

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

Факультет математики и информатики  
Кафедра информационных и управляющих систем  
Направление подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника  
Направленность (профиль) образовательной программы: Автоматизированные  
системы обработки информации и управления

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Бушманов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

Исполнитель

студент группы 353 об

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Я.О. Янчук

Руководитель

доцент, канд. физ.-мат. наук

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

В.В. Ерёмина

Консультант

по безопасности и  
экологичности

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

инженер кафедры

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

В.В. Романико

Благовещенск 2017

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

Факультет математики и информатики  
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Бушманов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**З А Д А Н И Е**

К бакалаврской работе студента Янчук Яны Олеговны

1. Тема бакалаврской работы: Разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

(утверждена приказом от 26.05.17 № 1189-уч )

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 26.06.2017

3. Исходные данные к бакалаврской работе: отчет по практике, специальная литература, нормативные документы.

4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов): анализ деятельности ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный» УЭТГСК, проектирование программного продукта, реализация программного продукта, техническое приложение.

5. Перечень материалов приложения организационная структура УЭТИГСК, диаграмма функционально структуры программного продукта, диаграмма взаимодействия функциональных модулей программного продукта, техническое задание.

6. Консультанты по бакалаврской работе (с указанием относящихся к ним разделов)  
консультант по части безопасности и экологичности доцент, канд. техн. наук  
Булгаков А.Б.

7. Дата выдачи задания: 20.02.2017

Руководитель бакалаврской работы: доцент, канд. физ.-мат. наук. Ерёмкина В.В.

Задание принял к исполнению: \_\_\_\_\_ Я.О. Янчук

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 66 с., 20 рисунков, 6 приложений, 20 источников.

### СИСТЕМА АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ, ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС, МОДУЛЬ, ФАЙЛ

Цель работы – разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный», представляющую собой программный продукт реализующий функциональные возможности, представленные в техническом задании.

Объект исследования – сектор метеорологического обеспечения геофизического отдела УЭКИГСик.

Результатом работы является разработанный программный комплекс автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный».

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>			
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Да-</b>				
Разраб.	Янчук Я.О.				Разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Ерёмина В.В.					У	3	74
Консульт.	Булгаков А.Б.					<b>АмГУ кафедра ИУС</b>		
Н. Контр.	Романико В. В.							
Утверд.	Бушманов А. В.							

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Анализ предметной области	12
1.1 Описание предприятия заказчика ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» УЭТИГСиК	12
1.2 Анализ деятельности сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела	18
1.3 Организационно-штатная структура сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела	21
1.4 Анализ аппаратно-программного комплекса системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	27
1.4.1 Анализ аппаратной части комплекса системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	27
1.4.2 Анализ программной части комплекса системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	30
2 Проектирование программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	33
2.1 Анализ требований к программному комплексу автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	33
2.2 Цели и задачи создания программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	33

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР.135153.09.03.01.ПЗ**

Лист

4

2.3	Характеристика функциональных модулей программного продукта	34
2.3.1	Выделение функциональных модулей программного продукта	34
2.3.2	Проектирование функциональных модулей программного продукта	35
2.3.3	Проектирование взаимодействия функциональных модулей программного продукта	37
2.4	Проектирование интерфейса программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	37
2.5	Обеспечивающие подсистемы	39
2.5.1	Подсистема «Организационное обеспечение»	39
2.5.2	Подсистема «Техническое обеспечение»	39
2.5.3	Подсистема «Программное обеспечение»	40
2.5.4	Подсистема «Правовое обеспечение»	40
2.5.5	Подсистема «Лингвистическое обеспечение»	41
3	Разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	42
3.1	Обоснование выбора языка программирования и среды разработки	42
3.1.1	Язык программирования C# и программная платформа .NET	42
3.1.2	Обоснование выбора языка C#	42
3.1.3	Обоснование выбора среды разработки Microsoft Visual Studio 2015	43
3.1.4	Обоснование выбора используемых при разработке технологий программирования	44
3.2	Описание программного продукта	45
3.2.1	Функциональное назначение	45

3.2.2	Работа программного продукта	46
3.3	Разработка модулей программного продукта	46
3.4	Разработка интерфейса программного продукта	48
3.5	Разработка руководства пользователя	48
3.6	Тестирование программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	53
4	Безопасность и экологичность	54
4.1	Безопасность	54
4.1.1	Характеристика условий труда сотрудников	54
4.1.2	Требования к помещению	55
4.1.3	Общие требования по охране труда для специалистов	55
4.1.4	Требования к организации рабочего места	56
4.1.5	Идентификация опасных и вредных факторов	57
4.1.6	Эргономика интерфейса программного продукта	58
4.1.7	Обеспечение электробезопасности на рабочем месте	59
4.2	Экологичность	60
4.3	Чрезвычайные ситуации	61
4.3.1	Обеспечение пожарной безопасности на рабочем месте	61
	Заключение	63
	Библиографический список	65
	Приложение А Организационная структура УЭТИГСК	67
	Приложение Б Структурная схема системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»	68
	Приложение В Модель работы программного продукта	69
	Приложение Г Модель функционального взаимодействия модулей	70
	Приложение Д Техническое задание	71
	Приложение Е Экранная форма результата тестирования программного продукта	75

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

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

ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

ГОСТ 2.106-96 ЕСКД Текстовые документы

ГОСТ 2.111-68 ЕСКД Нормоконтроль

ГОСТ 7.9-95 Реферат и аннотация. Общие требования

ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

ГОСТ 19.001-77 ЕСПД. Общие положения

ГОСТ 19.004-80 ЕСПД Термины и определения

ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов

ГОСТ 19.102-77 ЕСПД. Стадии разработки

ГОСТ 19.103-77 ЕСПД Обозначение программ и программных документов

ГОСТ 19.104-78 ЕСПД Основные надписи

ГОСТ 19.201-77 ЕСПД. Техническое задание, требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД Описание программы

ГОСТ 19.502-78 ЕСПД Описание применения. Требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 19.504-79 Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 24.103-84 Единая система стандартов, автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Основные положения

ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов, автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ЦЭНКИ – Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры;

УЭТИГСК – управление эксплуатации телекоммуникационных, информационных и геофизических систем и комплексов;

РКН – ракета-носитель;

СЕВ – система единого времени;

ЦКК и РТИ – цифровой комплекс коммутации и распределения телеметрической информации;

СК – стартовый комплекс;

ТК – технический комплекс;

ОС – операционная система;

ПО – программное обеспечение;

СНиП – строительные нормы и правила.

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



## ВВЕДЕНИЕ

За все годы развития космической отрасли пуск ракет-носителей космического назначения зависит от результатов проведения аэрологического зондирования атмосферы. Аэрологическое зондирование атмосферы – определение свойств воздуха и характеристик некоторых атмосферных процессов с помощью поднимаемых в атмосферу приборов или дистанционными методами. При температурно-ветровом аэрологическом зондировании определяется распределение по высоте температуры, влажности и давления воздуха, направления и скорости ветра с использованием радиозондов, шаров-пилотов и метеорологических ракет. При этом сбор информации может осуществляться как при подъеме ракеты, так и во время спуска отделившихся от неё приборов на парашюте.

В результате проведения аэрологического зондирования поступает большое количество информации, которую необходимо переработать в вид, удобный для понимания. Сейчас на космодроме «Восточный» уже имеется система аэрологического зондирования атмосферы, но его программное обеспечение не позволяет строить графики метеорологических величин, поэтому работникам приходится вручную обрабатывать большие массивы данных и строить графики в сторонних приложениях. Именно поэтому было решено разработать программный продукт, который упростит данный процесс.

Объектом исследования является сектор метеорологического обеспечения геофизического отдела УЭТИГСиК (КЦ «Восточный»), основным видом деятельности которого является сбор и предоставление необходимой для пуска ракет-носителей космического назначения метеорологической информации. Предметом исследования является система аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный», которую эксплуатирует данный сектор.

Целью бакалаврской работы является разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный», представляющую собой программный продукт, реализующий требования, представленные в техниче-

ском задании.

Задачами бакалаврской работы в связи с указанной целью являются:

- провести анализ УЭТИГСиК, деятельности сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела и его организационной структуры;
- исследовать аппаратно-программный комплекс системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»;
- провести проектирование программного продукта;
- разработать программный продукт и провести его тестирование на предприятии;
- разработать руководство пользователя для программного продукта;
- проанализировать инструкции по охране труда и техники безопасности.

Создание данного программного продукта позволит самостоятельно извлекать необходимые данные из результатов аэрологического зондирования атмосферы и представлять их в виде графиков, что в свою очередь ускорит работу сектора метеорологического обеспечения.

Данная бакалаврская работа отличается высокой практической значимостью, которая заключается в разработке программного комплекса, который расширит возможности аппаратно-программного комплекса аэрологического зондирования атмосферы.

Структура бакалаврской работы включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы.

В введении отражены актуальность работы, определение объекта и предмета исследования, постановка цели и задач бакалаврской работы, а также практическая значимость бакалаврской работы.

В первой главе содержатся анализ УЭТИГСиК, деятельности сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела и его организационной структуры. Также исследуется аппаратно-программный комплекс аэрологического зондирования атмосферы.

Во второй главе производится анализ требований к программному комплексу на основе технического задания, проектирование функциональный моду-

лей и их взаимодействие.

В третьей главе содержится обоснование выбора языка программирования и среды разработки, производится разработка функциональных модулей, интерфейса, а также руководства пользователя программного продукта.

В четвёртой главе производится анализ безопасности и экологичности работы сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела.

В заключении подводится итог проделанной работы и пишется вывод.

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

# 1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1 Описание предприятия заказчика ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный» УЭТИГСиК

Полное наименование подразделения – управление эксплуатации телекоммуникационных, информационных и геофизических систем и комплексов филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» – Космический центр «Восточный».

Штатное расписание комплекса состоит из управления и 8 отделов:

– управление в составе: начальника управления и заместителя начальника управления-главный инженер.

– отдел планирования связи и технического обеспечения состоит из начальника отдела и 2 х групп:

1) группа технического обеспечения в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста и специалиста;

2) группа планирования связи в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста и старшего специалиста.

– отдел эксплуатации систем единого времени, синхронизации и часофикации состоит из начальника отдела, главного специалиста, двух ведущих специалистов, старшего специалиста и специалиста.

– отдел эксплуатации сетевых узлов состоит из начальника отдела и четырёх групп:

1) группа эксплуатации сетевого узла стартового комплекса в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста, техника 1-й категории и двух электромонтёров линейных сооружений телефонной связи и радиофикации 3 и 2 разрядов;

2) группа эксплуатации опорного сетевого узла и сетевого узла ВКИП в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, стар-

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

шего специалиста, специалиста, техника 1-й категории и электромонтёра линейных сооружений телефонной связи и радиофикации 2 разряда;

3) группа эксплуатации сетевого узла технического комплекса в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста, техника 1-й категории и двух электромонтёров линейных сооружений телефонной связи и радиофикации 5-го и 6-го разряда;

4) группа эксплуатации центрального сетевого узла в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста и старшего специалиста.

– отдел эксплуатации линейно-кабельных сооружений связи и слаботочных систем состоит из начальника отдела и двух групп:

1) группа эксплуатации линейно-кабельных сооружений связи в составе: начальника группы, главного специалиста, двух техников 1-й категории и двух монтажников связи-спайщиков 6-го разряда;

2) группа эксплуатации слаботочных систем в составе: начальника группы, главного специалиста, техника 1-й категории и двух электромонтёров линейных сооружений телефонной связи и радиофикации 6-го разряда.

– отдел эксплуатации средств сбора и обработки телевизионной информации состоит из начальника отдела и трёх групп:

1) группа эксплуатации систем распределения телевизионной информации в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста и старшего специалиста;

2) группа эксплуатации систем технологического телевидения видеомониторинга в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста и старшего специалиста;

3) группа эксплуатации передвижной телевизионной станции в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста.

– отдел эксплуатации спутниковых и радиорелейных систем передачи информации состоит из начальника отдела и двух групп:

1) группа эксплуатации спутниковых систем передачи информации в

составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста и старшего специалиста;

2) группа эксплуатации радиорелейных систем передачи информации в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста и специалиста.

– отдел информатизации состоит из начальника отдела и трёх групп:

1) группа администрирования локальной вычислительной сети (ЛВС) в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста и специалиста;

2) группа администрирования программного обеспечения в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста и специалиста;

3) группа технической поддержки в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего специалиста, старшего специалиста и специалиста.

– геофизический отдел состоит из начальника отдела и трёх групп:

1) группа метеорологического обеспечения в составе: начальника группы, главного специалиста, ведущего инженера, двух инженеров-синоптиков, техника-программиста и двух техников;

2) группа геодезического мониторинга в составе: начальника группы, главного специалиста, трёх ведущих инженеров и трёх инженеров;

3) группа тензометрического мониторинга в составе: начальника группы, главного специалиста, трёх ведущих инженеров и трёх инженеров.

Организационная структура предприятия представлена на схеме в приложении А.

Управление предназначено для обеспечения функционирования ведомственных сетей связи и телекоммуникаций Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» на космодроме «Восточный», организации и проведение работ по обеспечению связью, астрономо-геодезического и метеорологического обеспечения, синхрочастотами и синхросигналами системы единого времени (СЕВ), фото и телевидением проведения опытно-испытательных и

специальных работ на стартовых, технических, заправочных и командно-измерительных комплексах при подготовке и пуске РКН, а также повседневной производственной и хозяйственной деятельности филиала.

На управление в соответствии с его предназначением возложены следующие основные задачи:

– обеспечение работоспособности сетей связи и телекоммуникаций Роскосмоса на космодроме «Восточный» в целях подготовки пусков РКН, повседневной производственной и хозяйственной деятельности филиала;

– оперативное управление средствами связи и телекоммуникаций и обеспечение безопасности, надежности и устойчивости их работы;

– осуществление организационно-технических мероприятий по поддержанию систем и сетей связи и телекоммуникаций в постоянной готовности к выполнению задач по предназначению;

– осуществление эксплуатации, технического обслуживания оборудования систем и сетей связи и телекоммуникаций в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;

– организация и проведение ремонтно-восстановительных работ при аварийных и нештатных ситуациях на средствах и сетях связи и телекоммуникаций;

– осуществление сбора, анализа и обобщения данных о реальном техническом состоянии средств и сетей связи, телекоммуникаций и предоставление предложений руководству о перспективах развития телекоммуникационной инфраструктуры филиала;

– организация и проведения работ по вопросам частотно-временного обеспечения сигналами СЕВ сопровождения эксплуатации космических комплексов, при подготовке и пуске РКН;

– организация и проведения работ астрономо-геодезического и метеорологического обеспечения, эксплуатации космических комплексов, при подготовке и пуске РКН, геодезического мониторинга строительных конструкций объектов филиала;

– осуществление взаимодействия с головным департаментом, операторами

связи сетей общего пользования, структурными подразделениями филиала с предприятиями и организациями космодрома Восточный по вопросам обеспечения услугами связи, телекоммуникаций, астрономо-геодезического и метеорологического обеспечения.

В соответствии с возложенными задачами в основные функции управления входит:

– обеспечение связью, фото, видеосъёмками, синхрочастотами и сигналами СЕВ работ на стартовых, технических и заправочных комплексах космодрома Восточный в период подготовки и пуска РКН, а также повседневных производственных и хозяйственных объектах филиала;

– обеспечение работы локальных вычислительных сетей и локальной информационной сети «Ethernet» на космодроме Восточный;

– взаимодействие по вопросам обеспечения связью, фото и видеосъёмками, синхрочастотами и сигналами СЕВ с подразделениями филиала, ФГУП «ЦЭНКИ», предприятиями и организациями космодрома Восточный;

– обеспечение информационного обмена с ФГУП «ЦЭНКИ» в системе электронной конфиденциальной почты. Прием-передача конфиденциальной и обычной информации, информационный обмен между структурными подразделениями филиала;

– обеспечение информационного обмена средств Восточного командно-измерительного комплекса космодрома с потребителями при проведении сеансов управления и запусках РКН, посредством проводных, волоконно-оптических, радиорелейных каналов связи, систем спутниковой связи;

– организация эксплуатации, проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, техники связи, слаботочных систем управления, линейно-кабельных, антенно-мачтовых сооружений;

– организация и проведение ремонтно-восстановительных работ при аварийных и нештатных ситуациях на сетях связи и телекоммуникаций, объектах связи, оборудовании, технике связи управления;

– разработка предложений по вопросам развития, совершенствования и по-



вышения эффективности работы сетей связи и телекоммуникаций;

– оперативное развёртывание и введение в эксплуатацию новых образцов оборудования и техники связи;

– обеспечение видео мостов, видеоконференций и переговоров должностных лиц филиала;

– обеспечение выполнения правил и мер охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии, промышленной, экологической и противопожарной безопасности, создание надлежащих безопасных условий труда работников управления;

– организация работы системы менеджмента качества (СМК) в управлении, внедрение политики и целей филиала в области качества и документированных процедур СМК, руководство в работе государственными и национальными стандартами РФ по СМК и нормативными документами по стандартизации РКТ;

– организация работы по повышению научно-технических знаний работников управления, способствование повышению их квалификации, развитию творческой инициативы, рационализации, внедрению современных достижений науки и техники, использованию передового опыта, обеспечивающих эффективную работу управления.

Управление возглавляет начальник Управления, он подчиняется непосредственно Первому заместителю директора филиала. Начальник управления является непосредственным начальником для своего заместителя, всех начальников отделов и прямым начальником для всех работников комплекса.

Заместитель начальника управления-главный инженер является непосредственным начальником для начальников отделов по вопросам реализации технической политики, а также вопросах технической эксплуатации телекоммуникационных, измерительных и геофизических систем комплекса.

Начальники отделов являются непосредственными начальниками для начальников групп своего отдела и прямыми начальниками для всех работников своего отдела.

Начальники групп являются непосредственными начальниками для всех

работников своих групп.

Отдача распоряжений, постановка задач и доклад об их выполнении в управлении осуществляется согласно подчинённости.

## **1.2 Анализ деятельности сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела**

Геофизический отдел является структурным подразделением Комплекса эксплуатации системы телекоммуникационного обеспечения филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный».

Основные задачи геофизического отдела:

- геофизическое, метеорологическое, аэрологическое и астрономо-геодезическое обеспечение космических программ на космодроме «Восточный»;
- непрерывный геофизический и метеорологический мониторинг по району космодрома «Восточный»;
- шторм-предупреждение об опасных явлениях погоды в районе космодрома «Восточный»;
- проведение инженерных изысканий на космодроме «Восточный»;
- картографическое обеспечение космодрома «Восточный»;
- метеорологическое обеспечение геодезических и метеорологических средств измерений;
- анализ и обобщение материалов по совершенствованию геофизического, метеорологического, аэрологического и астрономо-геодезического обеспечения космодрома «Восточный» и представление руководству предложений по их улучшению;
- планирование и организация материально-технического снабжения структурных подразделений геофизического отдела;
- подготовка документов по геофизическому, метеорологическому, аэрологическому и астрономо-геодезическому обеспечению в рамках своих полномочий;
- подготовка необходимой информации и проведение работ по направлениям геофизического, метеорологического, аэрологического и астрономо-

геодезического обеспечения подразделений ФГУП «ЦЭНКИ» и представителей сторонних организаций.

В соответствии с возложенными задачами в функции геофизического отдела входят:

– выполнение мероприятий по геофизическому, метеорологическому, аэрологическому и астрономо-геодезическому обеспечению опытно-испытательных работ на комплексе «Восточный» в объеме, установленном техническими заданиями;

– круглосуточный сбор и обработка метеорологической информации, разработка и распространение через систему оперативно-информационных пунктов прогностической информации о метеорологической обстановке, а в особенности об опасных явлениях погоды, на комплексе «Восточный»;

– определение климатических характеристик района комплекса «Восточный»;

– обеспечение необходимой метеорологической и астрономо-геодезической информацией подразделений ФГУП «ЦЭНКИ», представителей сторонних организаций к срокам, обеспечивающим полноту ее использования с учетом специфики их деятельности на комплексе «Восточный»;

– эксплуатация средств измерения, специализированных технических средств и оборудования автономного энергоснабжения геофизического отдела в соответствии требованиями технической документации, руководящими документами Роскосмоса;

– поддержание в готовности эталонных направлений для проведения регламентов гироприборов.

Геофизический отдел делится на сектор метеорологического обеспечения и группу геодезического мониторинга.

Сектор метеорологического обеспечения геофизического отдела является структурным подразделением Управления эксплуатации телекоммуникационных, информационных и геофизических систем и комплексов филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный».

Основные задачи, выполняемые сектором метеорологического обеспечения:

- метеорологическое обеспечение космических программ на комплексе «Восточный»;
- непрерывный геофизический и метеорологический мониторинг по району комплекса «Восточный»;
- предупреждение об опасных явлениях погоды в районе комплекса «Восточный»;
- метеорологическое обеспечение метеорологических средств измерений;
- анализ и обобщение материалов по совершенствованию метеорологического обеспечения комплекса «Восточный» и представление руководству предложений по их улучшению;
- планирование и организация материально-технического снабжения отдела;
- подготовка и представление документов по геофизическому и метеорологическому обеспечению в рамках своих полномочий;
- подготовка необходимой информации и проведение работ по направлениям геофизического и метеорологического обеспечения подразделений ФГУП «ЦЭНКИ» и представителей сторонних организаций.

В соответствии с возложенными задачами в функции метеорологического сектора входят:

- выполнение мероприятий по метеорологическому обеспечению опытно-испытательных работ на комплексе «Восточный» в объемах, установленных техническими заданиями;
- круглосуточный сбор и обработка метеорологической информации, разработка и распространение прогностической информации о метеорологической обстановке, а в особенности об опасных явлениях погоды, на комплексе «Восточный»;
- определение климатических характеристик района комплекса «Восточный»;

– обеспечение необходимой метеорологической информацией подразделений ФГУП «ЦЭНКИ», представителей сторонних организаций к срокам, обеспечивающим полноту ее использования с учетом специфики их деятельности на комплексе «Восточный»;

– эксплуатация средств измерения и специализированных технических средств отдела в соответствии требованиями технической документации, руководящими документами Роскосмоса;

– организация и непосредственное участие в проведении договорной работы по специальным направлениям и вопросам повседневного жизнеобеспечения на объектах сектора;

– эксплуатация объектов, сооружений и помещений отдела.

### **1.3 Организационно-штатная структура сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела**

Сектор метеорологического обеспечения возглавляет начальник сектора, который назначается на должность и освобождается от занимаемой должности распоряжением генерального директора ФГУП «ЦЭНКИ» по представлению директора филиала. Внутри сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела выделены следующие структурные единицы:

– главный специалист;

– ведущий инженер;

– инженер-синоптик;

– техник;

– техник-программист.

Схему структуры сектора метеорологического обеспечения можно увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема организационной структуры геофизического отдела

Начальник сектора должен уметь определять перспективы, конкретные направления, цели и задачи деятельности отдела, планировать его работу, осуществлять руководство деятельностью отдела, организовывать и контролировать выполнение поставленных задач. Начальник сектора обязан:

- организовывать и принимать личное участие в разработке методических и нормативных документов общего и специального назначения. Разрабатывать планы и перечень мероприятий по выполнению задач, поставленных отделу, организовывать и контролировать проведение указанных мероприятий;

- взаимодействовать с организациями и предприятиями Федерального космического агентства Российской Федерации и войсковыми частями Министерства обороны Российской Федерации по вопросам геофизического обеспечения всех видов деятельности на космодроме «Восточный»;

- организовывать и принимать личное участие в обеспечении метеорологической информацией в соответствии с планом метеорологического обеспече-

ния, техническими заданиями на проведение опытно-испытательных работ, планами применения авиации, заявками потребителей метеорологической информации;

– проводить методическую работу по повышению эффективности работы, уровня подготовки и квалификации работников, развитию творческой инициативы, рационализации, внедрению передового опыта, современных форм и методов работы;

– организовывать и контролировать своевременность представления метеорологической информации руководителям предприятия, руководителям структурных подразделений и оперативным службам предприятия, а также информации о наличии на рабочих местах специалистов комплекса на центральный пункт управления филиала;

– осуществлять контроль за состоянием, эксплуатацией и обслуживанием техники и оборудования отдела, ведением эксплуатационно-технической, учетной документации отдела;

– сохранять конфиденциальность служебной информации, обеспечивать сохранность служебных документов, соблюдать сроки исполнения документов;

– контролировать проведение в секторе работ с повышенной опасностью в полном соответствии с требованиями руководящих документов;

– организовывать решение других вопросов, находящихся в его компетенции.

Главный специалист имеет следующие обязанности:

– организовывать работу специалистов сектора по анализу оперативной метеорологической, аэросиноптической, радиолокационной, спутниковой информации, составлению краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов погоды, штормовых предупреждений о возникновении опасных метеорологических явлений, а также справочных материалов по климату и их доведению в установленном порядке до руководителей и специалистов структурных подразделений комплекса «Восточный»;

– организовывать работу по адаптации к местным условиям существующим

щих, разработке и внедрению в практику новых методов прогнозов и технологий сбора и передачи диагностической и прогностической метеорологической информации;

– организовывать работу по повышению квалификации специалистов сектора.

Ведущий инженер обязан выполнять следующую работу:

– участвовать в разработке инструкций сектора метеорологического обеспечения;

– контролировать соответствие производимых помощниками начальника дежурной смены сектора метеорологического обеспечения метеорологических измерений и наблюдений требованиям руководящих документов, ведение ими рабочей документации;

– контролировать уровень профессиональной подготовки специалистов, привлекаемых к несению дежурства на рабочем месте помощника начальника дежурной смены сектора метеорологического обеспечения;

– организовывать обеспечение потребителей специализированной метеорологической информацией;

– организовывать учет опасных явлений погоды;

– участвовать в работе комиссий по оценке размеров ущерба, нанесенного опасными явлениями погоды;

– вести учет рабочей документации, специальной литературы и архивных материалов сектора метеорологического обеспечения;

– участвовать в обеспечении опытно-испытательных работ на комплексе «Восточный»;

– участвовать во внедрении методов и технологий автоматизированной обработки метеорологической информации;

– производить климатологическую обработку результатов метеорологических измерений и наблюдений.

К обязанностям синоптика относятся:

– осуществление анализа оперативной метеорологической, аэросиноптиче-



ской, радиолокационной, спутниковой информации, качественная обработка комплектов аэросиноптических карт.

- разработка краткосрочных прогнозов погоды, штормовых предупреждений об угрозе возникновения опасных метеорологических явлений и своевременное доведение их в установленные адреса.

- своевременное предоставление метеорологической информации руководителям предприятия, руководителям структурных подразделений и оперативным службам предприятия;

- ведение рабочей документации дежурной смены информационно-прогностического отдела;

- ведение учета оправдываемости различных методов прогнозирования явлений погоды и метеорологических параметров;

- участие в метеорологическом обеспечении опытно-испытательных работ на комплексе «Восточный»;

- участие в разработке долгосрочных прогнозов;

- участие во внедрении новых методов прогноза различных метеорологических элементов, атмосферных явлений;

- участие в обеспечении опытно-испытательных работ на комплексе «Восточный».

Техник имеет следующие обязанности:

- в системе метеорологического обеспечения выполнение обязанностей помощника начальника дежурной смены сектора метеорологического обеспечения;

- проведение метеорологических наблюдений в установленном руководящими документами объеме;

- обработка и анализ метеорологической информации;

- осуществление обеспечения потребителей специализированной метеорологической информацией;

- проведение работы по обобщению метеорологической информации за многолетний период;

- осуществление разработки новых и совершенствование существующих методов обобщения метеорологической информации и использование полученной информации в интересах сектора на современном этапе и в перспективе;
- ведение учета опасных явлений погоды;
- участие в работе комиссий по оценке размеров ущерба, нанесенного опасными явлениями погоды;
- выполнение расчётов и других работ, проводимых при режимных обобщениях, используя средства электронно-вычислительной техники.

Техник-программист обязан выполнять следующую работу:

- контролировать техническое состояние и эксплуатацию средств измерения метеорологических параметров и средств приема метеорологической информации;
- обеспечивать бесперебойное функционирование технических средств измерения метеорологических параметров и вычислительной техники сектора, локальной вычислительной сети отдела и принимать оперативные меры по устранению возникающих в процессе работы отклонений от нормального функционирования;
- выполнять профилактические работы по поддержанию работоспособности средств вычислительной техники сектора, локальной вычислительной сети отдела;
- осуществлять подключение и замену внешних устройств, проведение тестирования средств вычислительной техники сектора;
- проводить тестирование и мелкий ремонт отдельных устройств и средств вычислительной техники сектора, кабельных линий локальной вычислительной сети отдела;
- участвовать в разработке инструкций сектора, методических и нормативных материалов по использованию и эксплуатации технических средств измерения метеорологических параметров и вычислительной техники сектора, локальной вычислительной сети отдела;
- осуществлять мониторинг работы и диагностику технических средств

измерения метеорологических параметров и вычислительной техники сектора, локальной вычислительной сети отдела с целью своевременного выявления неисправностей;

– следить за новинками в области компьютерных и околокомпьютерных технологий с целью планирования модернизации оборудования сектора и локальной вычислительной отдела;

– выявлять ошибки пользователей и аппаратного обеспечения локальной вычислительной сети отдела, восстанавливать работоспособность оборудования;

– вести необходимую эксплуатационно-техническую документацию средств измерения метеорологических параметров сектора и локальной вычислительной сети отдела.

#### **1.4 Анализ аппаратно-программного комплекса системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»**

##### **1.4.1 Анализ аппаратной части комплекса системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»**

Система радиозондирования атмосферы – комплекс оборудования для сбора информации о температуре и влажности воздуха, скорости и направлении ветра на различных высотах; состоит из следующих компонентов: радиозонд – прибор, включающий в себя датчики температуры, влажности и давления, а также устройство для преобразования параметров окружающего воздуха, измеряемых с помощью этих датчиков, в радиотелеметрический сигнал и передачи его на приёмное наземное устройство; поднимается в атмосферу с помощью латексной оболочки, наполненной водородом или гелием, до высот (30-40) км; приёмное наземное устройство, включающее в себя радиолокатор для приёма радиосигналов радиозонда (обеспечивает также сопровождение радиозондов на расстояние до (200-250) км от точки выпуска), определения его текущих координат, и вычислительный комплекс для обработки телеметрической информации, обработки данных и выдачи результатов [1].

Аппаратная часть комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы представлена систе-

мой радиозондирования «Полюс». Система предназначена для получения с повышенной надежностью и точностью аэрологической информации о параметрах свободной атмосферы: температуры, влажности, давления, направления и скорости ветра, получаемых с запускаемых в свободный полет метеорологических радиозондов. Система радиозондирования атмосферы «Полюс» представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Система радиозондирования атмосферы «Полюс»

Основу системы радиозондирования «Полюс» представляют собой базовая станция системы радиозондирования «Полюс-С» с антенно-фидерной системой базовой станции системы радиозондирования «Полюс-С» с круговой диаграммой направленности, представленная на рисунке 3.

Структура работы базовой станции системы радиозондирования «Полюс» представлена на рисунке 4.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Рисунок 3 – Базовая станция системы радиозондирования «Полус-С»

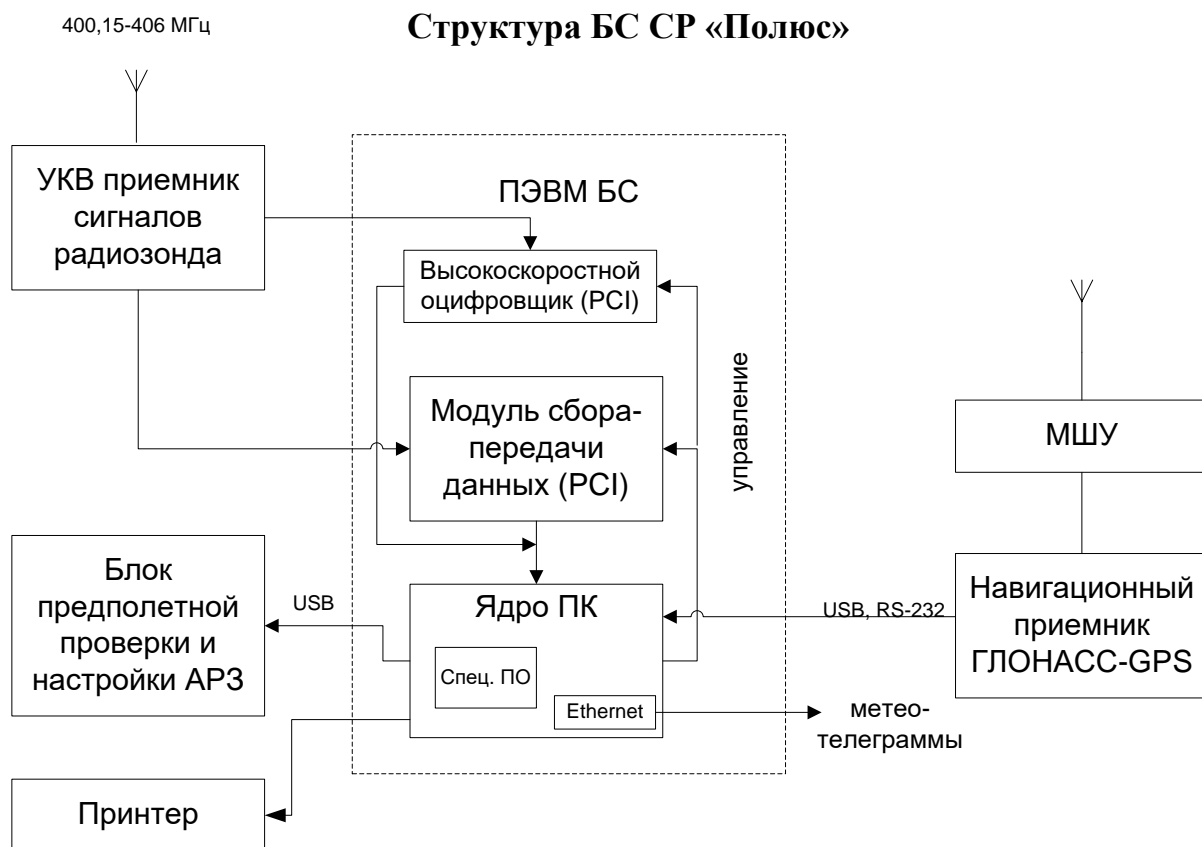


Рисунок 4 – Структура работы базовой станции системы радиозондирования «Полус»

Система радиозондирования «Полус» производит контактное радиозондирование атмосферы путем запуска аэрологического радиозонда, подвешенным к оболочке, наполненной гелием. При свободном полете аэрологический радио-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

зонд измеряет свои координаты радионавигационным методом по спутниковым сигналам ГЛОНАСС/GPS и вместе с измеренными данными о температуре и влажности передаёт их по радиоканалу на базовую станцию системы радиозондирования «Полюс-С».

Станция радиозондирования формирует метеотелеграммы в формате, принятом для сети Росгидромета, по всем замеренным высотам и передаёт полученные метеорологические данные через сеть Ethernet в систему сбора, обработки, передачи и хранения метеорологической информации и в аппаратно-программный комплекс автоматизированной системы сбора, обработки и хранения данных.

Более наглядная структура работы системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный» представлена в приложении Б.

#### 1.4.2 Анализ программной части комплекса системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

Программный комплекс разрабатывается на основе существующей и используемой в секторе метеорологического обеспечения управляющей программе базовой станции «Полюс» «RMeteo».

Основными функциями, выполняемыми управляющим программным обеспечением базовой станции «Полюс», являются:

- декодирование и обработка данных принимаемой телеметрии;
- хранение, систематизация и предоставление данных телеметрии в удобном для понимания оператором виде.
- анализ получаемых от радиозонда данных, обработка и выборка полезной информации, для обеспечения точности и достоверности которой, используются инновационные алгоритмы и принципы обработки аналогово-цифровых сигналов.
- управление радиоприемником базовой станции:
  - 1) отображение состояния;
  - 2) первоначальная настройка и подготовка к работе;
  - 3) слежение за состоянием приемного тракта (уровень сигнала, АПЧ).

- контроль (диагностика) и управление блоком питания базовой станции:
  - 1) индикация значений питающих напряжений;
  - 2) отображение критических состояний и предупреждений;
  - 3) аварийное завершение работы в случае неполадок.
- автоматическое управление этапами выпуска, от предстартовой подготовки, до завершения полета и архивирования данных;
- предоставление оператору оперативной информации о выпуске зонда, с возможностью быстрого и удобного доступа к полученным данным и графическим построениям;
- организация централизованного архива выпусков. Данные выпусков, находящиеся в архиве, можно быстро загрузить в любой момент, и сделать по ним построения, или сравнить с данными текущего выпуска.

Данное программное обеспечение отображает сопровождение зондов и сбор ими телеметрической информации. Сопровождение зонда представлено на рисунке 5.

Зонд собирает информацию и передаёт её базовой станции, что отражается в данном программном обеспечении. Переданная информация представляется в виде, представленном на рисунке 6. Из собранной информации формируется отчёт в текстовом файле, который имеет вид, представленный на рисунке 7.

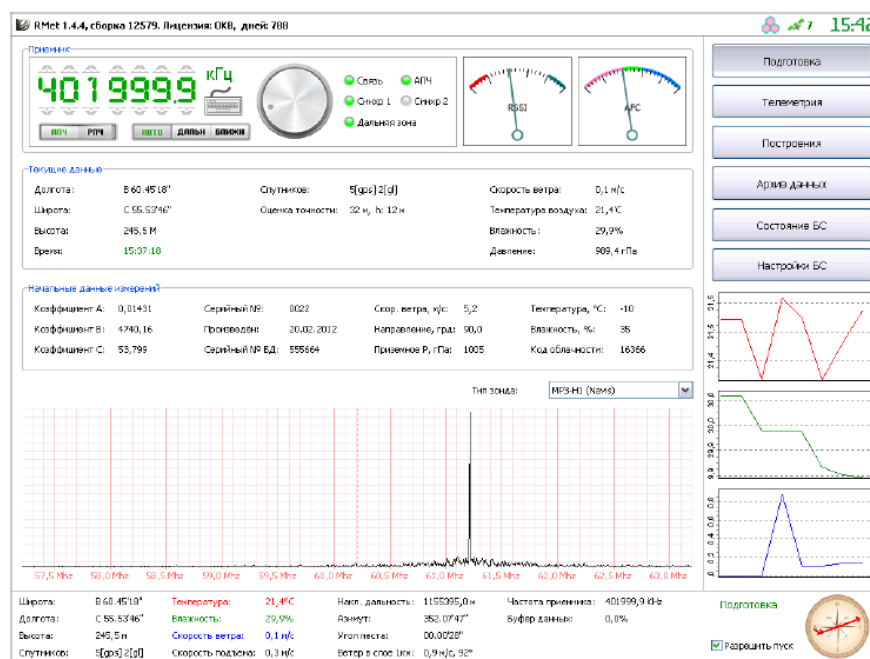


Рисунок 5 – Окно, отображающее сопровождение зонда

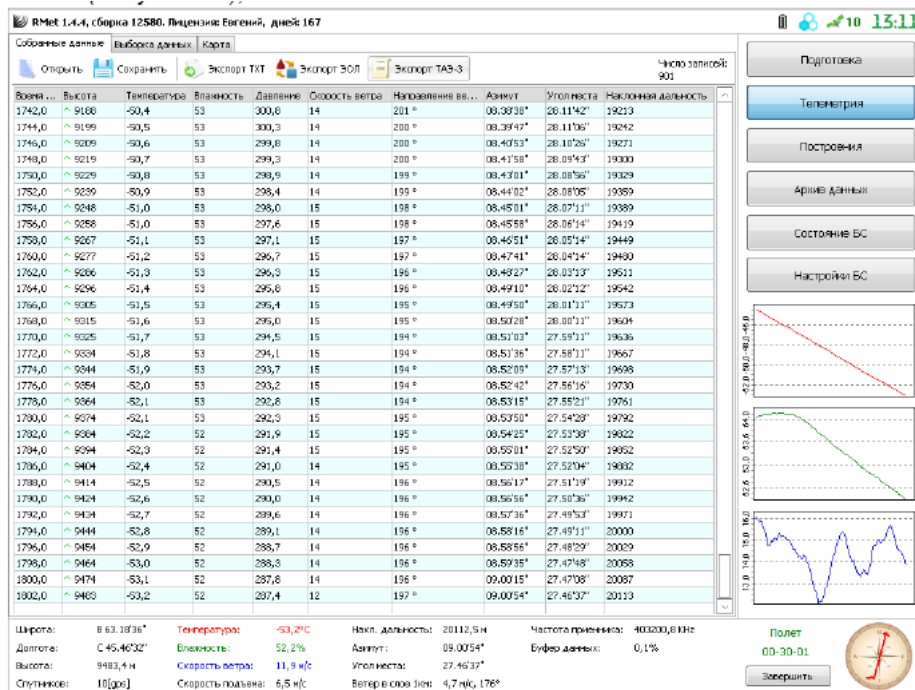


Рисунок 6 – Окно, отображающее собранную телеметрическую информацию

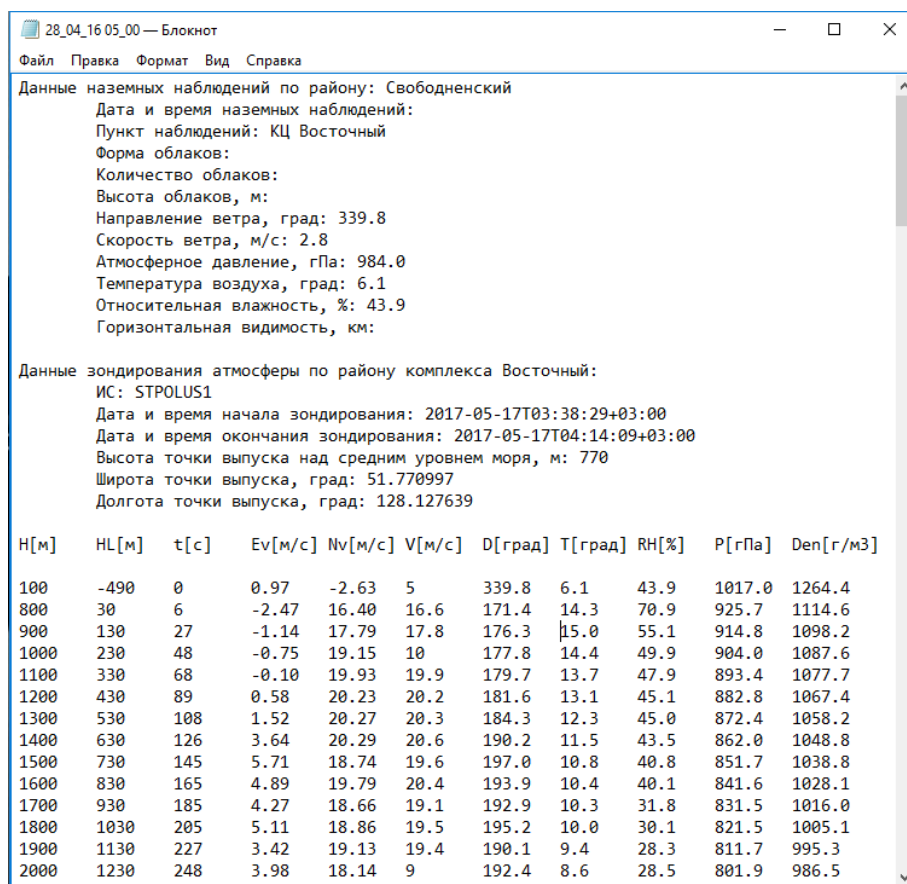


Рисунок 7 – Текстовый файл с собранной информацией



## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ И ВЫДАЧИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»

### 2.1 Анализ требований к программному комплексу автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

Согласно техническому заданию, предъявляются следующие требования к функционированию системы:

- система должна состоять из специального программного обеспечения обработки, выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы;
- специальное программное обеспечение должно отображать данные системы аэрологического зондирования атмосферы;
- специальное программное обеспечение должно оперативно оповещать на рабочих местах должностных лиц руководства подготовки и пуска ракет космического назначения о данных комплексного радиозондирования атмосферы;
- специальное программное обеспечение должно предупреждать на рабочих местах должностных лиц руководства подготовки и пуска ракет космического назначения о превышении допустимых значений, установленных эксплуатационной документацией;
- внешний вид программного продукта должен быть лаконичным. Используемая цветовая гамма не должна вызывать раздражения и быть приятной для глаз, во избежание проблем со зрением. Интерфейс должен быть оформлен под стандартные приложения Windows, иметь схожее строение различных разделов программы и быть интуитивно понятен пользователю.

## **2.2 Цели и задачи создания программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»**

Проведя анализ технического задания и сопоставив требования к программному продукту можно выделить цель создания системы - обеспечение безопасности проведения работ по подготовке и пуску ракет космического назначения на космодроме «Восточный». Безопасность обеспечивается посредством отображения данных зондирования атмосферы в виде графика и предупреждении о превышении предельных значений, в случае их возникновения.

Задачи системы:

- приём данных от системы аэрологического зондирования атмосферы;
- обработка полученных данных;
- выдача данных пользователю;
- оперативное оповещение на рабочих местах;
- предупреждение о превышении допустимых значений.

## **2.3 Характеристика функциональных модулей программного продукта**

### **2.3.1 Выделение функциональных модулей программного продукта**

В составе проектируемого программного продукта можно выделить следующие функциональные модули:

- модуль «Поиска текстового файла с данными»;
- модуль «Обработки текстового файла»;
- модуль «Представления данных в виде графиков».

Модуль «Поиска файлов» включает функцию «поиска файла» в локальном хранилище, сформированный в виде текстового документа программным обеспечением «RMeteo» системы аэрологического зондирования, с указанной датой, когда было проведено радиологическое зондирование атмосферы.

Модуль «Обработки текстового файла» выполняет функцию извлечения из файла необходимых данных, содержащих информацию о высоте и скорости ветра для дальнейшего отображения их на графике.

Модуль «Представления данных в виде графиков» выполняет функцию

«Построения графиков» по извлеченным из текстовых файлов данным и выводит график в окне пользовательского интерфейса.

### 2.3.2 Проектирование функциональных модулей программного продукта

Главной задачей модуля «Поиска текстового файла с данными» является поиск необходимых текстовых файлов для дальнейшего представления данных с этих файлов в виде графика. Найденные текстовые файлы поступают в модуль «Обработки текстового файла», где происходит извлечение необходимой информации. Этапы работы модуля должны выглядеть следующим образом:

- 1 этап – ожидание запроса на поиск текстовых файлов;
- 2 этап – проверка наличия требуемых файлов;
- 3 этап – если файлы присутствуют, осуществление запроса, иначе предоставление пользователю информации об ошибке и переход к этапу 1.

Модель работы модуля показана на рисунке 8.

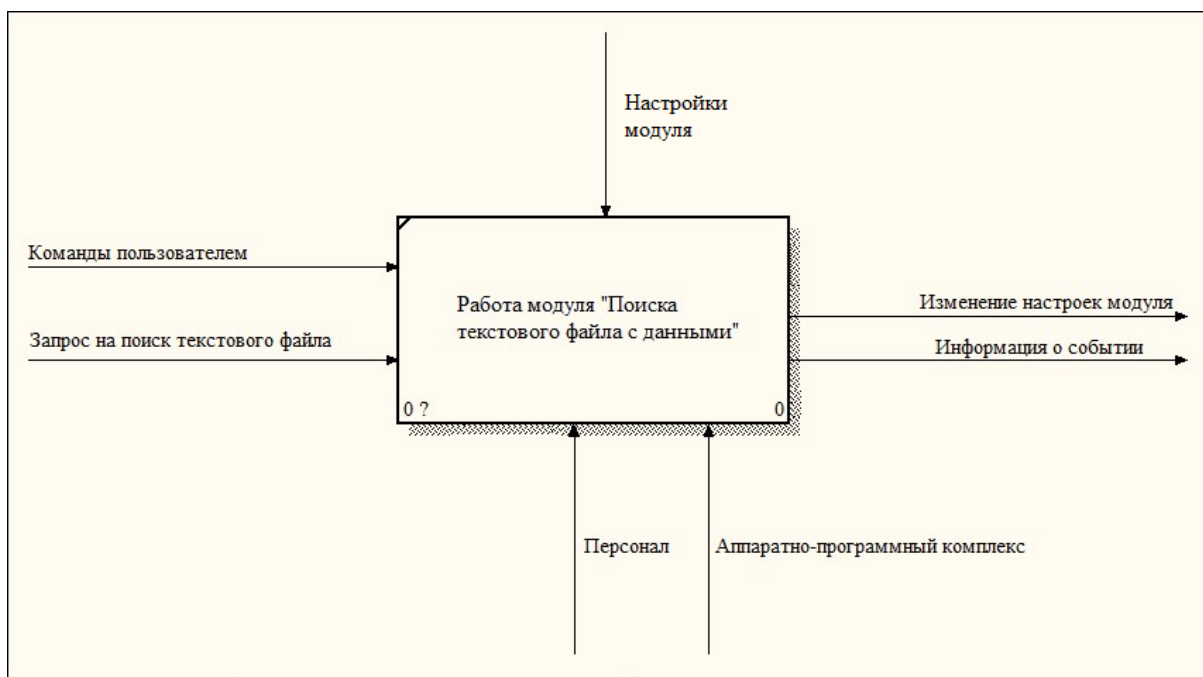


Рисунок 8 – Модель работы модуля «Поиска текстового файла с данными»

Модуль «Обработки текстового файла» взаимодействует с модулем «Поиска текстового файла с данными», так как осуществляет извлечение данных из найденных файлов о высоте и скорости ветра с заданным шагом в 1 километр. Затем извлечённые файлы отправляются в модуль «построения графиков», где после запроса пользователя происходит непосредственный вывод найденных

данных в виде графика. Этапы работы модуля выглядят следующим образом:

1 этап – проверка необходимой информации в найденных текстовых файлах;

2 этап – если необходимая информация присутствует, считывание данных о высоте и скорости ветра, иначе предоставление пользователю информации об ошибке и переход к этапу 1.

Модель работы модуля показана на рисунке 9.

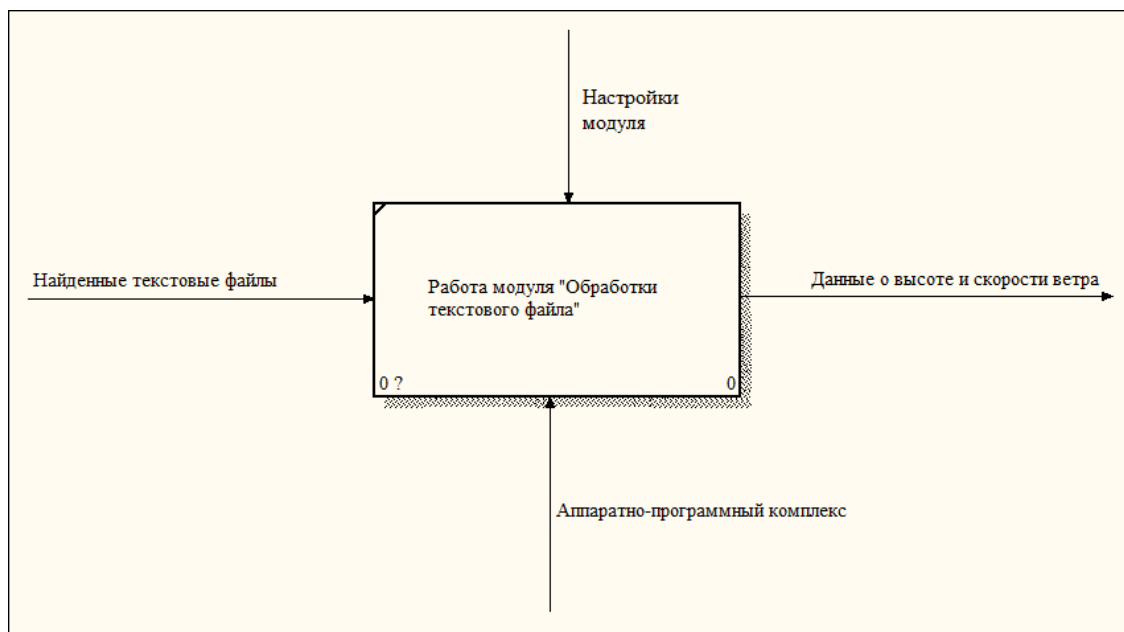


Рисунок 9 – Модель работы модуля «Обработки текстового файла»

Модуль «Построения графиков» взаимодействует с модулем «Обработки текстового файла». Данный модуль организует, исходя из названия, построение графиков по полученным обработанным данным о высоте и скорости ветра в удобном для восприятия виде с возможностью дальнейшей печати. Этапы работы модуля выглядят следующим образом:

1 этап – ожидание запроса на построение графика;

2 этап – проверка наличия требуемых данных;

3 этап – если файлы присутствуют, осуществление построения графика, иначе предоставление пользователю информации об ошибке и переход к этапу 1.

Модель работы модуля показана на рисунке 10.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

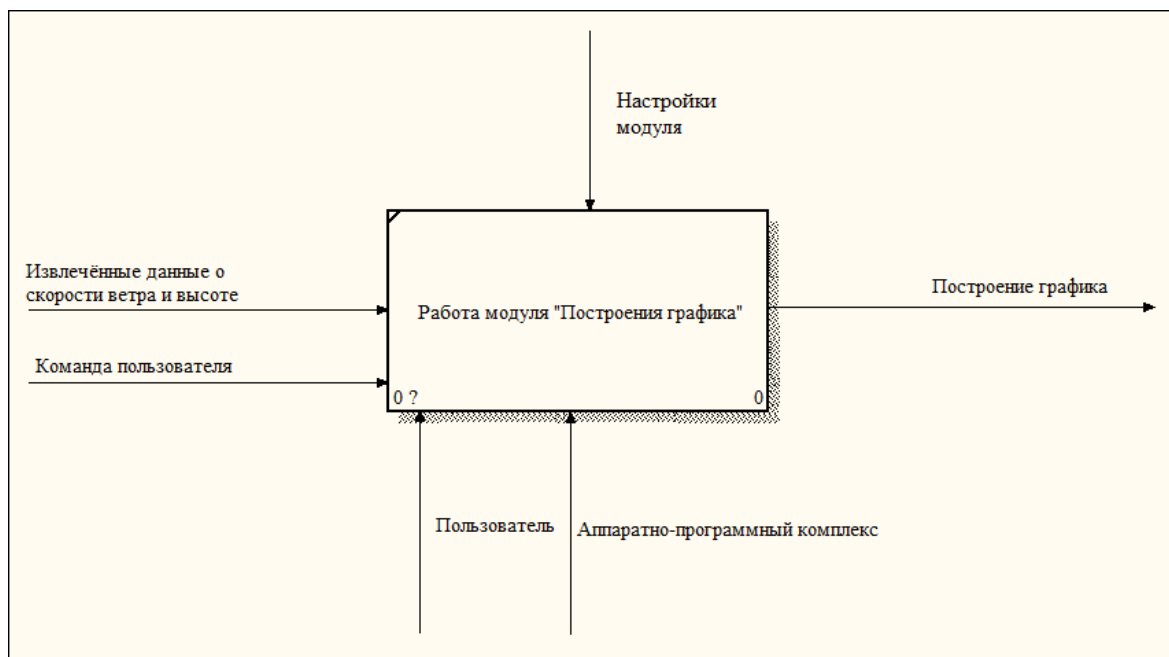


Рисунок 10 – Модель работы модуля «Построения графиков»

### 2.3.3 Проектирование взаимодействия функциональных модулей программного продукта

Функциональная структура представлена в приложении В. К входящим потокам относятся запросы пользователей на построение графиков высотно-ветровых данных системы аэрологического зондирования. Результатом работы программного продукта являются графики. В качестве управления программным продуктом выступают ГОСТы и эксплуатационная документация, а также положения и инструкции, в соответствии с которыми производится аэрологическое зондирование атмосферы. К механизмам относятся пользователи и аппаратно-программное обеспечение, с которыми будет происходить взаимодействие программного продукта.

Взаимодействие функциональных модулей компоненты показано в приложении Г.

### 2.4 Проектирование интерфейса программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

При проектировании интерфейса учитываются следующие требования технического задания:

- внешний вид программного продукта должен быть лаконичным;
- используемая цветовая гамма не должна вызывать раздражения и быть приятной для глаз, во избежание проблем со зрением;
- интерфейс должен быть оформлен под стандартные приложения Windows, иметь схожее строение различных разделов программы и быть интуитивно понятен пользователю.

В главном окне должен предоставляться доступ к основным функциям программного продукта. Также должна иметься рабочая область, где будет отображён интерфейс модуля «Построения графика».

Макет интерфейса главного окна программного продукта представлен на рисунке 11.

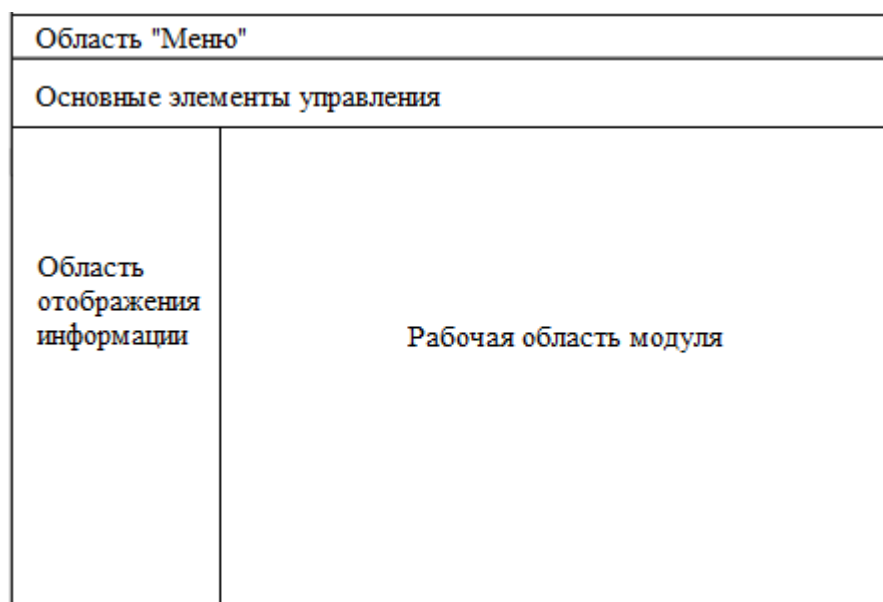


Рисунок 11 – Макет интерфейса главного окна

Элементы управления будут представлены кнопками вызова функций данного модуля и связанных с ним модулей, такие как:

- указание пути к файлам;
- выбор даты проведения аэрологического зондирования атмосферы;
- выбор предельного значения в зависимости от сезона проведения аэрологического зондирования атмосферы.

Рабочая область модуля «Построения графика» должна содержать достаточно места для отображения графиков.

Область отображения информации должна предоставлять информацию о том, значения скорости ветра какого зонда превысили предельно допустимые значения скорости ветра.

## **2.5 Обеспечивающие подсистемы разработки программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»**

Кроме функциональных модулей, существуют еще и обеспечивающие подсистемы, предназначенные для организации взаимосвязи отдельных элементов автоматизированной системы управления при ее функционировании. В составе обеспечений разрабатываемого аппаратно-программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы можно выделить следующие: организационное, лингвистическое, техническое, программное, правовое.

### **2.5.1 Подсистема «Организационное обеспечение»**

Для непосредственной работы с будущей автоматизированной системой необходимо произвести инструктаж для пользователей системы, с целью знакомства с автоматизированной системой и подготовки пользователей к будущей работе с системой. Кроме того, разработка любой автоматизированной системы предполагает создание специальной литературы: руководства пользователя.

Особые требования предъявляются руководству пользователя, которое должно содержать не только основы работы с системой, но и описание возможных ошибок и конфликтных ситуаций. Обязательно должна быть описана последовательность работ, необходимых для решения конкретных задач.

К данному виду обеспечения также относится спецификация, в которой определяется набор документации, идущей в составе аппаратно-программного комплекса аэрологического зондирования атмосферы, а также состав технического и аппаратного обеспечения комплекса [5].

### **2.5.2 Подсистема «Техническое обеспечение»**

Техническое обеспечение – совокупность технических средств, которые предназначены для работы системы.

Проектируемая система будет опираться на техническое обеспечение, которое содержит:

- вычислительная техника (ЭВМ);
- периферийные устройства (принтеры).

Система должна функционировать на рабочем компьютере при следующем минимальном наборе технических средств:

- процессор Intel Pentium Celeron с частотой 1800 МГц;
- объем оперативного запоминающего устройства не менее 512 Мбайт;
- объем постоянного запоминающего устройства 40 Гбайт;
- монитор с разрешающей способностью 800x600;
- SVGA-модем;
- блок питания 300 Вт;
- устройства ввода информации – клавиатура, мышь.

### 2.5.3 Подсистема «Программное обеспечение»

В состав подсистемы «Программное обеспечение» входит операционная система Windows. На компьютере должна быть установлена одна из следующих версий операционной системы: Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 10. Проектируемый программный продукт стабильно функционирует в каждой версии Windows.

Кроме того, необходима установка дополнительной программной платформы Microsoft .NET Framework.

### 2.5.4 Подсистема «Правовое обеспечение»

Подсистема «Правовое обеспечение» предназначена для регламентации процесса создания и эксплуатации программного продукта, которая включает совокупность юридических документов с констатацией регламентных отношений по формированию, хранению, обработке промежуточной и результатной информации. К данной подсистеме относится техническое задание на разработку программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы, которое представлено в приложении Д.



### 2.5.5 Подсистема «Лингвистическое обеспечение»

Лингвистическое обеспечение АИС – совокупность языковых средств, предназначенных для формализации естественного языка, хранения и обработки информации.

Для разработки системы в рамках лингвистического обеспечения был использован объектно-ориентированный язык программирования C#.

Язык является довольно простым и лаконичным, что даёт меньше шансов допустить ошибки при написании кода, при этом же способен удовлетворить все основные запросы разработчиков. Большой плюс C# состоит в том, что язык имеет достаточно высокую скорость разработки, большое количество библиотек.

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

### 3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ И ВЫДАЧИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»

#### 3.1 Обоснование выбора языка программирования и среды разработки

##### 3.1.1 Язык программирования C# и программная платформа .NET

В качестве языка программирования был выбран объектно-ориентированный язык программирования C# и программная платформа .NET Framework. C# использует среду разработки IDE, что даёт возможность создавать комплексные проекты с использованием разных языков.

Многоязыковая среда разработки .NET Framework представляет собой сумму двух составляющих:

– библиотека времени исполнения (CLR) во время выполнения кода она следит за динамикой многопоточных приложений, обеспечивает взаимосвязь процессов, поддерживает их безопасность, автоматизирует процедуры выделения и освобождения памяти.

– унифицированная библиотека классов разработчика (UPC) предоставляет разработчику унифицированную, объектно-ориентированную, расширяемую библиотеку классов, которая совместно с другими ресурсами является частью программируемого интерфейса приложений API [6].

##### 3.1.2 Обоснование выбора языка C#

Язык C# основан на строгой компонентной архитектуре и реализует передовые механизмы обеспечения безопасности кода. Преимуществами языка C# являются:

– язык программирования C# претендует на подлинную объектную ориентированность (всякая языковая сущность претендует на то, чтобы быть объектом);

– компонентно-ориентированный подход к программированию, способствующий меньшей машинно-архитектурной зависимости результирующего

программного кода, гибкости, переносимости и легкости повторного использования (фрагментов) программ;

- JIT – компиляция, которая происходит при запуске приложения на выполнение, основной особенностью данной компиляции является то, что в данный момент будет скомпилирован только использующаяся часть приложения. При этом уже скомпилированная часть сохраняется до завершения работы с программой;

- ориентация на безопасность кода (в сравнении с C и C++);

- унифицированная система типизации;

- расширенная поддержка событийно-ориентированного программирования [8].

Разработанный программный комплекс будет работать в ОС Windows, поэтому C# достаточно удобно использовать в качестве языка программирования, так как его поддержкой занимается Microsoft, обеспечивая пользователя необходимой документацией и библиотеками.

### 3.1.3 Обоснование выбора среды разработки Microsoft Visual Studio 2015

Разработка программного продукта проводилась в интегрированной среде разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 2015.

Microsoft Visual Studio 2015 – средство для разработчиков программного обеспечения, которое позволяет решать основные задачи разработки: система упрощает создание, отладку и развёртывание приложений на различных платформах, включая SharePoint и облачную среду.

Основными преимуществами Visual Studio являются:

- использование вычислительных мощностей локального компьютера и облака;

- простая реализация общих задач и индивидуальный подход;

- быстрое создание высококачественного кода;

- функция поддержки нескольких мониторов;

- возможность реализации идей и решений для широкого спектра платформ, включая Windows, Windows Server, веб-среду, облачную среду, Office и

## SharePoint

С помощью Visual Studio решается задача разработки программного обеспечения.

Visual Studio является интегрированной средой, в которой разработчики могут использовать уже имеющиеся навыки для написания кода, отладки, модульного тестирования и развертывания непрерывно расширяющейся номенклатуры типов приложений. Visual Studio упрощает реализацию общих задач и обеспечивает индивидуальный подход, что позволяет разработчикам максимально использовать возможности базовых платформ.

Мощные инструменты Visual Studio помогают быстро создавать высококачественный код. Интегрированная поддержка разработки через тестирование и новые инструменты отладки ПО для многоядерных процессоров позволяют без труда находить и устранять дефекты, обеспечивая создание высококачественного решения [6].

### 3.1.4 Обоснование выбора используемых при разработке технологий программирования

В Visual Studio существует множество технологий программирования, которые могут быть использованы при разработке программного продукта. Из-за необходимости построения графического интерфейса, а также для разработки приложения были выбраны следующие технологии программирования:

– для построения пользовательского интерфейса была использована графическая (презентационная) подсистема Windows Presentation Foundation (WPF). WPF – это система для построения клиентских приложений Windows с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем, графическая (презентационная) подсистема в составе .NET Framework, использующая язык XAML.

– для построения графического интерфейса используется язык Extensible Application Markup Language (XAML), который представляет собой расширяемый язык разметки приложений, реализующий возможность построения сложного графического интерфейса без вмешательства в программный код приложения,

что позволяет упростить работу по верстке интерфейса, а также отбрасывает необходимость доработки кода при незначительных изменениях кода;

- для построения графика была использована библиотека ZedGraph - компонент для реализации представления графиков для платформы .NET Framework.

Основными преимуществами WPF являются:

- независимость от разрешения экрана: поскольку в WPF все элементы измеряются в независимых от устройства единицах, приложения на WPF легко масштабируются под разные экраны с разным разрешением;

- богатые возможности по созданию различных приложений: это и мультимедиа, и двухмерная и трехмерная графика, и богатый набор встроенных элементов управления, а также возможность самим создавать новые элементы, создание анимаций, привязка данных, стили, шаблоны, темы и многое другое;

- аппаратное ускорение графики - вне зависимости от того, работаете ли вы с 2D или 3D, графикой или текстом, все компоненты приложения транслируются в объекты, понятные Direct3D, и затем визуализируются с помощью процессора на видеокарте, что повышает производительность, делает графику более плавной;

- создание приложений под множество ОС семейства Windows - от Windows XP до Windows 10 [10].

Используемая библиотека ZedGraph позволяет выполнять следующие функции с графиками:

- осуществлять вывод различных графиков;
- выполнять работу с осями;
- выполнять работу с легендой;
- осуществлять необходимое оформление графиков. [11]

### **3.2 Описание программного продукта**

#### **3.2.1 Функциональное назначение**

Разработанный программный продукт представляет собой приложение «MeteoGraph» для обработки, выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы и отображения их в наглядной для пользователя форме в виде

графика. Используется для обеспечения безопасного пуска ракет космического назначения, так как показывает превышение предельных высотно-ветровых значений, если они возникают.

### 3.2.2 Работа программного продукта

Разработанный программный продукт «MeteoGraph» обрабатывает данные, содержащие основные метеорологические величины, которые поступают от зонда через базовую станцию и специальное программное обеспечение «RMeteo». «RMeteo» формирует поступающие данные в виде текстового файла и сохраняет его на компьютере с указанием даты проведения замеров в имени файла, имеющим специальный формат «ДД\_ММ\_ГГ ЧЧ\_ММ». Далее разработанный программный продукт «MeteoGraph» осуществляет поиск текстовых файлов с указанной определённой датой и происходит построение графика. Затем выбирается пункт «Зима» или «Лето», в зависимости от сезона года, который отображает предельные высотно-ветровые значения за конкретный сезон. Если значения хотя бы одного текстового файла превышают предельные высотно-ветровое значение, программа оповещает об этом в виде сообщения, выводимого в окне программы.

### 3.3 Разработка модулей программного продукта

При проектировании программного продукта были выделены основные модули и их взаимодействие, на основе этого были разработаны следующие классы:

- Search, описывающий модуль «Поиск текстового файла с данными»;
- Treatment, описывающий модуль «Обработки текстового файла»;
- Graph, описывающий модуль «Построения графика».

Класс Search содержит в себе методы, описывающие следующие события:

- BrowseFolder\_Click, метод открывает окно к выбору папки, где находятся необходимые текстовые файлы;
- GetFiles, метод отображает список файлов в открытом окне выбора папки;
- DateCh\_Click, метод выбора необходимой даты проведённого зондирования

ния атмосферы.

Модель класса Search представлена на рисунке 12.

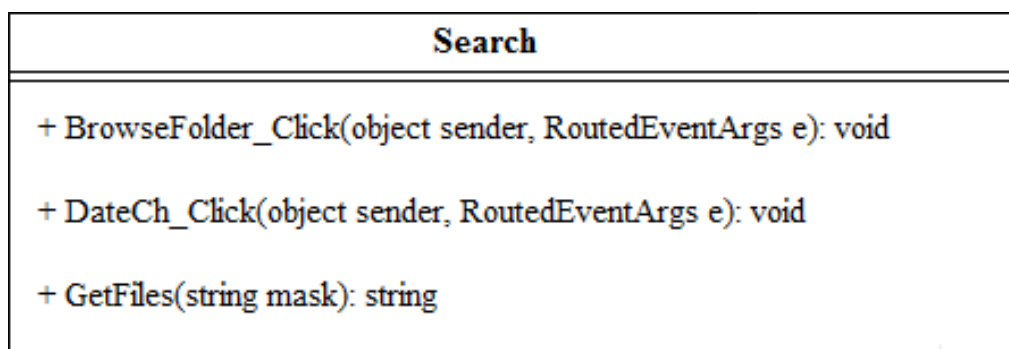


Рисунок 12 – Модель класса Search

Класс Treatment содержит в себе метод FilesGraph – метод, который осуществляет считывание из найденных файлов данных о значениях скорости ветра и высоте. Также данный класс хранит в себе переменные, содержащие предельные значения скорости ветра в зависимости от сезона:

- ZondWinter, хранит в себе предельные значения скорости ветра и высоты по зиме;
- ZondSummer, хранит в себе предельные значения скорости ветра и высоты по лету.

Модель класса Treatment представлена на рисунке 13.

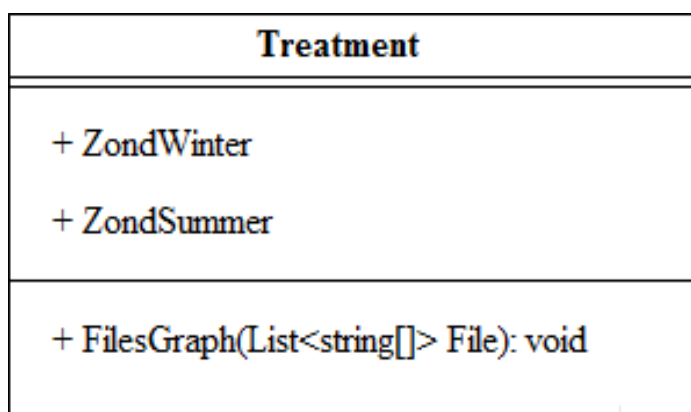


Рисунок 13 – Модель класса Treatment

Класс Graph содержит в себе следующие методы:

- CreateGraph, метод, позволяющий строить графики;
- IsLinesCross, метод, определяющий пересекаются ли линии графика;
- PointCross, метод, который указывает в каком месте произошло пересече-

ние, если такое присутствует;

- ClearLine, метод, позволяющий удалить линию, если необходимо;
- SummerChek\_Checked, метод, который строит линию предельных значений скорости ветра и высоты по лету;
- WinterChek\_Checked, метод, который строит линию предельных значений скорости ветра и высоты по зиме;
- Limit\_Click, метода, позволяющий установить необходимые пределы по осям, если необходимо;
- ClearZed, метод очистки графика.

Модель класса Graph представлена на рисунке 14.

<b>Graph</b>
+ CreateGraph(Zond MyZond, System.Drawing.Color Color): void
+ IsLinesCross(): bool
+ PointCross(CurveItem CurveOne, CurveItem SumWint): void
+ ClearLine(string name): void
+ SummerChek_Checked(object sender, RoutedEventArgs e): void
+ WinterChek_Checked(object sender, RoutedEventArgs e): void
+ Limit_Click(object sender, RoutedEventArgs e): void
+ ClearZed(): void

Рисунок 14 – Модель класса Graph

### 3.4 Разработка интерфейса программного продукта

Для построения графического интерфейса использовалась система для построения клиентских приложений WPF, использующая язык разметки Extensible Application Markup Language (XAML).

При разработке программного продукта использовались следующие элементы WPF:

- Button (кнопка);
- Calendar (календарь);
- CheckBox (флажок);
- Контейнеры, такие как Grid, StackPanel, Panel;



– TextBlock (текстовое поле).

В первую очередь с помощью контейнеров осуществляется компоновка. Компоновка – процесс размещения элементов внутри контейнера. Контейнеры компоновки позволяют эффективно распределить доступное пространство между элементами, найти для него наиболее предпочтительные размеры [4].

Структура компоновки главного окна представлена на рисунке 15.

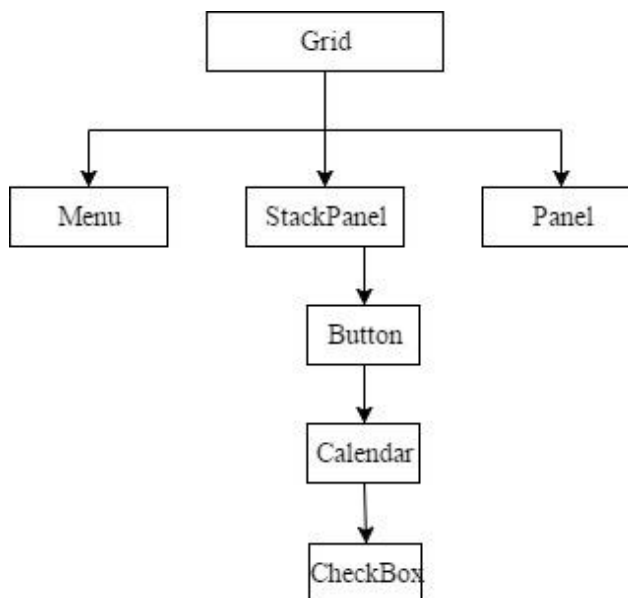


Рисунок 15 – Структура компоновки интерфейса главного окна

Контейнер Grid является идеальным инструментом для разбиения окна на меньшие области, которыми можно управлять с помощью других панелей. Контейнер Grid содержит в себе элементы управления Menu, представляющие собой главное меню, контейнер StackPanel – область элементов управления, которая содержит такие элементы, как Button, Calendar, CheckBox, а также контейнер Panel, представляющий собой рабочую область, где происходит построение графика и область вывода информации.

### 3.5 Разработка руководства пользователя

Разработанная программа предназначена для отображения высотно-ветровых данных системы аэрологического зондирования атмосферы в виде графика, а также для предупреждения о превышении предельных значений. Для использования данного программного продукта не требуется специального обучения пользователя, так как программа имеет интуитивно понятный интерфейс.

При запуске программы открывается окно, изображённое на рисунке 16.

Для выбора текстовых файлов необходимо указать путь к ним. Для этого необходимо нажать кнопку «Обзор», после чего появится окно, показанное на рисунке 17, в котором необходимо выбрать папку, где хранятся файлы.

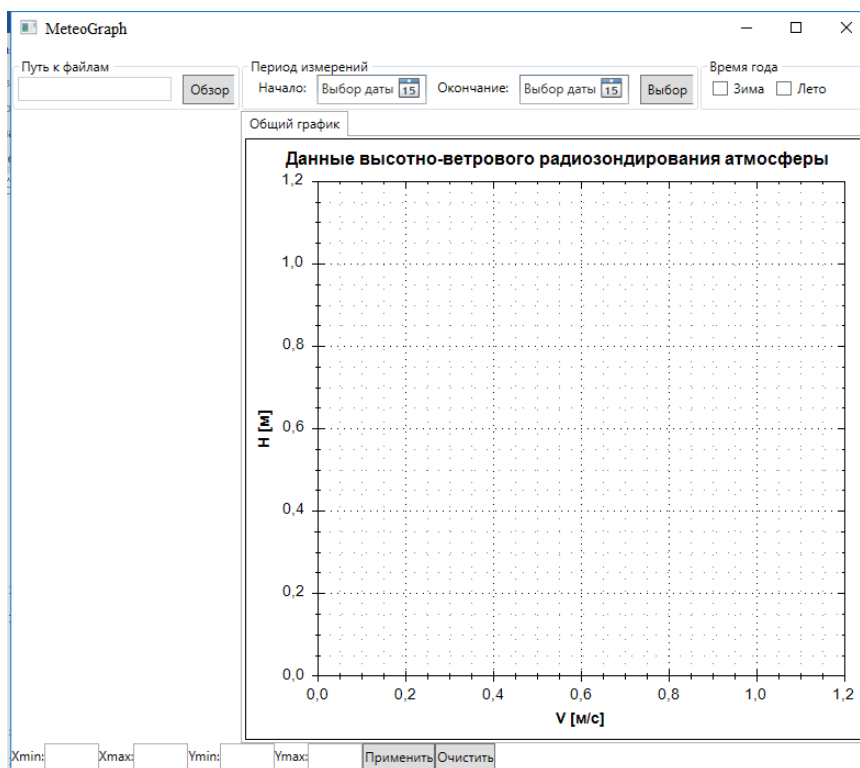


Рисунок 16 – Окно программы

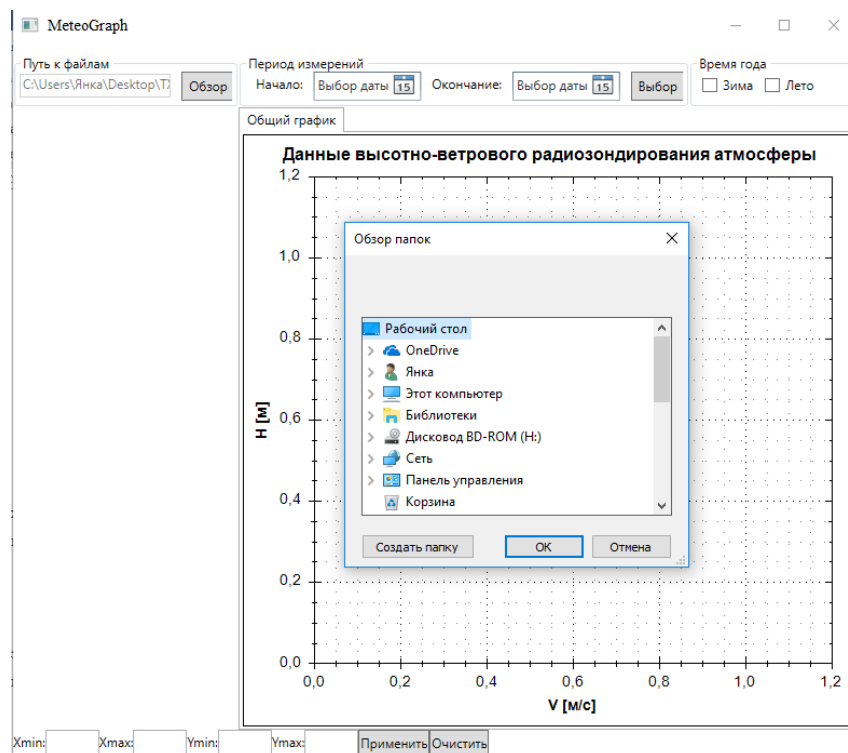


Рисунок 17 – Выбор пути к файлам

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Для того, чтобы были отображены не все текстовые файлы, необходимо указать даты, когда проводилось нужное аэрологическое зондирование. В таком случае выбираются даты в «Начало» и «Окончание».

Затем необходимо нажать кнопку «Выбор», после чего будут построены графики по данным из выбранных текстовых файлов. Это показано на рисунке 18.

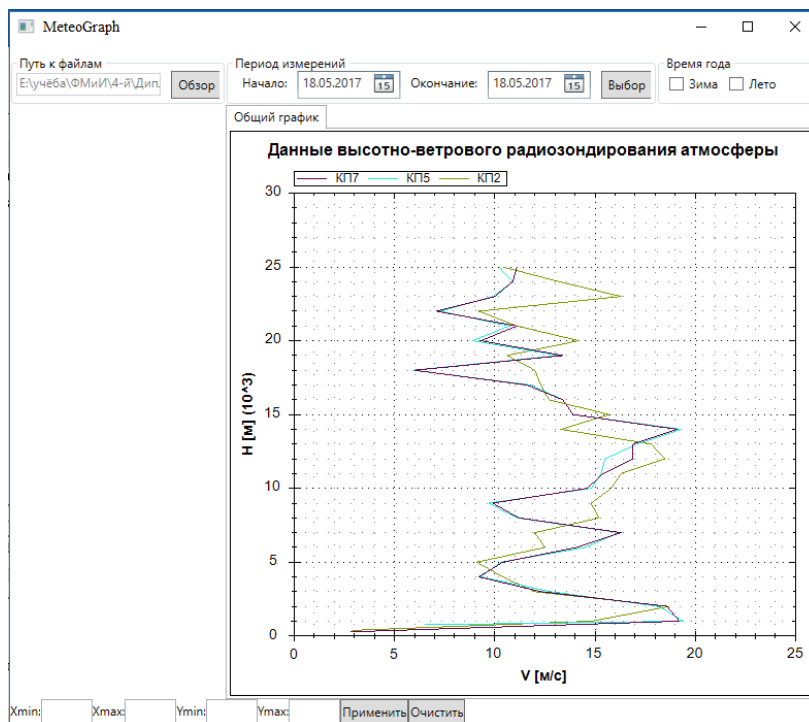


Рисунок 18 – Построение графиков по выбранным файлам

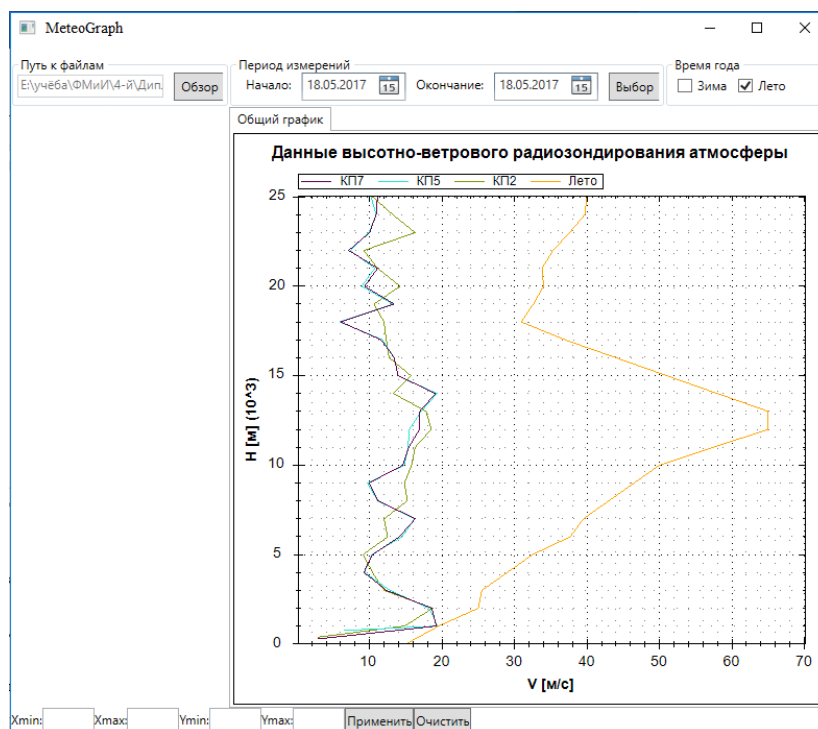


Рисунок 19 – Добавление графика с предельным значением

Для вывода предельных значений необходимо нажать на кнопку «Зима» или «Лето» в зависимости от сезона проведения аэрологического зондирования, что отражено на рисунке 19.

При нажатии правой кнопкой мыши на графике, выпадает контекстное меню, в котором показаны следующие операции с графиком:

- «Копировать» позволяет скопировать график, чтоб вставить его в текстовый документ;
- «Сохранить как картинку...», непосредственно, сохраняет как картинку в пути, указанном пользователем;
- «Печать» позволяет распечатать выведенный график;
- «Показывать значения в точках...» - при наведении на точку прямой, изображённой на графике, показывает значения высоты и скорости ветра в этой точке;
- «Установить масштаб по умолчанию...» - помогает восстановить первоначальный масштаб, если он был увеличен.

Все операции отражены на рисунке 20.

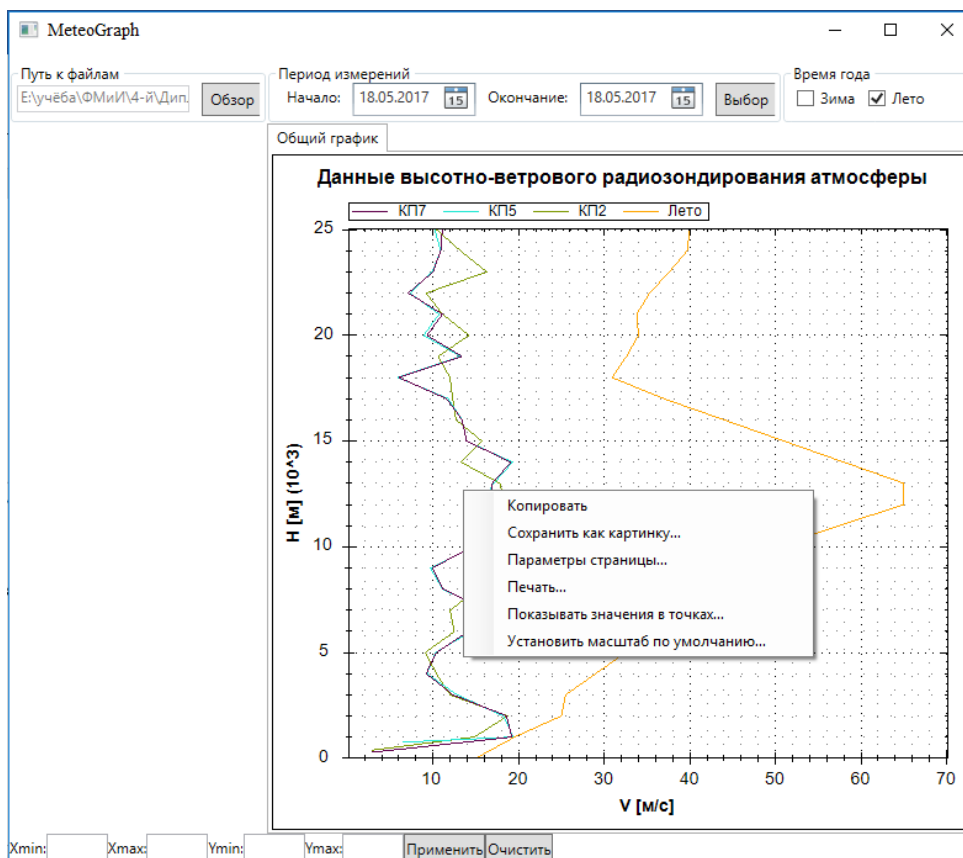


Рисунок 20 – Операции с графиком

### **3.6 Тестирование аппаратно-программного комплекса формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»**

Тестирование программного продукта проходило во время практики при использовании базовой станции и сопровождающем его программном обеспечении «RMeteo», которое сформировало текстовые файлы с телеметрическими данными при пуске аэрологических зондов. Результаты тестирования можно увидеть в приложении Е. В качестве исходных данных были использованы значения аэрологического зондирования за первый пуск ракеты космического назначения на космодроме «Восточный».

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

С развитием научно-технического прогресса немаловажную роль играет возможность безопасного исполнения людьми своих трудовых обязанностей. В связи с этим была создана и развивается наука о безопасности труда и жизнедеятельности человека.

Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества.

В данном разделе рассматриваются вопросы безопасности жизнедеятельности сотрудников сектора метеорологического обеспечения, для которых разрабатывался программный продукт. Необходимо рассмотреть требования к помещению, рабочим местам сотрудников, правила работы за компьютером, способы создания и поддержания экологичной обстановки в помещении, а также меры, позволяющие предотвратить чрезвычайные ситуации. Для этого раздел поделён на три части: безопасность, экологичность и защита от чрезвычайных ситуаций.

### 4.1 Безопасность

#### 4.1.1 Характеристика условий труда сотрудников

Программный продукт разработан для сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела. Общая численность сотрудников сектора – 4 человека. Каждый сотрудник сектора работает за персональным компьютером.

Цели безопасности жизнедеятельности в секторе метеорологического обеспечения:

- выявление факторов окружающей среды, негативно влияющих на организм человека;
- устранение или ослабление данных факторов;
- обеспечение благоприятных условий для работы сотрудников сектора.

#### 4.1.2 Требования к помещению

Помещение, в котором находятся рабочие места оператора и специалистов, соответствует требованиям СанПин 2.2.2/2.4.1340-03.

Площадь на одно рабочее место с компьютером для взрослых пользователей должна составлять 6 м<sup>2</sup>, а объем не менее -20 м<sup>3</sup>.

Помещение с компьютерами оборудовано системами отопления и кондиционирования воздуха. Поверхность пола в помещениях эксплуатации компьютеров ровная, без выбоин, нескользкая, удобная для очистки и влажной уборки. В помещении находятся аптечка первой медицинской помощи и углекислотный огнетушитель для тушения пожара.

В помещении присутствует естественное и искусственное освещение. Естественное освещение обеспечивается через окна, расположенные напротив двери и ориентированные на северо-восток. Оконные проёмы оборудованы регулируемыми устройствами типа жалюзи. Коэффициент естественного освещения КЕО должен составлять не менее 1,5 %. Искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Для искусственного освещения помещений следует применяться светильники типа ЛПО36 с зеркализированными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть (300-500) лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Уровни шума на рабочих местах пользователей персональных компьютеров не должны превышать значений, установленных СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и составляют не более 50 дБА [13].

#### 4.1.3 Общие требования по охране труда для специалистов

К специалистам сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела предъявляются следующие требования по охране труда:

– к самостоятельной работе допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, имеющие высшее профессиональное образование без предъявления требований к стажу работ, прошедшие инструктаж и проверку знаний по охране труда (в том числе по охране труда и электробезопасности на III квалификационную группу),

прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья;

– специалист перед допуском к работе обязан пройти: вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте, обучение и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке.

– в помещениях, в которых постоянно эксплуатируется электрооборудование, должны быть вывешены в доступном для персонала месте, инструкции по технике безопасности, в которых также должны быть определены действия персонала в случае возникновения аварий, пожаров, электротравм.

#### 4.1.4 Требования к организации рабочего места

Рабочие места расположены так, что естественный свет падает сбоку.

Расстояние между рабочими столами с мониторами должно учитывать следующие требования: расстояние между боковыми поверхностями мониторов не менее 1,2 м, а расстояние между экраном монитора и тыльной частью другого монитора не менее 2,0 м.

Рабочее место для работы на персональном компьютере должно быть устроено следующим образом: высоту рабочей поверхности стола отрегулировать в пределах (680 – 800) мм, при отсутствии регулировки высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм, рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и для вытянутых ног - не менее 650 мм, клавиатуру расположить на поверхности стола на расстоянии (100 – 300) мм от края, обращенного к специалисту, или на специальной регулируемой по высоте рабочей, отделенной от основной, столешницы, уровень глаз при вертикально расположенном экране должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана, линия зрения должна быть перпендикулярна центру экрана и оптимальное ее отклонение от перпендикуляра, проходящего через центр экрана в вертикальной плоскости, не должно превышать  $\pm 5^\circ$ , допустимое -  $\pm 10^\circ$ , расстояние от глаз до экрана в пределах 60 - 70 см, но не ближе 50 см с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.



Рабочее место пользователя персональным компьютером следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии (100-300) мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.

#### 4.1.5 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

При работе с персональным компьютером согласно ГОСТу 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут появляться следующие факторы:

- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный или пониженный уровень отрицательных и положительных аэроионов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- повышенная контрастность;

- прямая и отраженная блесккость;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- нервно-эмоциональные перегрузки [14].

При работе на персональном компьютере возникает постоянное и значительное напряжение функций зрительного анализатора, в следствие иного принципа чтения информации, нежели при обычном чтении. При работе на ПК оператор считывает текст, почти не наклоняя голову, глаза смотрят прямо или почти прямо вперед, пользователь не считывает отраженный текст, а смотрит непосредственно на источник света, что вынуждает глаза и орган зрения в целом работать в несвойственном ему стрессовом режиме длительное время.

Нервно-эмоциональная перегрузка при работе на персональном компьютере возникает вследствие дефицита времени, большого объема и плотности информации, особенностей диалогового режима общения человека и персонального компьютера, ответственности за безошибочность информации. Также может происходить выброс из организма витаминов и минеральных веществ.

#### 4.1.6 Эргономика интерфейса программного продукта

Дизайн интерфейса выполнен в стиле стандартных приложений Windows. Цветовое решение шрифта и фона разработано без применения ярких цветов. Вся текстовая информация, а также сообщения, выдаваемые пользователю, выполнены на русском языке.

Экранная форма спроектированы и разработаны в соответствии с учётом требований унификации:

- для обозначения сходных операций используются сходные графические значки, кнопки и другие управляющие (навигационные) элементы;
- внешнее поведение сходных элементов интерфейса (реакция на наведение указателя «мыши», переключение фокуса, нажатие кнопки) реализуются одинаково для однотипных элементов.

При расстоянии от глаз пользователя до экрана дисплея – (60...80) см, высота знака составляет не менее 3 мм, оптимальное соотношение ширины и высо-

ты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – (15...20) % их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов – от 1:2 до 1:15 [13].

#### 4.1.7 Обеспечение электробезопасности на рабочем месте

Персональные компьютеры представляют для человека потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации человек может коснуться токоведущих частей, находящихся под напряжением, которое возникает в результате повреждения изоляции.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует:

- установить оградительные устройства, которые обеспечивают недоступность токоведущих частей от прикосновений;
- электрооборудование, имеющее контакты для подключения заземления, должно быть заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации оборудования;
- при работе с электрооборудованием не допускать попадания влаги на поверхность электрооборудования, а также запрещается работать на электрооборудовании влажными руками;
- подключение и отключение разъемов компьютеров и оргтехники должно производиться при отключенном питании (за исключением подключения и отключения USB-устройств);
- перед использованием электроприборов необходимо проверить надёжность крепления электророзетки, свериться с номиналом используемого напряжения;
- удаление пыли с электрооборудования должно производиться в отключенном от электрической цепи состоянии;
- корпуса штепсельных розеток и выключателей не должны содержать трещин, оплавлений и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надёжность контакта;

– недопустимо использовать штепсельные разъёмы в случае существенного нагревания штепсельной розетки или вилки электроприбора при эксплуатации;

– кабели (шнуры) электропитания не должны содержать повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний.

В помещениях, оборудованных персональными компьютерами, также возникают токи статического электричества при прикосновении персонала к любому из элементов персонального компьютера. Статическое электричество опасно для человека не представляет, однако может привести к выводу оборудования из строя.

Для предотвращения образования и защиты от статического электричества необходимо использовать нейтрализаторы и увлажнители, а полы должны иметь антистатическое покрытие. Допустимые уровни напряженности электростатических полей не должны превышать 20 кВ в течение 1 часа [13].

#### **4.2 Экологичность**

Содержание вредных химических веществ в воздухе помещения с использованием ПЭВМ не должно превышать предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Для создания экологичной обстановки в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ. Необходимо использовать натуральные и экологически чистые материалы для мебели и интерьера. Красить стены необходимо краской, не испаряющей вредные и токсические вещества.

К основным отходам сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела можно отнести:

- вышедшую из строя оргтехнику;
- макулатуру группы «А»;
- люминесцентные лампы.

В соответствии с Федеральным законом №89 «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 (ред. от 28.12.2016) отдел не в праве самостоятельно утилизировать данные отходы.

Макулатура группы «А» должна собираться в выделенном для этого служебном помещении, при этом необходимо предварительно её измельчить с помощью специальных технических устройств.

Утилизация оргтехники и компьютеров также должна производиться по правилам утилизации, так как в микросхемах техники содержатся детали, с определенной долей драгоценных металлов. Отдел обязан вести учет драгоценных металлов, находящихся в технике.

Отработанные люминесцентные лампы собирают в специальные контейнеры в местах их временного хранения, а затем вывозятся и утилизируются системами безопасного сбора, хранения, транспортирования и переработки отработанных ртутьсодержащих ламп.

### **4.3 Чрезвычайные ситуации**

#### **4.3.1 Обеспечение пожарной безопасности на рабочем месте**

Согласно Нормам пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение с персональными компьютерами относится к категории В-3 [15]. При возгорании помещения аппаратура из пластмассы (в том числе персональные компьютеры, принтеры и т.д.) не только активно горит, но и выделяет вредные химические вещества. Линолеум также способствует распространению пламени и выделению вредных химических продуктов горения.

Источниками зажигания могут являться электронные схемы ЭВМ, устройства электропитания и другое оборудование, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и другие, способные вызвать возгорание горючих материалов. В современных персональных компьютерах в непосредственной близости располагаются соединительные провода и кабели. Протекая по ним, электрический ток выделяет значительное количество теплоты, что может привести к оплавлению изоляции.

Для профилактики пожаров разрабатываются следующие мероприятия:

- организационные, которые представляют собой правильную эксплуатацию персональных компьютеров, проведение противопожарных инструктажей с сотрудниками;
- технические, которые содержат правила при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, освещения, вентиляции, размещения оборудования;
- эксплуатационные, которые предусматривают своевременную профилактику, осмотры, ремонты и испытания оборудования;
- режимные, которые предполагают запрещение курения в неустановленных местах.

К техническим средствам противопожарной защиты относятся пожарные сигнализации, огнетушители. В помещениях с персональными компьютерами используются углекислотные огнетушители, так как они высоко эффективны при тушении пожара, обеспечивают сохранность электронного оборудования благодаря диэлектрическим свойствам углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объектом исследования данной бакалаврской работы явилась деятельность сектора метеорологического обеспечения геофизического отдела УЭТИГСиК.

Задачей бакалаврской работы явилась разработка программного комплекса автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный».

Цель создания автоматизированной системы – уменьшение временных затрат и обеспечение безопасности проведения работ по подготовке и пуску ракет космического назначения на космодроме «Восточный».

В результате исследований и анализа были выявлены недостатки и проблемы в работе сектора метеорологического обеспечения, установлены причины их возникновения. Основная проблема на данный момент заключается в том, что существующее программное обеспечение не обладает необходимыми функциями и не способно выполнить требуемую задачу.

Данный программный комплекс предназначен для решения существующей проблемы.

В процессе исследования в бакалаврской работе был проведен анализ деятельности и организационно-штатной структуры предприятия, сделан анализ комплекса аппаратных и программных средств, имеющихся в секторе метеорологического обеспечения.

На этапе проектирования программного продукта были определены функции и цели проектирования. В качестве инструмента разработки программного продукта был выбран объектно-ориентированный язык программирования C# и среда разработки Microsoft Visual Studio 2015, которые позволяют реализовать все требования к программному продукту благодаря графической подсистеме WPF и большому количеству библиотек, которые использует C# .

Таким образом, при создании программного продукта выполнены следующие этапы:

– проведен сбор сведений об организационной структуре организации,

объекте автоматизации и предметной области;

– проанализированы требования к программному продукту, а также цели и задачи;

– спроектированы функциональные модули программного продукта;

– программно реализован программный продукт

– произошло тестирование программного продукта на предприятии заказчика.

Результатом бакалаврской работы является программный комплекс автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный».

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Свищев, Г.П. Авиация: Энциклопедия / Г.П. Свищев. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1994. – 736 с.
- 2 Создание модели процессов в ВРwin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interface.ru/public/caseall/caseall3.htm> (дата обращения: 15.05.2017)
- 3 Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с ВРwin 4.0 / С.В. Маклаков. – М.: Изд-во Диалогмифи, 2002. – 240 с.
- 4 Джеф Раскин Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем: Учебное пособие / Джеф Раскин – М.: Символ-Плюс, 2005. – 272 с.
- 5 Обеспечивающие подсистемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vmati.ru/ubat\\_-oc.htm](http://vmati.ru/ubat_-oc.htm) (дата обращения: 15.05.2017)
- 6 Введение в Visual Studio.Net 7.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.realcoding.net>. (дата обращения: 20.05.2017)
- 7 Руководство по С# и платформе .NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/tutorial/> (дата обращения: 20.05.2017)
- 8 Язык программирования С#. Достоинства и недостатки, основные возможности. Сопоставление с другими языками программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://iupr.ru/domains\\_data/files/zurnal\\_22](http://iupr.ru/domains_data/files/zurnal_22) (дата обращения: 21.05.2017)
- 9 Microsoft Visual Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/rus/business/smb/products-list/visualstudio2010> (дата обращения: 21.05.2017)
- 10 WPF | Введение - METANIT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/wpf/1.php> (дата обращения: 27.05.2017)
- 11 Шпаргалка по ZedGraph [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jenuay.net/Programming/ZedGraph> (дата обращения: 27.05.2017)
- 12 Инструкция по охране труда для системного администратора, старшего

инженера технической поддержки, сервисного инженера [Электронный ресурс].  
– Режим доступа: <https://инструкция-по-охране-труда/для-отдела-информ-технологий.html> (дата обращения: 12.06.2017)

13 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

14 ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – введ. 2017-03-01. – М.: Стандартиформ, 2016.

15 Нормы пожарной безопасности. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – введ. 2003-08-01.

16 Плахов, А.М. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / А.М. Плахов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 180 с.

17 Попов, Ю.П. Охрана труда. Учебное пособие / Ю.П. Попов. – М.: КНОРУС, 2009. – 224 с.

18 Федеральный закон от 28 декабря 2016 г. №486 – ФЗ «Об отходах производства и потребления» – 2016.

19 Утилизация макулатуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://punkti-priema.ru/makulatura> (дата обращения: 16.06.2017)

20 Утилизация оргтехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://punkti-priema.ru/articles/utilizaciya-kompyuternoy-tehniki> (дата обращения: 16.06.2017)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Организационная структура УЭТИГСК



Рисунок А.1 – Структура УЭТИГСиК

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**ВКР.135153.09.03.01.ПЗ**

Лист

67

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Структурная схема системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

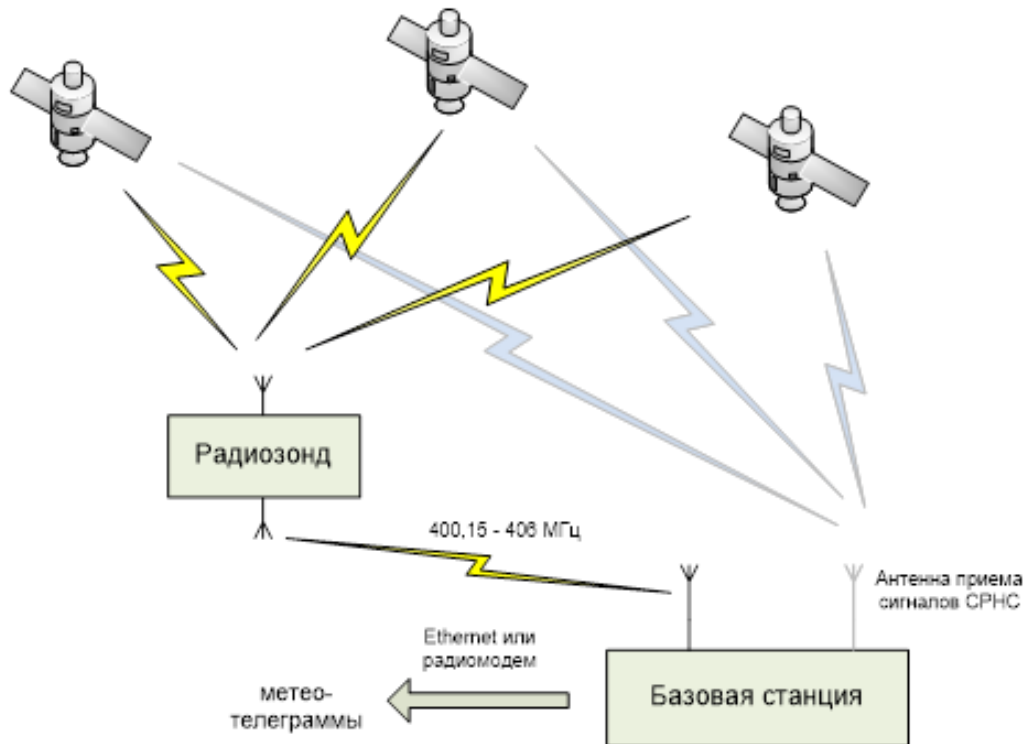


Рисунок Б.1 – Структурная схема системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.135153.09.03.01.ПЗ

Лист

68

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Модель работы программного продукта

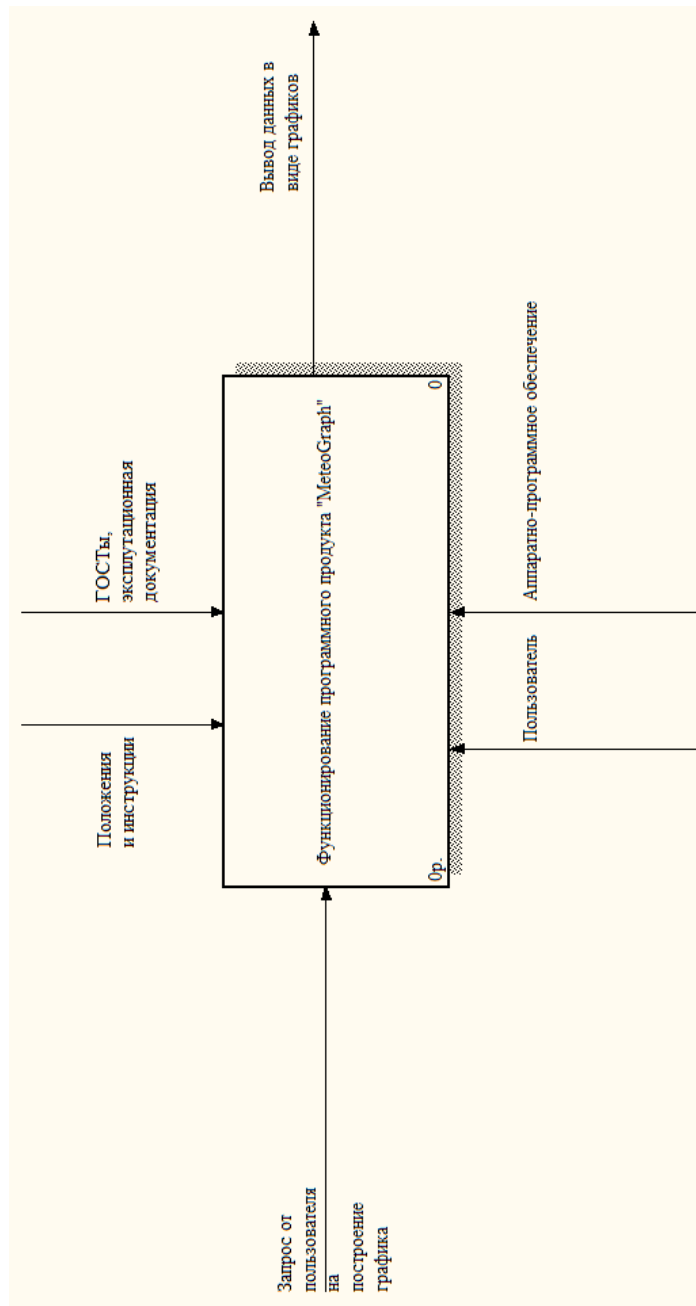


Рисунок В.1 – Модель работы программного продукта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ВКР.135153.09.03.01.ПЗ

Лист

69

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Модель функционального взаимодействия модулей

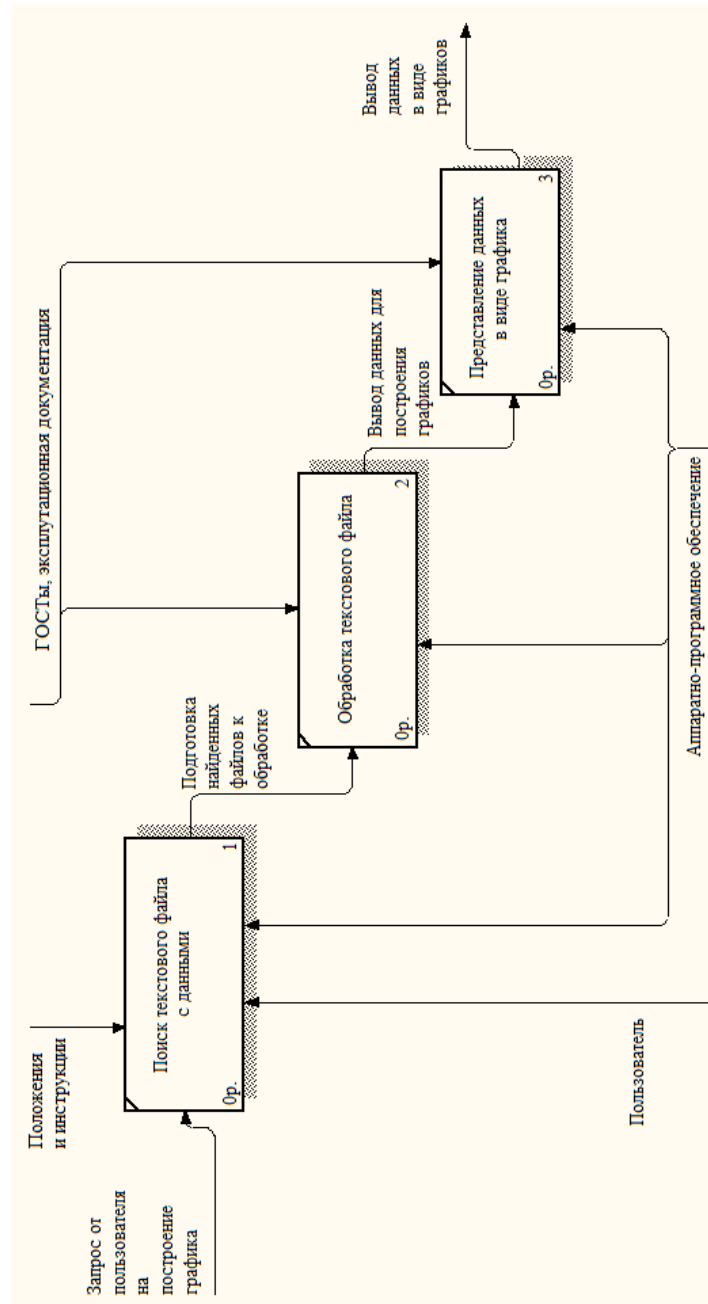


Рисунок Г.1 – Модель функционального взаимодействия модулей программного продукта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Техническое задание

### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### 1.1 Наименование системы

##### 1.1.1 Полное наименование системы

Программный комплекс автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный».

##### 1.1.2 Краткое наименование системы

ПК автоматизированного формирования и выдачи данных САЗА космодрома «Восточный».

#### 1.2 Основание для проведения работ

– ГОСТ 34.602-89 – техническое задание на проектирование автоматизированной системы;

– требование к системе.

#### 1.3 Наименование организации – Заказчика и Исполнителя:

##### 1.3.1 Заказчик

Заказчик: Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» – КЦ «Восточный» (ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный»).

##### 1.3.2 Исполнитель

Исполнитель: студент факультета математики и информатики Амурского Государственного университета Янчук Яна Олеговна

#### 1.4 Плановые сроки начала и окончания работы

Начало работ: 01.12.2016

Срок окончания работ: 26.06.2017

### 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

#### 2.1 Назначение системы

Разрабатываемая система предназначена для обработки, выдачи и отображения данных системы аэрологического зондирования атмосферы.

#### 2.2 Цель создания системы

Целью создания системы является обеспечение безопасности проведения работ по подготовке и пуску ракет космического назначения на космодроме «Восточный».

#### 2.3 Задачи системы:

2.3.1. Обработка данных комплексного радиозондирования атмосферы космодрома «Восточный».

2.3.2. Выдача данных комплексного радиозондирования атмосферы космодрома «Восточный».

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

#### 3.1 Состав системы:

3.1.1 Специальное программное обеспечение (СПО) обработки и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы.

3.1.2 СПО отображения данных системы аэрологического зондирования атмосферы.

#### 3.2 Требования назначения:

3.2.1 Оперативное оповещение на рабочих местах должностных лиц руководства подготовки и пуска ракет космического назначения данных комплексного радиозондирования атмосферы, предупреждение о превышении допустимых значений, установленных эксплуатационной документацией.

3.2.2 СПО должно отображать данные согласно формам, разработанным в ходе эскизного проектирования.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Д

### Техническое задание

Требования к надёжности системы не предъявляются.

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ ЭРГОНОМИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ

5.1 Внешний вид программного продукта должен быть лаконичным. Используемая цветовая гамма не должна вызывать раздражения и быть приятной для глаз, во избежание проблем со зрением. Интерфейс должен быть оформлен под стандартные приложения Windows, иметь схожее строение различных разделов программы и быть интуитивно понятен пользователю.

#### 6 ТРЕБОВАНИЯ К ВИДАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

##### 6.1 Требования к нормативно-техническому обеспечению

Конструкторские и эксплуатационные документы должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД.

##### 6.2 Требования к аэрологическому обеспечению

Требования к аэрологическому обеспечению не предъявляются.

##### 6.3 Требования к диагностическому обеспечению

Требования к диагностическому обеспечению не предъявляются.

##### 6.4 Требования к программному обеспечению

Для функционирования программного комплекса на ПК должны быть установлены операционные системы семейства Windows.

Для разработки программного продукта используется платформа .NET Framework, поэтому она в обязательном порядке должна быть установлена на всех рабочих местах сотрудников, где будет использоваться программный комплекс.

#### 7 ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ СРЕДСТВАМ

Требования к учебно-тренировочным средствам не предъявляются.

#### 8 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Специальные требования не предъявляются.

#### 9 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Таблица Д.1 – Состав и содержание работ по созданию системы

Стадии	Этапы работ
1. Исследование и обоснование создания СПО	1.1. Обследование автоматизируемого объекта. Сбор сведений о зарубежных и отечественных аналогах 1.2. Разработка требований к системе
2. Техническое задание	2.1. Разработка технического задания на программный комплекс автоматизированного формирования и выдачи данных системы аэрологического зондирования атмосферы космодрома «Восточный».
3. Эскизный проект	3.1. Разработка предварительных решений по программному комплексу.
4. Технический проект	4.1. Разработка структуры автоматизированной системы. 4.2. Разработка окончательных функций автоматизированной системы. 4.3. Разработка программного комплекса
5. Рабочая документация	5.1. Разработка программной документации
6. Отладка и испытание СПО	6.1. Тестирование СПО на ошибки 6.2. Исправление ошибок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

**ВКР.135153.09.03.01.ПЗ**

Лист

72



## ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Д

### Техническое задание

#### 10 ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

10.1 Отчётная документация должна соответствовать требованиям ГОСТ РВ 15.110–2003.

10.2 Научно-техническая продукция разрабатывается в двух экземплярах. Заказчику передаётся один машинописный экземпляр и один экземпляр копии на электронном носителе.

#### 10.3 Перечень подлежащих обработке документов

При сдаче подсистемы в эксплуатацию пакет сопровождающих документов должен включать:

- техническое задание;
- описание программного продукта.

					<b>ВКР.135153.09.03.01.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Экранная форма результата тестирования программного продукта

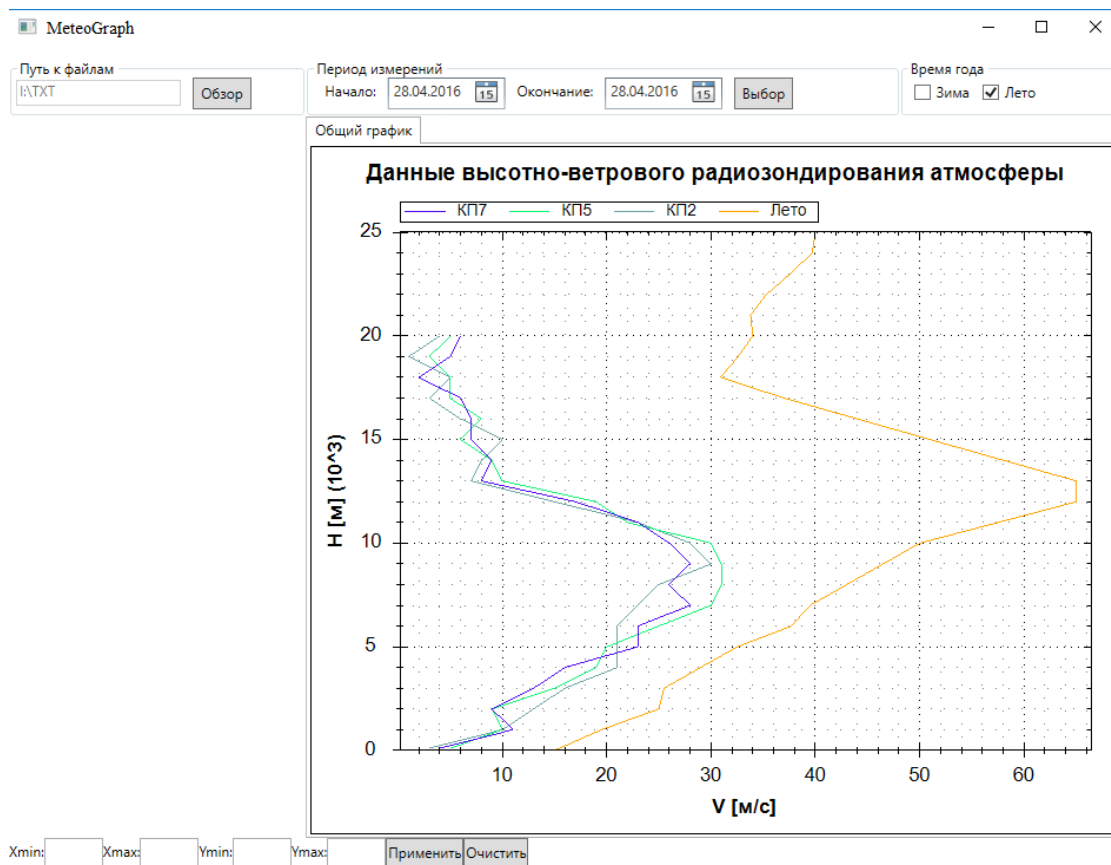


Рисунок Е.1 – Экранная форма результата тестирования программного продукта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.135153.09.03.01.ПЗ

Лист

74