по радиоканалу, не поддерживаются.

Пункт «Сохранение/восстановление конфигурации» позволяет сохранять резервную копию настроек ВИП-МК или восстановить конфигурацию. Источником восстановления и сохранения конфигурации может быть как память ВИП-МК, так и USB-накопитель.

В пункте «АГМС» можно производить общие настройки (индекс станции, заголовки сроков, включение/выключение отправки измерений, максимальное количество неотправленных сообщений с измерениями в БД), настройки ВУ (БПП, НГО, БРМ, МРД DA15K), настройки сроков передачи групп (для автоматически формируемых сообщений формата ГАО).

Модуль интерфейса пользователя должен быть максимально прост и понятен для пользователя. Учитывая модульный подход к разработке архитектуры и общность решаемых задач, интерфейс также должен иметь общую структуру, что прослеживается в способе организации меню, практически одинаковом для всех трех поддерживаемых форматов. При разработке интерфейса получилось достичь основной цели: разработать

интерфейс с простой единой структурой для работы с различными типами данных.

3.3.3 Модуль управления базой данных

Среди данных, с которыми необходимо работать в системе, можно выделить следующие категории:

- сообщения;
- записи в системном журнале;
- метеорологические данные.

В соответствии с этими категориями информации логично вести работу с тремя соответствующими таблицами.

Если рассматривать данный модуль с точки зрения обмена сообщениями, модуль управления БД является связующим звеном между пользовательским интерфейсом и модулями, отвечающими за передачу сообщений. Все сообщения сохраняются в БД, а статус сообщения является одним из главных параметров, который помогает узнать основную информацию о сообщении не только пользователю, но и самой системе, что необходимо для нормальной работы с данными.

В таблице «Messages» хранятся все входящие и исходящие сообщения и информация о них. Описание полей таблицы представлено в таблице 12:

Таблица 12 — Описание полей таблицы «Messages»

№	Имя поля	Формат данных	Примечание
1	mid	INT32	ID в базе (не фиксируется при записи, возвращается из БД)
2	source	Строка	Тип источника сообщения
3	sa	INT64	Номер источника в системе
4	da	INT64	Номер приемника в системе
5	type	INT32	Тип данных сообщения
6	create_time	INT64	Время создания сообщения
7	io_time	INT64	Время приема/отправки

Продолжение таблицы 12

8	exec_status	BOOL	Признак обработки
9	status	INT32	Тип сообщения
10	channel	Строка	Имя канала связи
11	data	BLOB	Данные

Опишем подробнее некоторые поля:

- **source** — тип источника сообщения. В поле хранится информация о том, из какого источника было получено сообщение. Типом источника может быть, например, канал связи или другое устройство. В данной системе в качестве типа источника сообщения выступает только канал (source = «channel»).
- **type** — тип данных сообщения. Сообщения могут быть трех типов: ГАО, ГМС, ВМО. Каждому типу соответствует свое число. В десятичной системе соответствие будет следующее:
 - ГАО: 49;
 - ГМС: 50;
 - ВМО: 51.
- **exec_status** — признак обработки. Данное поле содержит информацию о том, было ли обработано сообщение.
- **status** — тип (статус) сообщения. Каждому статусу соответствует определенное число. В системе предусмотрены следующие статусы сообщений:
 - любое сообщение: -1;
 - сообщение, принятое по каналу связи: 0;
 - сообщение для отправки по одному каналу связи: 1;
 - сообщение для отправки по одному каналу связи, начиная с того, что задан в поле «channel»: 2;
 - сообщение для сбора по запросу из центра: 3;
 - сообщение для отправки по одному каналу связи, но при ошибке - сообщение помещается в очередь для сбора по запросу из Центра: 4;

- сообщение для отправки по одному каналу связи, начиная с того, что задан в поле «channel», но при ошибке - сообщение помещается в очередь для сбора по запросу из Центра: 5;
- сообщение не удалось передать по каналу связи: 6;
- сообщение не удалось передать по очереди каналов: 7;
- сообщение отправлено по каналу связи: 8;
- сообщение отправлено по очереди каналов связи: 9;
- переданное сообщение (архивное): 10;
- принятое сообщение (архивное): 11.

- **data** — данные, переданные в сообщении.

Данные системного журнала хранятся в таблице «Journal». В таблице содержится информация об операциях отправки/получения сообщений. Описание полей таблицы представлено в таблице 13:

Таблица 13 — Описание полей таблицы «Journal»

№	Имя поля	Формат данных	Примечание
1	mid	INT32	ID в базе (не фиксируется при записи, возвращается из БД)
2	sa	INT64	Номер источника в системе
3	da	INT64	Номер приемника в системе
4	tooper	INT32	Время совершения операции
5	oper	Строка	Описание операции

Поле **oper** содержит описание операции, которое будет выводиться при просмотре соответствующей записи в журнале, например: «Данные АГМС. Автоматическая отправка.».

В таблице «Sensors» содержится информация о данных, полученных с подключенных внешних устройств. Описание полей таблицы представлено в таблице 14:

Таблица 14 — Описание полей таблицы «Sensors»

№	Имя поля	Формат данных	Примечание
1	mid	INT32	ID в базе (не фиксируется при записи, возвращается из БД)
2	value	FLOAT	Значение измеренного параметра
3	toPer	INT32	Время совершения операции
4	name	Строка	Имя измеренного параметра

Таким образом, все данные, которые поступают в систему из центра или с датчиков, записываются в соответствующие таблицы, а также повторно фиксируется соответствующая информация в таблице журнала. Также все исходящие телеграммы сохраняются в таблице сообщений и производится соответствующая запись в журнале. При этом если сообщение по какой-либо причине передать невозможно, то оно записывается со статусом ошибки и может быть передано позже. При передаче сообщения, если в БД есть непереданные сообщения, то будет предпринята попытка также и их отправки. Существует также возможность присвоения сообщению статуса «Для сбора по запросу из центра», это значит, что сообщение будет передано только тогда, когда из центра будет получен соответствующий запрос.

3.3.4 Модуль обработки данных

АГМС предназначены для сбора метеорологических данных с последующей возможностью автоматической отправки сообщений с измеренными данными, а также с возможностью автоматического или автоматизированного составления метеорологических телеграмм. Под автоматическим составлением понимается формирование телеграммы и отправка ее в ЦСД без изменений, т.е. осуществляется работа в автоматическом режиме без оператора. В случае автоматизированного составления телеграмм телеграмма формируется автоматически, но может быть отредактирована оператором и только после этого отправлена в ЦСД. В таком случае осуществляется работа в автоматизированном режиме.

Помимо метеорологических телеграмм, формируемых к заданному сроку и кодируемых в соответствии с форматом ГАО, возможно также формирование сообщений из данных, которые не закодированы ни в одном из трех метеорологических форматов. Сообщения с такими данными формируются только в автоматическом режиме и не подлежат редактированию. По данным, передаваемым таким способом, в ЦСД можно собирать статистику изменения метеорологических параметров, строить графики и т.п.

С заданной периодичностью (которая зависит от датчика) собранная информация заносится модулям управления ВУ в таблицу «Sensors» БД. Раз в определенный промежуток времени (этот временной период считывается из конфигурационного файла или задается командой из ЦСД) из БД считываются измеренные параметры и из значений этих параметров по определенному протоколу формируется пакет, который отправляется в центр. Содержимое пакета представлено в таблице 15:

Таблица 15 — Структура протокола передачи измерений с АГМС

№	Поле	Значение
1	Служебная часть	2 байта – резерв; 1 байт – код системы; 1 байт – тип сообщения.
2	Служебные данные	1 байт – длина служебных данных. Далее следует последовательность параметров в виде: 1 байт – код параметра (идентификатор); 1 байт – размер данных параметра; N байт – значение параметра.
3	Измеренные данные	4 байта – дата измерения в формате Unix. 2 байта – длина данных. Последовательность групп данных в виде: 1 байт – код параметра (идентификатор); 1 байт – размер данных параметра; N байт – значение параметра.

Схема формирования и отправки сообщения, содержащего необработанные данные, представлена на рисунке 18:

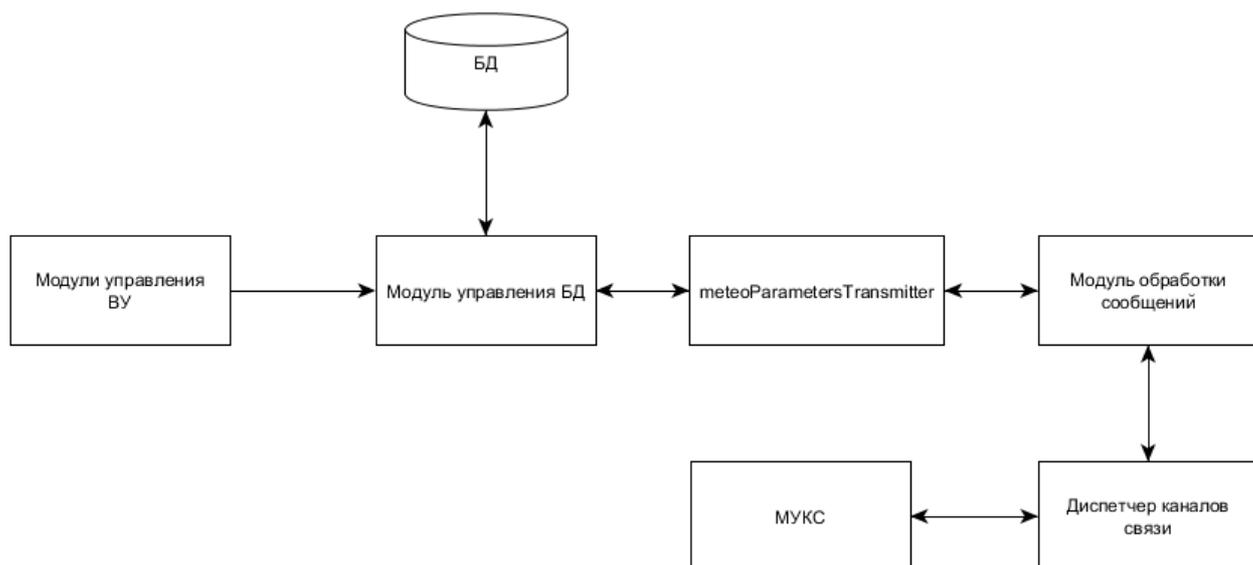


Рисунок 18 — Формирование и отправка сообщения с необработанными данными

Периодичность отправки таких сообщений задается в специальном конфигурационном файле, однако есть возможность удаленной настройки периода отправки. Для этого достаточно из ЦСД отправить телеграмму со следующим содержанием:

tsunord <Index> **J** <Date> <Time> <P>, где

- **tsunord** – буквенный указатель команды;
- **Index** – индекс метеостанции;
- **J** – тип метеостанции (в данном случае «0» — автоматизированная метеостанция);
- **Date** – дата в виде ГГММДД;
- **Time** – время в виде ЧЧММ
- **P** – период передачи измерений в минутах.

Если данное сообщение приходит на пост наблюдений (метеостанцию), то оно не заносится в БД и не выводится на экран для демонстрации пользователю, но период отправки меняется на **P**, также меняется период в конфигурационном файле, а в журнале появляется запись следующего содержания:

«Команда из Центра. Изменен период отправки данных: **P** мин.»

Если $P = 0$, то отправка данных прекращается, а в журнале появляется запись:

«Команда из Центра. Отменена отправка данных.»

При получении сообщения из ЦСД проверяется, содержит ли оно буквенный указатель команды, а именно `tsunord`. Если такое слово в сообщении есть, следовательно, это сообщение необходимо обрабатывать как служебное, предназначенное для изменения периода отправки необработанных данных. В противном случае данное сообщение обрабатывается так же, как и обычная телеграмма.

Особенности обработки сообщения с указателем `tsunord` состоят в том, что, во-первых, из него извлекаются все данные, которые должны быть переданы по вышеописанному протоколу, а именно индекс и тип метеостанции, дата и время, период передачи измерений. Во-вторых, такие сообщения сразу удаляются, т.к. нет необходимости хранить их в БД или выводить пользователю на экран. Также запись, заносимая в журнал, при получении такого сообщения отличается от записи в журнале, которая производится при получении обычной телеграммы.

В виде блок-схемы обработка сообщения для изменения периода отправки данных представлена на рисунке 19:

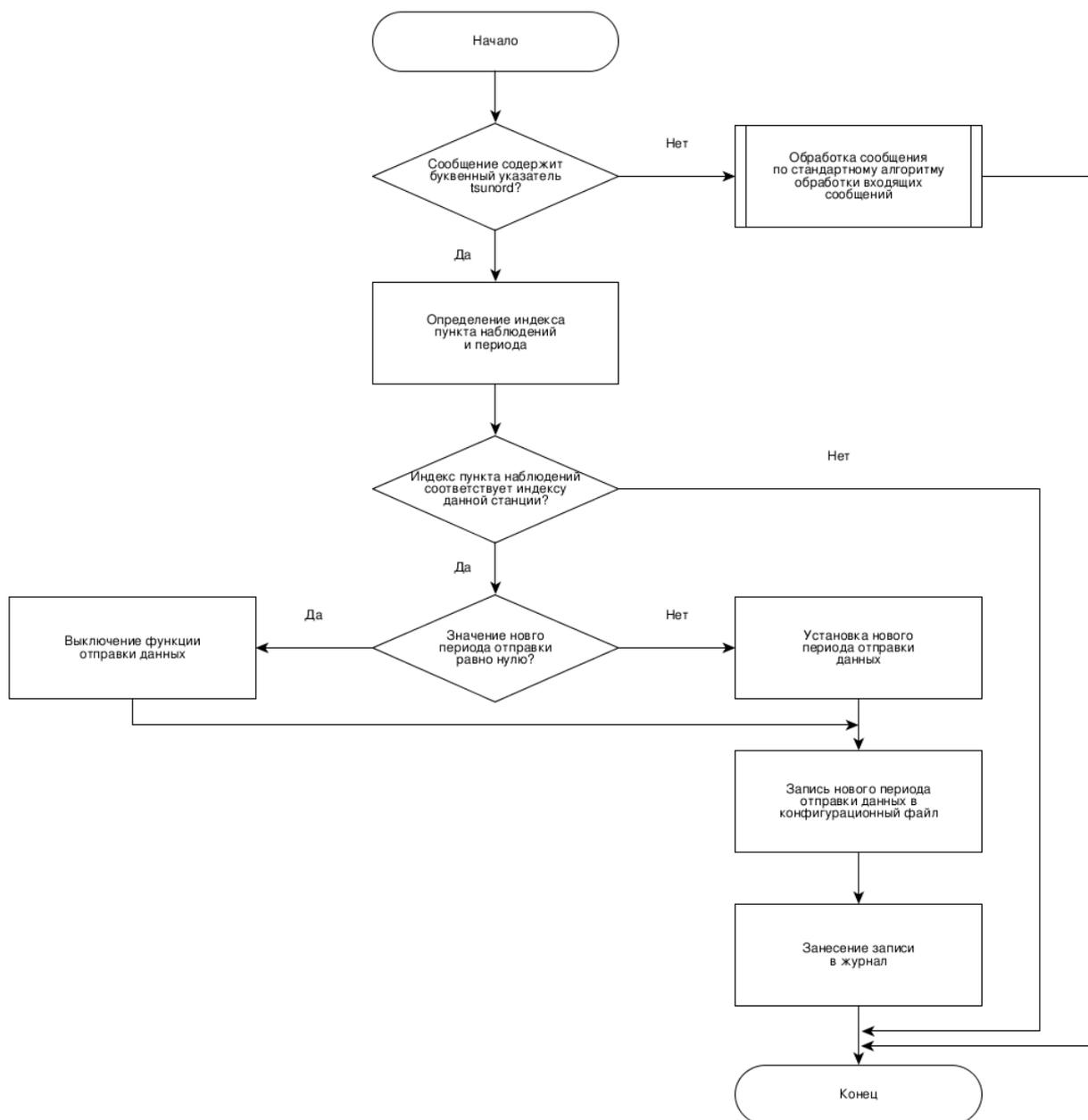


Рисунок 19 — Алгоритм изменения периода отправки данных с АГМС

3.4 Примеры межмодульного взаимодействия

Рассмотрим процесс межмодульного взаимодействия на примере передачи сообщения, введенного пользователем (рисунок 20):



Рисунок 20 — Схема процесса обработки сообщения, введенного пользователем для передачи по каналам связи

Рассмотрим процесс передачи сообщения в центр.

Ввод и вывод сообщений осуществляется при помощи модуля интерфейса пользователя. На экране отображается текст сообщения, его тип (ГАО, ГМС или ВМО), статус, дата и время его отправки, получения или ввода.

После ввода пользователем текста сообщения, необходимо нажать одну из функциональных клавиш на клавиатуре для выбора типа отправки. Клавиши и их назначения описаны ниже:

- F2 — сохранить для сбора по запросу;
- F3 — передать по выбранному каналу связи;
- F4 — передать по очереди каналов;
- F5 — передать по выбранному каналу связи, при ошибке передачи поместить в очередь для сбора по запросу из Центра;

- F6 — передать по очереди каналов, при ошибке передачи поместить в очередь для сбора по запросу из Центра.

Необходимо подтвердить свой выбор в появившемся диалоговом окне.

Из сообщения, введенного пользователем, формируется телеграмма. Для этого к сообщению добавляется заголовок, который, в частности, содержит тип сообщения. В соответствии с правилами формирования телеграммы того или иного типа в конце сообщения добавляется специальный символ: для ГАО — это «-» (минус), для ГМС и ВМО — это «#» (решетка). В конец сообщения добавляется текущая дата и время. Сообщение передается модулю обработки данных. В данном модуле происходит приведение сообщения к тому виду, в котором оно будет храниться в БД, т.е. формируется пакет, содержащий данные сообщения, время отправки, адреса отправителей и получателей и т.п. Сформированный пакет отправляется модулю управления БД.

Модуль управления БД извлекает данные из полученного пакета и заносит их в соответствующую таблицу БД. В системе постоянно происходит проверка на предмет обновления БД. Если в БД появились сообщения со статусом «на отправку», то это является сигналом, что данное сообщение необходимо отправить диспетчеру каналов связи для дальнейшей обработки и отправки.

Модуль диспетчера каналов связи определяет, по какому каналу связи необходимо отправить сообщение (в соответствии с указанным для этого сообщения каналом в БД), какой текущий статус ему присвоить и какой статус будет присвоен сообщению после получения уведомления о его отправке по каналу связи или уведомления об ошибке. Если сообщений несколько, то также устанавливается очередность их отправки. После того, как произведены все необходимые действия, диспетчер каналов связи передает управление МУКС.

МУКС осуществляет непосредственно процесс передачи сообщения по каналу связи (в данном случае в ЦСД). Результатом отправки сообщения является получение уведомления об ошибке или удачной отправке. Данное уведомление отправляется диспетчеру каналов связи. Текущее сообщение

получает соответствующий статус, формируется запрос для БД об изменении статуса данного сообщения.

Модуль управления БД вносит необходимые изменения, полученные от диспетчера каналов связи. При проверке БД на предмет изменений выявляется, что статус данного сообщения был обновлен, что является сигналом для системы на формирование соответствующего уведомления пользователю.

Пакет, сформированный модулем управления БД, передается модулю обработки данных. В данном модуле полученный пакет разбирается и необходимые данные передаются модулю интерфейса пользователя.

Модуль интерфейса пользователя формирует соответствующее уведомление, которое будет выведено на экран в форме этого же сообщения, но уже с другим статусом. После прочтения уведомления сообщение отправляется в соответствующий архив (архив отправленных или архив полученных) и в журнал заносится запись о совершенном действии (получение или отправка и результат).

Модуль ZmqIrc отвечает за реализацию межмодульного взаимодействия. Передача управления от одного модуля другому осуществляется посредством именно ZmqIrc.

Процесс получения сообщения и его обработки аналогичен вышеописанному процессу отправки сообщения.

В виде блок-схемы процесс отправки сообщения представлен на рисунке 21:

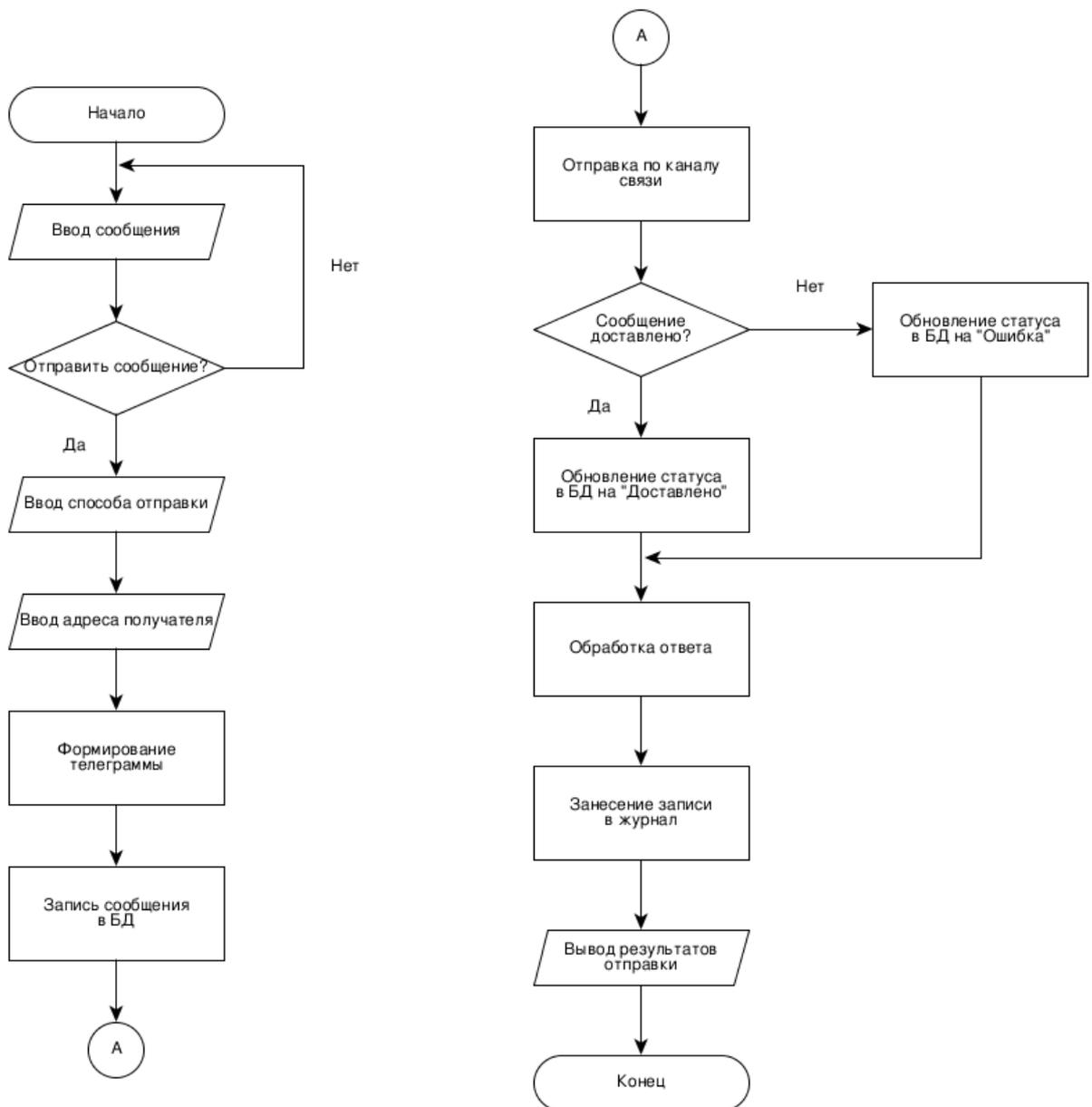


Рисунок 21 — Алгоритм отправки сообщения, введенного вручную

Как можно заметить, отправка сообщения (как и получение) подразделяется на две основных стадии: первая стадия – процесс формирования сообщения и непосредственно отправки, вторая стадия – процесс формирования уведомления и его вывод пользователю. Причем обе стадии очень похожи, и если рассматривать их на уровне взаимодействия программных модулей, то практически идентичны лишь с различием в порядке передачи управления модулям. На рисунке 20 процесс отправки сообщения осуществляется сверху вниз, а получения — снизу вверх. Направленность этих процессов практически

единственное главное их различие. Схожесть данных процессов заключается в общих алгоритмах, что значительно упрощает реализацию и отладку.

Процесс передачи метеорологической телеграммы в автоматизированном или автоматическом режимах схож с вышеописанным процессом передачи сообщения, введенного пользователем, но все же имеются некоторые отличия. Данный процесс представлен на рисунке 22:

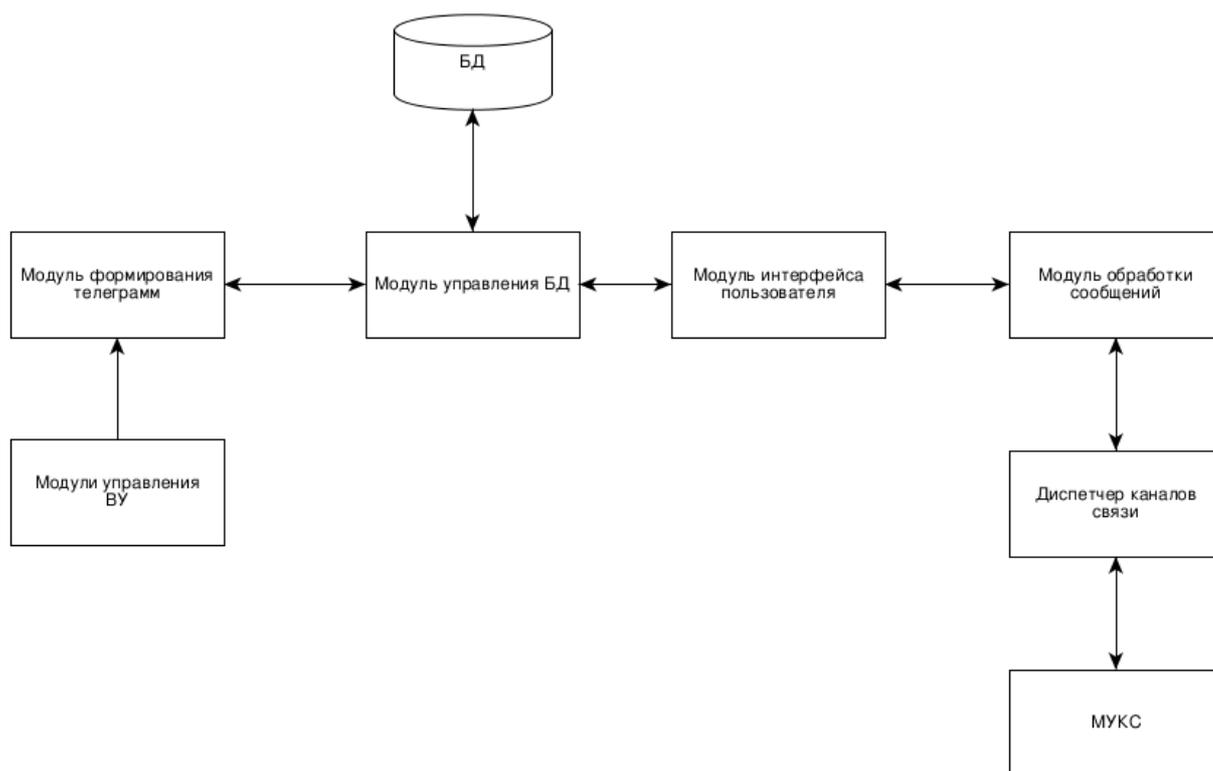


Рисунок 22 — Схема формирования и отправки метеорологической телеграммы в автоматическом или автоматизированном режиме

На рисунке 22 представлен процесс формирования и отправки телеграммы, сформированной к сроку в формате ГАО. Данные для такой телеграммы снимаются с внешних устройств, преобразуются модулями управления ВУ и АГМС, модуль формирования телеграмм осуществляет составление телеграммы и отправляет результат в модуль управления БД в таблицу «Messages». В БД данная телеграмма хранится с соответствующим статусом. За 10 минут до срока при помощи модуля интерфейса пользователя телеграмма выводится на экран для редактирования. Если телеграмма была отредактирована, то ее новый вариант сохраняется в БД. Когда наступает срок

передачи, то телеграмма обрабатывается соответствующим модулем и при помощи диспетчера каналов связи отправляется в ЦСД по соответствующему каналу, процесс отправки осуществляется МУКС.

Процесс получения подтверждения не отличается от аналогичного вышеописанного процесса в случае ручного формирования сообщения.

Как можно заметить, процесс отправки телеграммы, сформированной автоматически, почти не отличается от процесса отправки телеграммы, созданной вручную. Единственное отличие заключается только в том, что в данном случае телеграмма формируется к определенному сроку автоматически на основе имеющихся в БД значений метеорологических параметров.

Результаты проведенного исследования

В результате проведенного исследования была разработана архитектура ПО, позволяющего осуществлять передачу и обработку гидрометеорологических данных с помощью микропроцессорного терминала ВИП-МК. Данное ПО имеет модульную структуру.

В ходе работы над ПО были разработаны алгоритмы, по которым осуществляется обработка и передача данных. Обработка в данном случае заключается в составлении специальных метеорологических телеграмм, закодированных по одному из метеорологических стандартов, из множества измеренных метеорологических данных.

На основании разработанных архитектуры и алгоритмов было реализовано ПО, выполняющее заданные функции.

Были разработаны следующие программные модули:

- модуль интерфейса пользователя;
- модуль управления базой данных;
- модуль обработки данных.

Реализация программных модулей была проведена в соответствии с заданными требованиями.

Также был проведен анализ пропускной способности модуля межпроцессного взаимодействия.

Разработанное ПО позволяет принимать и передавать сообщения в форматах ГАО, ГМС и ВМО. Пользовательский интерфейс максимально прост и понятен, позволяет осуществлять работу со всеми тремя форматами сообщений и производить необходимые настройки системы. В данном ПО предусмотрена работа с сообщениями в одном из трех режимов: ручном (ручной ввод оператором), автоматизированном (автоматическое формирование телеграмм с возможностью редактирования) и автоматическом (автоматическое формирование телеграмм без возможности редактирования).

Данное ПО позволяет осуществлять работу с ВУ, причем в зависимости от настроек данные устройства могут быть включены или отключены.

Модуль управления БД позволяет осуществлять работу с архивными и неотправленными сообщениями, а также с сообщениями для сбора по запросу из ЦСД. Помимо этого в БД хранятся значения измерений, полученных с ВУ, а также журнальные записи.

Модуль обработки данных позволяют осуществлять формирование метеорологических телеграмм, а также сообщений, содержащих измерения, полученные с датчиков. В качестве внешних устройств, которые позволяют измерять гидрометеорологические параметры, выступают устройства-датчики БПП, БРМ, НГО и МРД DA15К.

Таким образом, в результате данного исследования была спроектирована модульная архитектура системы и разработаны программные модули, позволяющие осуществлять основные функции ПО для сбора и обработки гидрометеорологических данных. При проектировании и реализации ПО были учтены особенности микропроцессорного терминала ВИП-МК, а именно: ограниченная вычислительная мощность и малые ресурсы ОЗУ, а также особенности средств ввода и вывода.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ5Б	Пономаревой Анне Владимировне

Институт	Кибернетики	Кафедра	Информационных систем и технологий
Уровень образования	Магистрант	Направление/специальность	09.04.01

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>На основании информации, представленной в научных статьях и публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах, определить методику расчета экономической эффективности.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Оценка ресурсной, социальной эффективности НИ и потенциальных рисков.</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>График проведения НТИ</i>
2. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ5Б	Пономарева Анна Владимировна		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

4.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составлен полный перечень проводимых работ, определены их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные сведены в таблицу, приведенную ниже.

Таблица 16 — Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР, И	НР – 80% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 50% И – 70%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 20% И – 100%

Продолжение таблицы 16

Изучение аппаратного обеспечения	И	И – 100%
Планирование архитектуры ПО	НР, И	НР – 20% И – 100%
Разработка ПО	И	И – 100%
Тестирование и отладка ПО	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых

количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется следующая формула:

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

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 16 работ требуются специалисты:

- инженер;
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, (3)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 53$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 13$).

$$T_K = \frac{365}{365 - 53 - 13}.$$

В таблице 17 приведено определение продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (1). Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_D = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_D$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_K . Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{КД}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – таблица 18.

Таблица 17 — Организация и планирование работ

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	1	4	2,2	2,38	0,79	2,86	0,95
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	7	14	9,8	3,53	11,76	4,25	14,17
Разработка календарного плана	НР, И	1	4	2,2	1,32	2,11	1,59	2,54
Обсуждение литературы	НР, И	2	5	3,2	1,15	3,84	1,39	4,63
Изучение аппаратного обеспечения	НР, И	5	7	5,8	–	6,96	–	8,39
Планирование архитектуры ПО	НР, И	18	28	22	7,92	26,4	9,54	31,81
Разработка ПО	НР, И	30	45	36	–	43,2	–	52,06
Тестирование и отладка ПО	И	14	18	15,6	–	18,72	–	22,56
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	5	7	5,8	–	6,96	–	4,05
Подведение итогов	И	2	4	2,8	2,18	3,36	2,63	8,39
Итого:				105,4	18,48	124,1	22,26	149,55

Таблица 18 — Линейный график работ

Этап	Н	И	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
1	2,86	0,95	■															
2	4,25	14,17	■	■	■													
3	1,59	2,54			■													
4	1,39	4,63			■													
5	–	8,39				■												
6	9,54	31,81				■	■	■	■	■								
7	–	52,06							■	■	■	■	■	■				
8	–	22,56											■	■	■	■		
9	–	4,05															■	
10	2,63	8,39															■	■

НР – ■; И – ■

4.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (*i*-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{общ}$ – общая трудоемкость проекта;
- $TP_i (TP_k)$ – трудоемкость *i*-го (*k*-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_iH – накопленная трудоемкость *i*-го этапа проекта по его завершении;
- $TP_{ij} (TP_{kj})$ – трудоемкость работ, выполняемых *j*-м участником на *i*-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя.

Степень готовности определяется формулой (5):

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}. \quad (5)$$

Применительно к таблице 5.2 величины $TP_{ij} (TP_{kj})$ находятся в столбцах 6 ($j = 1$) и 7 ($j = 2$). $TP_{общ}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Расчет $TP_i(\%)$ и $CG_i(\%)$ на основе этих данных содержится в таблице 19:

Таблица 19 — Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	$TP_i, \%$	$CG_i, \%$
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2,22	2,22
Подбор и изучение материалов по тематике	10,72	12,94
Разработка календарного плана	2,41	15,35
Обсуждение литературы	3,5	18,85
Изучение аппаратного обеспечения	4,88	23,73
Планирование архитектуры ПО	24,07	47,8
Разработка ПО	30,3	78,1
Тестирование и отладка ПО	13,13	91,23

Продолжение таблицы 19

Оформление расчетно-пояснительной записки	4,88	96,11
Подведение итогов	3,89	100

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от

поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5÷20 %. Расчет затрат представлен в таблице 20:

Таблица 20 — Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	350	1 уп.	350
Итого:			350

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 350 * 1,05 = 367,5$ руб.

4.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-м}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-м}} = \frac{МО}{24,92}, \quad (6)$$

учитывающей, что в году 299 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,92 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 21. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 17. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к

соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_u = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$.

Таблица 21 — Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	26300	1055,38	22	1,699	39 447,99
И	15000	601,93	150	1,699	153 401,86
Итого:					192 849,85

4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зн.} \cdot 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{соц.} = 192\ 849,85 \cdot 0,3 = 57\ 854,96$ руб.

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об.} \cdot t_{об.} \cdot Ц_{э}, \quad (7)$$

где $P_{об.}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об.}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{э} = 5,782$ руб./квт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 17 для инженера ($T_{рд}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об.} = T_{рд} \cdot K_t, \quad (8)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном} \cdot K_C, \quad (9)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 22:

Таблица 22 — Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	992,8·0,9=893,52	0,3	1548,65
Терминал ВИП-МК	992,8·0,8=794,24	0,01	45,92
Лазерный принтер	2	0,1	1,16
Итого:			1595,73

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула 10:

$$C_{ам} = \frac{H_A \cdot Ц_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d}, \quad (10)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования (40%);

$Ц_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР (50000 руб.).

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (2392 часа).

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта (1689,76 часа);

n – число задействованных однотипных единиц оборудования (1 ед.).

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

$$C_{AM} = 0,4 \cdot 50000 \cdot 1689,76 / 2392 = 14128,43 \text{ руб.}$$

4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

$$C_{nr} = 0.$$

4.2.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{mat} + C_{зн} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам} + C_{нт}) \cdot 0,1$$
$$C_{проч.} = (367,5 + 192\,849,85 + 57\,854,96 + 1595,73 + 14\,128,43) \cdot 0,1 = 26679,65 \text{ руб.}$$

4.2.8 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка программных средств микропроцессорных терминалов, предназначенных для работы в составе систем сбора и обработки гидрометеорологической информации»:

Таблица 23 — Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	C_{mat}	367,5
Основная заработная плата	$C_{зн}$	192 849,85

Продолжение таблицы 23

Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	57 854,96
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1595,73
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	14 128,43
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	0
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	26 679,65
Итого:		293 476,12

4.2.9 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Прибыль можно принять в размере 5÷20% от полной себестоимости проекта. В данном случае она составляет 20% от расходов на разработку проекта, т.е. 58 695,22 руб.

4.2.10 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В данном случае это:

$$(293\,476,12 + 58\,695,22) \cdot 0,18 = 352\,171,34 \cdot 0,18 = 63\,390,84 \text{ руб.}$$

4.2.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в данном случае:

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 293\,476,12 + 58\,695,22 + 63\,390,84 = 415\,562,18 \text{ руб.}$$

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

Разработанное ПО автоматизирует процесс сбора и обработки гидрометеорологических данных. Это позволяет снизить количество операций, выполняемых вручную, что, в свою очередь, может снизить затраты на оплату труда. Данная разработка позволит сократить потребность в персонале

приблизительно на 10-15%. Здесь проявляется внутрикорпоративный экономический эффект.

Данное ПО позволяет улучшать качество прогнозов. Это выражается в повышении точности прогнозирования. Гидрометеорологические прогнозы оказывают влияние на многие сферы жизни: сельское хозяйство, авиаперелеты и т. д. Оценить экономический эффект количественно в данном случае довольно сложно, потому что он зависит от конкретного региона, в котором будет использоваться представленная разработка, а также от отраслевой принадлежности предприятия. Результаты работы оказывают косвенное влияние на экономическую составляющую той или иной отрасли. Такая оценка находится за рамками данного исследования.

4.3.1 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{HTY} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (11)$$

где I_{HTY} – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 24 — Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Ri
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	00,4
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	00,1
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	00,5

Таблица 25 — Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n_1	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 26 — Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – n_2	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 27 — Возможность реализации результатов по времени

Время реализации – n_3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов R_i равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу $[0, 10]$.

В таблице 28 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле (11).

Таблица 28 — Соответствие качественных уровней НИР показателю НИР

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 29.

Таблица 29 — Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Относительно новая	4	Автоматизация работы с метеорологическими данными, снижение количества ошибок
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	6	Алгоритм работы с метеорологическими данными, новая архитектура ПО
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	ПО внедряется в рамках проектов ООО «Инком»

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для данного проекта составляет:

$$I_{\text{нту}} = 0,4 \cdot 4 + 0,1 \cdot 6 + 0,5 \cdot 10 = 1,6 + 0,6 + 5 = 7,2$$

Таким образом, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8ВМ5Б	ФИО Пономаревой Анне Владимировне
-----------------	--------------------------------------

Институт	Кибернетики	Кафедра	Информационных систем и технологий
Уровень образования	Магистрант	Направление/специальность	09.04.01

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p style="text-align: center;"><i>Объектом исследования является программное обеспечение микропроцессорного терминала ВИП-МК, используемого для работы в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации. В качестве пользователя данного программного обеспечения выступает оператор метеостанции.</i></p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p><i>1.1. В качестве вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения выявлены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – нарушение параметров микроклимата; – недостаточное освещение. <p><i>1.2. В качестве опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения выявлены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – возможность поражения электрическим током; – возникновение пожара.
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>2.1. Деятельность по сбору и обработке гидрометеорологических данных не связана с производством, следовательно, влияние на окружающую среду минимально.</i></p> <p><i>2.2. Рассмотрены следующие меры экологической безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – утилизация бумажных отходов; – утилизация неисправных комплектующих ПК. <p><i>2.3. Влияние разработанного программного обеспечения на экологическую безопасность.</i></p>

<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>3.1. Основные ЧС в офисном помещении является возникновение пожара.</p> <p>3.2. Приведены способы защиты от пожара.</p> <p>3.3. Приведены способы защиты от ЧС природного характера, распространенных в районах использования данного аппаратно-программного комплекса:</p> <ul style="list-style-type: none"> – землетрясение; – штормовой ветер.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>4.1. Психофизиологические факторы.</p> <p>4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p> <p>4.3. Достоинства и недостатки разработанного программного обеспечения для пользователей.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Акулов Петр Анатольевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ5Б	Пономарева Анна Владимировна		

5 Социальная ответственность

Цель данной магистерской диссертации — разработка программного обеспечения микропроцессорного терминала ВИП-МК для системы сбора и обработки гидрометеорологической информации. В качестве пользователя такого программного обеспечения выступает оператор метеостанции. В обязанности персонала входит наблюдение за работой оборудования (автоматический режим), ввод и отправка информации (автоматизированный или ручной режимы), настройка и наладка аппаратуры.

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочему месту и рабочей зоны. Проанализированы опасные и вредные факторы труда, а также разработан комплекс мероприятий, снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников, общество и окружающую среду.

5.1 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 30 [16].

Таблица 30 – Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы	
	Вредные	Опасные
Объектом исследования является микропроцессорный терминал ВИП-МК, используемый для работы в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации	<ul style="list-style-type: none">• нарушение параметров микроклимата;• недостаточное освещение.	<ul style="list-style-type: none">• электробезопасность;• пожарная безопасность.

5.1.1 Вредные факторы

5.1.1.1 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддерживать оптимальное или допустимое тепловое состояния организма. Постоянным считают рабочее место, на котором человек находится более половины рабочего времени (или более двух часов непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Нормативные требования к отдельным показателям микроклимата, их сочетаниям, разработанные на основе изучения теплообмена и теплового состояния человека в микроклиматических камерах и в производственных условиях, а также на основе клинических и эпидемиологических исследований, изложены в СанПиН 2.2.4.548—96 [17].

Микроклимат в производственном помещении может меняться на протяжении всего рабочего дня, быть различным на отдельных участках одного и того же цеха. В соответствии с санитарными правилами микроклимат помещения измеряется при помощи установленных показателей. К их числу согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [18] относятся:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Данные показатели могут варьироваться в зависимости от того, в какой период года выполняется работа на измеряемом участке и насколько проводимая

работа интенсивна. В таблице 31 приведены оптимальные и допустимые показатели микроклимата на рабочих местах в помещениях [19].

Таблица 31 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [20].

Период года	Температура воздуха, С	Температура поверхностей, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	60-40	не более 0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	не более 0,1

Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда. Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено такими мероприятиями, как:

- механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими;
- применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадания их в рабочую зону;
- защита от источников тепловых излучений;
- установка систем вентиляции, кондиционирования, отопления.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путем. В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления.

5.1.1.2 Освещение

Производственное освещение является неотъемлемым элементом условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и

нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах. Перевод взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность вынуждает глаз переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения и соответственно к снижению производительности труда. Для повышения равномерности естественного освещения осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует равномерному распределению яркостей в поле зрения работающего.

Искусственное освещение бывает местное, общее и комбинированное. Общее – это такое освещение, когда системы освещения размещаются в верхней зоне помещения и освещают всю площадь, занятую оборудованием рабочих мест. Если светильники концентрируют световой поток непосредственно на рабочее место, то такое освещение называется местным. В темное время суток наличие общего освещения обязательно. Комбинированное освещение (сочетание общего и местного) необходимо для получения более высоких уровней освещенности. Совокупность естественного и искусственного освещения называется совмещенным. Оно необходимо также для обеспечения более высоких уровней освещенности.

Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0,5 – 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. Работу за микропроцессорным терминалом можно приравнять к работе за ПК. По нормам освещенности [21] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещенности для работы за ПК приведено в таблице 32.

Таблица 32 – Нормирование освещенности для работы с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различия, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности К _п , % не более	КЕО е _н , %, при	
									верхнем или комбинированном	бок овом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100	21 18	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75	24 18	20 15	2,5	0,7

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 33 [21].

Таблица 33 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК

Освещенность на рабочем столе	300–500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Коэффициент пульсации:	не более 5%
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1

5.1.2 Опасные факторы

5.1.2.1 Электробезопасность

Электронасыщенность современного производства формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве. Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и

электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Электрические установки, к которым относятся и персональные компьютеры, представляют для человека потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ человек может коснуться комплектующих, находящихся под напряжением.

Работа за микропроцессорным терминалом должна вестись в помещении без повышенной опасности, т.е. оно не должно характеризоваться наличием признаков повышенной опасности поражения электрическим током, к которым относятся [22]:

- сырость (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%);
- токопроводящая пыль (технологическая пыль может оседать на провода, проникать внутрь корпусов электротехнических изделий);
- высокая температура (температура постоянно или периодически - более суток - превышает 35 С);
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
- возможность прикосновения человека одновременно к металлическому корпусу прибора и к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам.

В рабочем помещении установлены приборы, потребляющие напряжение 220 В переменного тока с частотой 50 Гц, что является потенциально опасным. Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства [23]:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная);

- изоляция рабочего места;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности;
- заземление корпусов устройств.

Перед началом работы необходимо убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры. К организационно-техническим мероприятиям защиты можно отнести инструктаж по технике безопасности.

5.1.2.2 Пожарная безопасность

Основными причинами пожаров от электрического тока является короткое замыкание, перегрузки электрических установок, переходные сопротивления и искрения. Причинами короткого замыкания могут неправильный выбор сечения и марки кабелей приводов, износ и различные механические повреждения изоляций. Перегрузка электрических цепей вызывает нагрев электрических установок, снижение диэлектрических свойств изоляции и ее воспламенение. Большие переходные сопротивления вызывают нарушения диэлектрических свойств изоляции и ее возгорание.

Согласно СНиП 21-01-97 [24] по пожарной безопасности рассматриваемое производство относится к категории Г (умеренная пожароопасность).

Пожарная безопасность должна обеспечиваться:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

Систему предотвращения пожара составляет комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара. Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- предотвращать образования горючей среды (применение негорючих материалов);
- не допускать образования источника зажигания (электрооборудование соответствующего исполнения);
- ограничивать массу горючих веществ в помещении.

Систему противопожарной защиты составляет комплекс организационных и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него. К системе противопожарной защиты относятся такие мероприятия, как:

- применение строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости;
- организация пожарной сигнализации;
- использование установок автоматического пожаротушения: спринклерных и дренчерных;
- организация правильной эвакуации людей - необходимо установить размеры и количество эвакуационных выходов и время эвакуации;
- установка системы противодымной защиты (специальные люки или вентиляция).

Рабочие и служащие, вновь принятые на работу, могут быть допущены на работу только после прохождения первичного противопожарного инструктажа. Первичный противопожарный инструктаж проводят по направлению отдела кадров предприятия, а лицо, производившее этот инструктаж, делает об этом отметку на направлении и записывает в журнал фамилию, инициалы и другие данные работника, проходившего инструктаж и принимаемого на работу. Первичный инструктаж проводят в индивидуальном или групповом порядке в течение одного часа.

5.2 Экологическая безопасность

В общем случае под охраной окружающей среды характеризуется различного рода мероприятиями влияющие на следующие природные зоны:

- селитебная зона;
- атмосфера;
- гидросфера;
- литосфера.

Важнейшим элементом города является его селитебная территория — зона размещения жилой застройки, общественных центров и зон отдыха населения. При размещении зданий, строений, сооружений и иных объектов должно быть обеспечено выполнение требований в области охраны окружающей среды, восстановления природной среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, обеспечения экологической безопасности с учетом ближайших и отдаленных экологических, экономических, демографических и иных последствий эксплуатации указанных объектов и соблюдением приоритета сохранения благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Анализ воздействия на литосферу сводится к обычному бытовому мусору и отбросам жизнедеятельности человека. Работа с микропроцессорным терминалом не оказывает заметного воздействия на окружающую среду. Однако к числу источников опасности и негативного воздействия на окружающую среду можно отнести ртутные лампы, отработанные люминесцентные ртутьсодержащие трубки, обладающее свойством токсичности. Эксплуатация люминесцентных ламп требует осторожности и четкого выполнения инструкции по обращению с данным отходом. Опасное вещество ртуть содержится в лампе в газообразном состоянии. Вдыхание паров ртути может привести к тяжелому повреждению здоровья. При перегорании ртутьсодержащей лампы ее замену осуществляет лицо, ответственное за сбор и хранение ламп (обученное по электробезопасности и правилам обращения с отходом). Отработанные

люминесцентные лампы сдаются только на полигон токсичных отходов для ртутизации и захоронения.

Также необходимо организовать правильную утилизацию бумажных отходов. Такие отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия.

Влияние разработанного программного обеспечения на экологическую безопасность заключается в улучшении точности прогнозов. Программное обеспечение позволяет осуществлять формирование метеорологических телеграмм в автоматическом и автоматизированном режимах, что значительно снижает возможность формирования ошибочных данных. Таким образом, возможно более точное прогнозирование стихийных бедствий, что позволяет своевременно подготовиться и снизить ущерб, наносимый природными явлениями как для человека, так и для окружающей среды.

5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при работе в данном учреждении, классифицируются на:

- преднамеренные/непреднамеренные;
- техногенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения/природные – связанные с проявлением стихийных сил природы.
- экологические – это аномальные изменения состояния природной среды, такие как загрязнения биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди/ антропогенные – являются следствием ошибочных действий людей.
- биологические – различные эпидемии, эпизоотии, эпифитотии;
- комбинированные.

По скорости развития чрезвычайные ситуации могут быть: взрывные, внезапные, скоротечные, плавные. По масштабам распространения последствий: локальные, местные, территориальные. По возможности предотвращения:

неизбежные (например, природные) и предотвращаемые (например, техногенные, социальные).

В данном случае в рабочем помещении могут возникать чрезвычайные ситуации (ЧС) следующего характера:

- техногенные;
- экологические;
- природные.

Наиболее типичной ЧС для данного объекта является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д.

Для того что бы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;
- проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

В случае возникновения ЧС как пожар, необходимо предпринять меры по эвакуации персонала из офисного помещения в соответствии с планом эвакуации. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения возникшего возгорания огнетушителем. В случае потери контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда пожарной службы. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае если система не сработала, по каким-либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

Стоит учитывать специфику регионов, в котором применяется рассматриваемое программное обеспечение. На данный момент область применения ограничивается такими странами как Узбекистан и Туркменистан.

Рассмотрим две наиболее возможные ЧС для данных регионов: землетрясение и штормовой ветер.

Так как данные районы относятся к сейсмоопасным, необходимо:

- заранее составить план действий, оговорить место сбора после землетрясения;
- следить за исправным состоянием электропроводки, водопроводных и газовых труб, знать где и как отключать электричество, газ и воду;
- прочно прикрепить мебель к стенам, полу, надежно закрепить светильники;
- не загромождать вход в рабочее помещение, коридоры и на лестничные площадки
- хранить емкости с легковоспламеняющимися жидкостями и препаратами бытовой химии так, чтобы они не могли упасть и разбиться при колебании здания;
- заранее определить наиболее безопасные места в помещении, где можно переждать толчки.

От первых толчков (падают предметы, осыпается побелка) до последующих, от которых начнется разрушение, есть 15–20 сек, чтобы либо покинуть здание, либо относительно безопасно укрыться в нем.

При землетрясении в помещении относительно безопасны:

- проёмы дверные и в капитальных стенах;
- углы, образованные капитальными внутренними стенами;
- места у колонн, под каркасными балками.

На улице следует:

- отойти на открытое место и не поддаваться панике;
- передвигаться, используя свободное пространство, удаленное от зданий, водохранилищ, башен;
- следить за опасными предметами, которые могут оказаться на земле.

При землетрясении нельзя пользоваться лифтом, находиться возле оконных проемов, пользоваться спичками и открытым огнем. После

землетрясения необходимо осмотреть себя и окружающих на предмет наличия ран, проверить водопровод, газовую и электрическую сети. При наличии пострадавших или нарушении коммуникаций необходимо обратиться в соответствующие службы.

При угрозе штормового ветра следует заблаговременно:

- запастись батарейками для переносного приемника, чтобы иметь возможность слушать обращения МЧС и местных властей, а также – свечами, в случае перебоев с электроснабжением;
- все легкие и объемные вещи, находящиеся на открытых лоджиях или на улице, закрепить или перенести в помещении;
- максимально защитить стекла от выбивания и закрепить оконные рамы;
- отключить электричество.

При штормовом ветре необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- при усилении ветра следует ограничить выход из зданий;
- не стоит прятаться от сильного ветра около стен домов, так как с крыш возможно падение шифера и других кровельных материалов;
- нельзя подходить к оборвавшимся электропроводам;
- в случае опасности и для сообщения информации о необходимости проведения спасательных мероприятий следует звонить в службу спасения.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования к организации рабочих мест пользователей:

- рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [25];

- конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см.

Организация рабочего процесса должна осуществляться в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации [26]. В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности [26] предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры. Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда. Предприятие обеспечивает рабочий персонал всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты.

Данное программное обеспечение позволяет осуществлять формирование данных в автоматическом и автоматизированном режимах. Автоматический режим предполагает формирование данных на отправку в центр сбора данных без редактирования оператором. Автоматизированный режим предоставляет возможность редактирования автоматически сформированных данных и их последующую отправку. Таким образом, снижается рабочая нагрузка, увеличивается точность отправляемых данных. Но при этом для работы за микропроцессорным терминалом, для которого разработано вышеописанное программное обеспечение, оператору метеостанции предварительно необходимо пройти специальное обучение.

Заключение

В рамках данной магистерской диссертации были исследованы вопросы, связанные с разработкой ПО для микропроцессорного терминала ВИП-МК, который используется для работы в составе системы сбора и обработки гидрометеорологической информации.

В данной работе приведено описание основных стандартов кодирования гидрометеорологической информации. Был рассмотрен стандарт КН-01 SYNOP, являющийся национальным аналогом международного стандарта FM 12-IX SYNOP. В соответствии с требованиями кодирования гидрометеорологических данных ведется по описанным стандартам.

Для реализации данного ПО были рассмотрены два подхода к построению архитектуры ПО: монолитный и модульный. По результатам проведенного анализа данных подходов было установлено, что наиболее подходящим решением является модульная архитектура. При построении архитектуры учитывались особенности аппаратного обеспечения (ограниченные ресурсы микропроцессорного терминала), а также особенности работы с внешними устройствами. В работе приведено описание основных программных модулей, а именно: модуля межпроцессного взаимодействия, модуля пользовательского интерфейса, модуля управления базой данных, модуля обработки данных. Помимо принципов объектно-ориентированного программирования были внедрены основные принципы парадигмы событийно-ориентированного программирования.

Помимо разработки программных модулей было проведено измерение пропускной способности модуля межпроцессного взаимодействия. В результате анализа полученных результатов было установлено, что пропускной способности данного модуля достаточно, чтобы осуществлять передачу данных в ЦСД, а также между модулями.

В ходе разработки ПО и проектирования архитектуры было установлено, что модульный подход является наиболее подходящим выбором, так как каждый модуль — это независимая программа. Данное свойство ПО позволяет

осуществлять добавление в систему и удаление из нее датчиков без потери работоспособности системы. Также было установлено, что разработка и добавление в систему новых функций в виде программных модулей значительно упрощается, потому что архитектура системы была спроектирована таким образом, что осуществляется максимальная связность внутри модуля (таким образом модуль осуществляет лишь небольшой набор нескольких связанных между собой функций) и минимальное сцепление модулей (что позволяет осуществлять работу только с несколькими открытыми функциями других модулей, их интерфейсами, исключая необходимость изучения подробностей реализации модулей).

Разработанная система предоставляет основные возможности для работы с гидрометеорологическими данными: снятие измерений с датчиков, обработка данных для представления их в необходимом формате, передача измеренных данных в соответствии с заданным метеорологическим стандартом и архивирование отправленных и полученных данных.

Результаты данной работы носят практический характер и внедрены в проектах ООО «Инком» (соответствующий акт о внедрении представлен в приложении В). Планируется дальнейшее развитие разработанного ПО и его адаптация под новые проекты компании.

Список публикаций студента

1. А.В. Пономарева, А.А. Шамин. Применение событийно-ориентированного подхода к построению программного обеспечения при длительном времени обработки события, Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 9-13 ноября 2015, г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ. – Т. 1 – с.18-19.
2. А.В. Пономарева, А.А. Шамин. Применение модульной архитектуры программного обеспечения в системе сбора и обработки гидрометеорологической информации / А.В. Пономарева, А.А. Шамин // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 7-11 ноября 2016, г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ. – Т. 1 – с.35-36.
3. Shamin, A. A. Development of Intelligent Interface to Input and Edit Meteorological Data / A. A. Shamin, A. V. Ponomareva, N. V. Kurkan // Journal of Physics. – 2017 – Vol. 803. – 012140.

Список использованных источников

1. Код для оперативной передачи данных приземных метеорологических наблюдений с сети станций Росгидромета (КН-01 SYNOP) / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – М.:2013. – 79 с.
2. Учебное пособие по работе с кодами метеорологической информации КН-01 / Заболотников Г.В. – С.-П.: РГГМУ, 2010 – 42 с.
3. Временная инструкция по приёму и передаче информации по системе связи Росгидромета. Введена в действие с 23.01.2010 г. приказом Росгидромета № 372 от 25.12.2009 г.
4. Shamin, A. A. Development of Intelligent Interface to Input and Edit Meteorological Data / A. A. Shamin, A. V. Ponomareva, N. V. Kurkan // Journal of Physics. – 2017 – Vol. 803. – 012140.
5. Академик. Словари и энциклопедии [Электронный ресурс]. – URL: dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/900674, свободный. – Дата обращения – 25.05.2017 г.
6. Группа компаний «Инком». Руководство разработчика: структура аппаратных средств микропроцессорного терминала ВИП-МК. – Томск, 2011. – 5 с.
7. Группа компаний «Инком». Микропроцессорный терминал «ВИП-МК»: системное программное обеспечение. – Томск, 2011. – 6 с.
8. IEEE Std 1471-2000. IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. – IEEE: 2000. – 34 pp.
9. Надежность программного обеспечения / Майерс Г. – М.: Мир, 1980. – 359 с.
10. Объектно-ориентированное программирование в действии / Тимоти Бадд – СПб.: «Питер», 1997. – 464 с.
11. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений / Буч Гради, Максимчук Роберт А., Энгл Майкл У. и др. – М: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 720 с.

12. А.В. Пономарева, А.А. Шамин. Применение модульной архитектуры программного обеспечения в системе сбора и обработки гидрометеорологической информации / А.В. Пономарева, А.А. Шамин // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 7-11 ноября 2016, г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ. – Т. 1 – с.35-36.
13. Совершенный код. Мастер-класс / Макконнел С. – М: Издательство «Русская редакция», 2010. – 896 с.
14. Надежность и качество сотовой связи. Структура кадров в формате GSM [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tvcell.ru/8.shtml>, свободный. – Дата обращения – 12.05.2017 г.
15. А.В. Пономарева, А.А. Шамин. Применение событийно-ориентированного подхода к построению программного обеспечения при длительном времени обработки события, Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 9-13 ноября 2015, г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ. – Т. 1 – с.18-19.
16. ГОСТ 12.003-74. ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 4 с.
17. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 11 с.
18. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1989. – 50 с.
19. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 3 с.

20. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 11 с.
21. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003. – 28 с.
22. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2004. – 14 с.
23. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1996. – 4 с.
24. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 15 с.
25. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1979. – 10 с.
26. Трудовой кодекс Российской Федерации: текст с изм. и доп. на 20 января 2016 г. – М.: Эксмо, 2016. – 272 с.

**Приложение А
(обязательное)**

**Разделы 1, 2
Introduction
1 Literature review
2 Object and methods of research**

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ5Б	Пономарева Анна Владимировна		

Консультант кафедры ИСТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамин Алексей Алексеевич	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудряшова Александра Владимировна	-		

Introduction

In various branches of national economy and military affairs it is necessary to take into comprehensive account both the current hydrometeorological situation and to be able to make forecasts with a given degree of accuracy for a given period of time. The science which carries out investigations in this area is named hydrometeorology – the science about Earth’s hydrosphere and atmosphere.

Hydrometeorological forecasting should be carried out with the greatest possible accuracy and speed. For accurate forecasting, it is necessary to take into account a whole set of factors that are expressed in a variety of hydrometeorological parameters, such as air temperature, pressure, humidity, wind speed and direction, etc. To measure these parameters, special sensors are used. The parameters measured by the sensors are processed and then sent to the data collection center. Usually such processing of the measured parameters consists in coding the measured parameters in accordance with the national and international hydrometeorological standards in the form of special telegrams. To date for automatic collection of information from sensors, for automatic or automatized processing of this information and for transmitting processed information to the data collection center are often used specialized computing devices – microprocessor terminals.

When developing software for microprocessor terminals intended for operation as part of the systems for collecting and processing hydrometeorological information, one should take into account the specific nature of the subject area and hardware resources. In particular, the specificity of the subject area is the need to convert the data into special meteorological formats for their transfer to the data collection center, and also in working with external devices (sensors). The hardware peculiarities consist in a limited amount of microprocessor terminal resources compared, for example, with modern personal computers. Unlike modern personal computers, microprocessor terminals usually have in their composition several standard interfaces for connecting sensors: RS232, RS485, etc.

In this regard, the actual task is the development of software that would allow to automatize the process of processing and transmitting meteorological data taking

into account the above-described features of microprocessor terminals. Also to the developing software, there are requirements of saving the resources of the microprocessor terminal, scalability and resistance to failures and errors.

The purpose of the thesis work is to develop the software for the microprocessor terminal VIP-MK to work as part of the system for collecting and processing hydrometeorological information.

To achieve the goal of the thesis work, the following tasks were set:

1. Studying of hardware and system software of the microprocessor terminal VIP-MK.
2. Studying of the specificity of the subject area.
3. Analysis of possible approaches to the software architecture.
4. Creating the software architecture.
5. Determining capacity of the interprocess communication module.
6. Implementation of user interface module, data processing module, database management module.

The object of research is a microprocessor terminal VIP-MK, used to operate as part of the system for collecting and processing hydrometeorological information. The subject of research are the architecture and algorithms of the software for the implementation of the necessary functions of the microprocessor terminal that operates as part of the system for collecting and processing hydrometeorological information.

Scientific novelty lies in the algorithms and software modules developed in the process of research that allow to solve the tasks assigned to the hardware and software complex.

The practical significance of the results of the master's thesis is to apply the results of the work for automatizing the collection and processing of hydrometeorological information.

The implementation and approbation of the work were carried out within the framework of the projects of OOO «Incom» company. The results of the done work were presented at the following conferences:

- XIII International Scientific-Practical Conference of Students, Post-graduates and Young Scientists «Youth and Modern Information Technology» (Tomsk, 2015);
- XIV International Scientific-Practical Conference of Students, Post-graduates and Young Scientists «Youth and Modern Information Technology» (Tomsk, 2016);
- IV International Conference «Information Technologies in Business and Industry» (Tomsk, 2016), remote participation.

Based on the results of the research, three articles have been published in the framework of these conferences.

1 Literature review

Scientific literature review is one of the stages of the execution of the master's thesis. As the reviewed literature are not only scientific articles and specialized textbooks, but also Internet sources.

There are many specialized literature in which it is possible to find a detailed description of the coding of hydrometeorological information in accordance with national and international standards. The sources [1, 2, 3] contain algorithms for coding meteorological telegrams in accordance with national standard KN-01 SYNOP, also in these sources the purposes of code groups and telegram sections are described and the appropriate examples are given.

The article [4] describes the user interface for input and output of meteorological telegrams encoded in the KN-01 SYNOP format.

The source [5] contains the definition of a dynamic library. Usage of dynamic libraries in the development of this software plays an important role, as it saves the computing resources of the microprocessor terminal VIP-MK.

Sources [6, 7] are the documentation for the microprocessor terminal VIP-MK. This documentation specifies the main characteristics of the microprocessor terminal, its purpose and recommendations for operation.

The standard [8] contains the definition of information system architecture. This definition is one of the central concepts of this research.

Sources [9, 10, 11, 13] are a literature that describes the basic principles of object-oriented programming and gives practical advice on designing and developing software in accordance with this paradigm.

The article [12] contains a brief description of this system, of its architecture, of the structure of program modules. Also in this source are given the main principles of designing systems with a modular architecture, the reasons for choosing this particular approach to creating the architecture of this software.

The Internet source [14] contains the standard for digital mobile communications (GSM). The information given in the source, in particular, the data

transfer speed when using this standard, is necessary when analyzing the results of measuring the capacity of the module that provides intermodular communication.

The source [15] is an article that describes the basic principles of event-oriented programming and algorithms for possible implementation. This paradigm was used in the development of the described software.

2 Object and methods of research

2.1 Problem statement

Observations of meteorological conditions in different parts of the globe allow compiling an integral picture of the climatic conditions in a given territory. Meteorological forecasts are created from the values of a multitude of meteorological parameters. These parameters are obtained by one of the following methods: they are measured directly by the sensors, are calculated on the basis of measurements of other parameters, are entered manually by the operator. Parameters are measured at meteorological stations and meteorological posts. Regardless of the way the parameters are received, they are sent to the data collection center within the specified time frame. A set of weather stations, meteorological posts and data collection centers, which is a multi-level structure, is called a hydrometeorological data collection network.

In general terms the data collection network can be represented as a tree. As a simple example, in figure 1, one of the branches of such tree is represented:

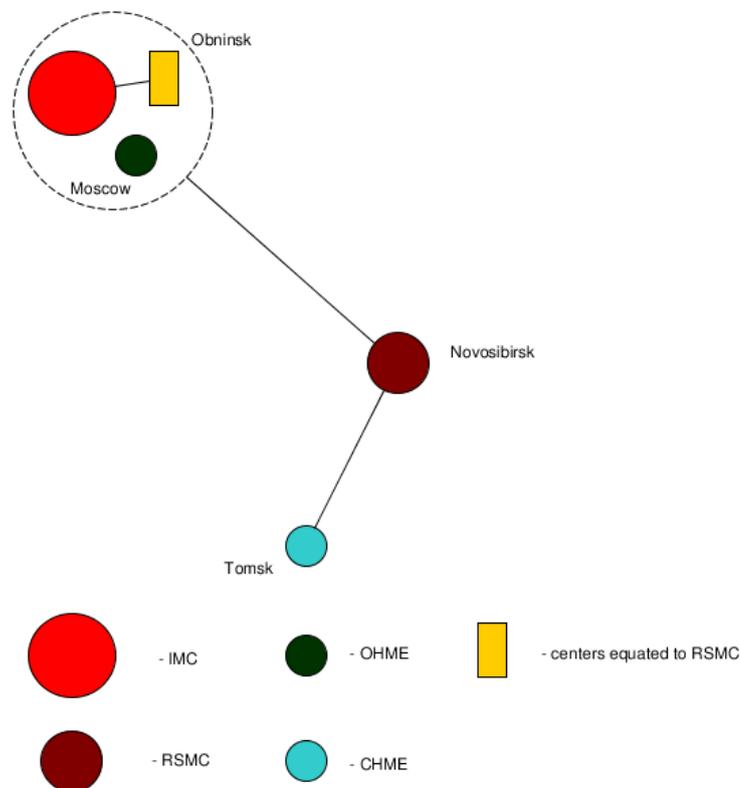


Figure 1 — Example of a data collection network

Here:

- IMC — international meteorological center;

- RSMC — regional specialized meteorological center;
- OHME — office of hydrometeorology and monitoring of environment;
- CHME — center of hydrometeorology and monitoring of environment.

The collection of meteorological data is carried out with the help of sensors. The sensors send raw data. At meteorological stations the received data is coded in accordance with certain meteorological formats. Obtained as the result of coding, the telegrams are sent to the appropriate data collection center. Then the data is sent to the collection center, which has a higher level in the hierarchy. As shown in Figure 1, data from CHME is sent to RSMC, then to OHME. From OHME, the data is sent to the IMC (in this case the data to the IMC comes from Obninsk).

As stated above, before sending to the DCC, the meteorological data is coded in accordance with the established meteorological message transmitting formats. In the framework of this research work was carried out with the following message formats:

- ARG;
- GMS;
- WMO.

Each format requires certain rules for input and output of data, which causes different approaches to the organization of the input and output interface.

ARG format data is a numeric string containing numbers from 0 to 9. Instead of a number, there may also be a "/" (slash) symbol if the meteorological parameter value is not specified. ARG format telegram contains information about transmitted data, encoded in KN-01 SYNOP format. This is the national analogue of the international code FM 12-IX SYNOP [1]. The code consists of sections, each of which, in turn, consists of code groups. Groups are separated by spaces. Length of groups, as a rule, does not exceed five characters [2]. Each section contains information about a specific set of meteorological parameters. An example of such meteorogram in ARG format is presented below:

```
AAXX 01001 31878
11550 21602 11141 21161 30126 40157 53002 82030
333 21190 47005
```

555 1/115 3/123 51101 7990/

In this example each section is written for convenience with a new line. When composing a telegram, all sections are recorded in one line.

In the example, the alphabetical index of the code consists of four symbols, and the first groups of the last two sections are of three ones, these are the distinctive groups of sections [3].

When implementing the input and output of ARG format data, it is necessary to take into account all the features of the formation of groups and sections [4].

GMS format data is the government meteorological standard. It is similar to the ARG format, as it also presents data in the national meteorological standard KN-01 SYNOP, however it includes headings that contain additional information about the meteorological station.

WMO format data is data in the format set by the World Meteorological Organization. In other words, it is data encoded in accordance with FM 12-IX SYNOP standard. By the input and output way, this data is similar to GMS format data.

Meteorological data is a collection of measurements from sensors. The system supports several types of sensors. It is very important that the system remains operational, even if one of the sensors is broken or turned off. It is also necessary that addition of new sensors to the system would not cause great difficulties, such as the need to make changes to the debugged and tested software of meteorological station control and sensors and would not require its full redesign.

The microprocessor terminal VIP-MK for which the system is provided is limited in computing resources, so it is important to design the system in such a way that, if possible, the resources of RAM and processor time are saved. Also, when designing the user interface, it should be taken into account that this microprocessor terminal has certain limitations regarding input and output facilities. These limitations consist in the fact that only the keyboard is a means of user input, and the user output means is a text display in the size of two lines of 40 characters.

The above-described operating conditions of the system allow us to formulate the following requirements. As the system must be easily configurable, resistant to

errors of external devices and economical in using the resources of the microprocessor terminal, one should approach to the construction of the system architecture from these requirements. Turning off one or more sensors should not result in the loss of operability of the microprocessor terminal.

Economical usage of memory and computational power of this microprocessor terminal is achieved through the usage of dynamic libraries. A dynamic library is defined as separate files that provide the application with a set of the most frequently used functions, and are downloaded at runtime when the program accesses the OS with an application for performing the function from the library, if the requested library is already loaded into RAM, the program will use the downloaded copy [5].

The above conditions must be implemented at the level of system design, at the level of its architecture.

2.2 Initial requirements

The object of research is a microprocessor terminal VIP-MK, used to operate as a part of the system for collecting and processing hydrometeorological information. The boundaries of the object of research are embedded systems used in information collection and processing systems.

The initial materials are:

- specialized literature;
- microprocessor terminal VIP-MK and documentation for it;
- the GNU compiler collection (GCC);
- development environment KDevelop.

The ultimate goal of the thesis work is the creation of the software for the collection and processing of hydrometeorological data. The software must provide user the following functions:

- manual generation of telegrams in the code KN-01(ARG, GMS, WMO);
- sending to the center of generated telegrams on the command of the operator by one of the methods: on the indicated communication channel, on the turn of the communication channels;

- placing telegrams in the queue for collection upon request; viewing telegrams in the queue for collection upon request; removal of telegrams from the queue for collection on request;
- archives of incoming and outgoing messages for each type of telegram (ARG, GMS, WMO) separately;
- viewing received messages from DCC;
- viewing archives;
- call to edit a copy of the telegram from any archive or queue for collection upon request;
- operation journal;
- viewing operation journal;
- settings menu;
- printing telegrams on a matrix printer connected via USB;
- functions of receiving data from sensors connected to VIP-MK;
- functions of processing data from sensors connected to VIP-MK;
- functions of generating data by the specified date and output to the operator for editing partially filled telegrams.

For software development the C ++ programming language was used. This programming language is one of the most popular languages for developing software for embedded systems, and it also allows creating software for computing devices with ARM architecture. The capabilities of this programming language are sufficient for the implementation of all the above-described functions, also this programming language is suitable for creating software for the Linux OS, which is the OS of the microprocessor terminal VIP-MK.

2.3 Microprocessor terminal VIP-MK

Developed software is designed for usage on the microprocessor terminal VIP-MK, the appearance of which is shown in figure 2.



Figure 2 — Microprocessor terminal VIP-MK

The microprocessor terminal VIP-MK is a computing device based on the AT91RM9200 processor running Linux [6].

The software of VIP-MK functionally consists of several parts [7]:

- two-level bootloader;
- Linux OS kernel;
- system programs and utilities;
- application programs.

Linux OS and system software provide tools for working with the periphery of VIP-MK [6], such as:

- 2×40 character display included in VIP-MK is represented as the output device «serial port» /dev/ttyS0 with speed 19,200 bps;
- PS/2 keyboard connected to VIP-MK is represented as the input device «serial port» /dev/ttyS0 with speed 19,200 bps;
- Ethernet port;
- RS232 interface;
- RS485 interface;
- USB interface;
- radio modem;
- etc.

**Приложение Б
(обязательное)**

Результаты измерения пропускной способности модуля ZmqIrc

Таблица Б.1 — Результаты измерения пропускной способности модуля ZmqIrc

Количество источников	Длина одного пакета, байты	Количество успешно отправленных пакетов	Количество информации, байты
1	16	1592385	25478160 (≈ 24,3 Мб)
	128	1478271	189218688 (≈ 180,45 Мб)
	512	1273669	841337216 (≈ 621,91 Мб)
	1024	1025875	1050496000 (≈ 1001,83 Мб)
	4096	562154	2302582784 (≈ 2,14 Гб)
	8192	386127	3163152384 (≈ 2,9 Гб)
	16384	206926	3390275584 (≈ 3,16 Гб)
	16-16384	369922	3031695360 (≈ 2,82 Гб)
2	16	2238191	35811056 (≈ 34,15 Мб)
	128	1901806	243431168 (≈ 232,154 Мб)
	512	1704969	872944128 (≈ 832,5 Мб)
	1024	1436052	1470517248 (≈ 1,37 Гб)
	4096	740239	3032018944 (≈ 2,82 Гб)
	8192	479050	3924377600 (≈ 3,65 Гб)
	16384	292048	4784914432 (≈ 4,46 Гб)
	16-16384	501121	4111791555 (≈ 3,83 Гб)
3	16	2262443	36199088 (≈ 32,99 Мб)
	128	2066514	264513792 (≈ 252,26 Мб)
	512	1750998	896510976 (≈ 830,57 Мб)
	1024	1479044	1514541056 (≈ 1,41 Гб)
	4096	808703	3312447488 (≈ 3,08 Гб)
	8192	657976	5390139392 (≈ 5,02 Гб)
	16384	364102	5965447168 (≈ 5,56 Гб)
	16-16384	565317	4642297610 (≈ 4,32 Гб)

Продолжение таблицы Б.1

4	16	2344362	37509792 ($\approx 35,77$ Мб)
	128	2205840	282347520 ($\approx 269,27$ Мб)
	512	1919468	982767616 ($\approx 937,24$ Мб)
	1024	1609064	1647681536 ($\approx 1,53$ Гб)
	4096	866048	3547332608 ($\approx 3,3$ Гб)
	8192	676484	5541756928 ($\approx 5,16$ Гб)
	16384	388166	6359711744 ($\approx 5,92$ Гб)
	16-16384	584519	4800328499 ($\approx 4,47$ Гб)
5	16	2418585	38697360 ($\approx 36,9$ Мб)
	128	2279333	291754624 ($\approx 278,24$ Мб)
	512	1957251	1002112512 ($\approx 955,69$ Мб)
	1024	1685501	1725953024 ($\approx 1,61$ Гб)
	4096	936835	3837276160 ($\approx 3,57$ Гб)
	8192	694751	5691400192 ($\approx 5,3$ Гб)
	16384	410545	6726369280 ($\approx 6,26$ Гб)
	16-16384	664693	5459033457 ($\approx 5,08$ Гб)

**Приложение В
(обязательное)**

**Акт о внедрении результатов выпускной квалификационной работы
магистра**

УТВЕРЖДАЮ

**Зам. директора по научно-
техническому развитию**

ООО «ИНКОМ»

В.В. Гринемаер

2017 г.



АКТ

внедрения результатов выпускной квалификационной работы магистра

Пономаревой Анны Владимировны

на тему: **«Разработка программных средств микропроцессорных терминалов, предназначенных для работы в составе систем сбора и обработки гидрометеорологической информации»**

Система АПК-Метео и интеллектуальный микропроцессорный терминал ВИП-МК являются продукцией ООО «ИНКОМ».

Серийно тиражируемый терминал ВИП-МК обеспечивает сбор, обработку и передачу гидрометеорологической информации в составе системы АПК-Метео как в РФ, так и за рубежом в гидрометеорологических службах республик Туркменистан и Узбекистан.

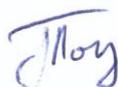
В программное обеспечение ВИП-МК включены программные модули, разработанные Пономаревой А.В.: **vip-ui**, **meteoParametersTransmitter** и **dataKeeper**.

Назначение программных модулей:

- **vip-ui** — реализует интерфейс пользователя;
- **meteoParametersTransmitter** — обеспечивает формирование и отправку измеренных метеорологических параметров;
- **dataKeeper** — осуществляет работу с базой данных.

Программная реализация модулей осуществлена с использованием современных версий оптимизирующего компилятора языков С и С++, за счёт чего достигнуто снижение требуемых для работы программного обеспечения ресурсов памяти и быстродействия процессора.

Зав. отделом разработки
программного обеспечения



Р.Л. Тогидний

Зав. производственным отделом



М.В. Киреев