

**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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Разработка программного модуля для расчёта и анализа уровней интермодуляционных помех автоматической системы контроля радиоэлектронной обстановки на космодроме «Восточный»

Исполнитель

студент группы 453 об

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

Т.М. Золотайко

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 2018

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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**З А Д А Н И Е**

К бакалаврской работе студента Золотайко Татьяны Михайловны

1. Тема бакалаврской работы: Разработка программного модуля для расчета и анализа уровней интермодуляционных помех автоматической системы контроля радиоэлектронной обстановки на космодроме «Восточный».

(утверждено приказом от 23.04.2018 № 914-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к бакалаврской работе: отчет о прохождении преддипломной практики, техническое задание.

4. Содержание бакалаврской работы: анализ деятельности ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный» УЭТИГСиК, проектирование программного модуля, реализация программного модуля.

5. Перечень материалов приложения: организационная структура предприятия, диаграмма функциональной структуры программного модуля, схемы взаимодействия функциональных частей программного модуля, экранные формы программного продукта, техническое задание.

6. Консультанты по бакалаврской работе:

по безопасности и экологичности – Андрей Борисович Булгаков, доцент, канд. техн. наук.

7. Дата выдачи задания: 20.11.2017

Руководитель бакалаврской работы: Ерёмина Виктория Владимировна, доцент, канд. физ.-мат. наук.

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Т.М. Золотайко

(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 62 с., 20 рисунков, 2 таблицы, 7 приложений, 25 источников.

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДСИСТЕМА, ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННАЯ ПОМЕХА, РАЗРАБОТКА, РАСЧЁТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, АНАЛИЗ, КОНТРОЛЬ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОБСТАНОВКИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Объектом исследования данной бакалаврской работы является деятельность группы электромагнитной совместимости Управления эксплуатации телекоммуникационных, информационных и геофизических систем и комплексов филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - Космический центр «Восточный», обеспечивающая контроль электромагнитной обстановки с целью актуализации данных по загруженности радиочастотного спектра для обеспечения ЭМС РЭО на территории космодрома на период подготовки, пуска РКН и при повседневной деятельности.

Цель работы: разработка программного модуля для расчета уровней интермодуляционных помех, с помощью которого упростится процесс анализа радиоэлектронной обстановки на территории космодрома. Кроме того, автоматизация данного процесса увеличит эффективность выполнения работы сотрудников группы и сократит возможность появления ошибочных результатов.

Для создания программного продукта была использована интегрированная среда разработки Visual Studio 2017, язык программирования C#.

Результатом работы является программный модуль, соответствующий поставленной цели.

					<i>ВКР.145284.09.03.01. ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ РАСЧЁТА И АНАЛИЗА ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ПОМЕХ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА КОСМОДРОМЕ «ВОСТОЧНЫЙ»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Золотайко Т.М</i>					У	3	76
<i>Провер.</i>	<i>Ерёмина В.В.</i>							
<i>Консульт.</i>	<i>Булгаков А.Б</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Романико В.В.</i>							
<i>Зав. каф.</i>	<i>Бушманов А.В.</i>							
						АМГУ кафедра ИУС		

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Анализ предметной области	9
1.1 Описание предприятия заказчика филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» УЭТИГСиК	9
1.2 Анализ деятельности и организационной структуры группы ЭМС	11
1.2.1 Анализ деятельности группы ЭМС	11
1.2.2 Описание организационно-штатной структуры группы ЭМС	12
1.3 Анализ аппаратно-программного комплекса системы контроля электромагнитной совместимости радиоэлектронной обстановки	14
2 Проектирование программного модуля	19
2.1 Обоснование необходимости создания программного модуля	19
2.2 Постановка целей и задач программного модуля	19
2.3 Характеристика основных функций программного модуля	20
2.3.1 Выделение функциональных частей программного модуля	20
2.3.2 Проектирование функциональных частей программного модуля	22
2.4 Характеристика обеспечивающих подсистем	25
2.4.1 Подсистема «Организационное обеспечение»	25
2.4.2 Подсистема «Техническое обеспечение»	25
2.4.3 Подсистема «Программное обеспечение»	26
2.4.4 Подсистема «Информационное обеспечение»	26
2.4.5 Математическое обеспечение	27
2.4.6 Лингвистическое обеспечение	30
3 Разработка программного модуля	31
3.1 Описание программного модуля	31
3.1.1 Функциональное назначение программного модуля	31
3.1.2 Работа программного модуля	31
3.2 Обоснование выбора языка программирования и среды разработки	32
3.2.1 Обоснование выбора среды разработки	32

3.2.2	Обоснование выбора языка программирования	32
3.2.3	Обоснование технологии разработки	33
3.3	Разработка программного модуля	34
3.3.1	Разработка функциональных частей программного модуля	34
3.3.2	Разработка пользовательского интерфейса программного модуля	36
3.4	Руководство пользователя	38
3.5	Тестирование программного модуля	42
3.6	Сравнительная характеристика аналогов	43
4	Безопасность и экологичность	44
4.1	Безопасная организация рабочего помещения	44
4.1.1	Анализ рабочего места	44
4.1.2	Анализ вредных и опасных факторов	46
4.1.3	Эргономика пользовательского интерфейса программного модуля	50
4.2	Экологичность	51
4.3	Чрезвычайные ситуации	51
4.4	Комплексы физических упражнений для сохранения и укрепления индивидуального здоровья и обеспечения полноценной профессиональной деятельности	53
4.4.1	Комплекс упражнений для глаз	54
4.4.2	Комплекс упражнений для мышц и суставов	55
	Заключение	58
	Библиографический список	60
	Приложение А Организационная структура филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» УЭТИГСыК	63
	Приложение Б Организационно-штатная структура группы ЭМС	64
	Приложение В Диаграмма функциональной структуры программного модуля	65
	Приложение Г Схема взаимодействия функциональных частей программного модуля	66
	Приложение Д Главное окно программного модуля	67
	Приложение Е Основные вкладки разработанного программного модуля	68
	Приложение Ж Техническое задание	72

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей бакалаврской работе использованы следующие сокращения:

КЦ – Космический центр;

МШУ – малошумящий усилитель;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

РКН – ракетоноситель;

РКТ – ракетно-космическая техника;

РФ – Российская Федерация;

РЭО – радиоэлектронная обстановка;

РЭС – радиоэлектронные средства;

СМК – системы менеджмента качества;

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

ФГУП – Федеральное государственное унитарное предприятие;

ЦЭНКИ – центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры;

ЭМС – электромагнитная совместимость;

WPF – Windows Presentation Foundation;

XAML – Extensible Application Markup Language.

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

## ВВЕДЕНИЕ

Электромагнитная совместимость (ЭМС) космических средств является научно-техническим направлением, которое не теряет своей актуальности на глобальном уровне по ряду следующих основных причин:

- постоянное увеличение (примерно вдвое за каждые 5 лет) количества разнотипных радиоэлектронных средств (РЭС) практически во всех группировках и регионах Земли;

- максимальное использование до уровней, ограниченных взаимным влиянием, энергетического и частотно-временного ресурса в космических радиоприемах, в особенности, радиоприемах космической связи;

- насыщение геостационарной орбиты спутниками связи, вещания и наблюдения;

- создание многоспутниковых группировок на различных околоземных орбитах и др.

Это потребовало, в частности, координации выбора частотных диапазонов и организации деятельности РЭС специализированными международными комитетами и государственными-организациями.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является группа электромагнитной совместимости, которая занимается контролем электромагнитной обстановки на территории космодрома.

Автоматизация деятельности предприятия является довольно актуальной темой в наше время, так как мы живем в информационном веке, используем современные информационные разработки, которые облегчают наш труд и экономят наше время.

Основной целью автоматизации является разработка и внедрение единой информационной среды, обеспечивающей оптимизацию учета и управления компанией и охватывающей все ключевые моменты ее функционирования. Также, автоматизация деятельности предприятия помогает наиболее оперативно и эффективно управлять практически всеми процессами, снижая трудоёмкость и вероятность появления ошибок при работе, повышая эффективность

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

выполнения операций и т. д.

Автоматизация позволяет наладить не только рабочие процессы, но и является отличным способом экономии времени, что, в свою очередь, является очень необходимым, когда каждая минута является важной, а количество задач настолько возрастает, что возникает нехватка времени.

Под автоматизацией деятельности можно рассматривать разработку программных модулей, которые упрощают работу системы в целом и минимизируют рутинный труд.

Целью данной работы является проектирование и разработка программного модуля для расчёта и анализа уровней интермодуляционных помех на территории космодрома «Восточный».

Основными задачами выпускной квалификационной работы являются:

– анализ деятельности предприятия и аппаратно- программного комплекса, существующего на предприятии;

– сокращение трудоемкости работы и более эффективное выполнение основных операций сотрудниками группы ЭМС;

провести проектирование программного продукта согласно всем требованиям заказчика;

разработать программный продукт и провести его тестирование;

разработать руководство пользователя.

Практическая значимость дипломной работы заключается в полной автоматизации работы сотрудников группы ЭМС, исключении ошибок при расчете интермодуляционных помех, связанных с человеческим фактором, сокращении трудоёмкости работы и времени её выполнения и удобном наглядном представлении результатов в графическом виде.

Данный программный продукт сможет устанавливаться на любой ПК с которого будет осуществляться процесс расчёта.

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

# 1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

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

ФГУП «ЦЭНКИ» является головным разработчиком наземного технологического оборудования основных объектов инфраструктуры космических ракетных комплексов на космодроме Восточный [1].

Основными видами деятельности КЦ «Восточный» является:

- координация работ организаций и предприятий промышленности на космодроме «Восточный»;
- взаимодействие с территориальными органами федеральных органов исполнительной власти России;
- организация строительно-монтажных, пуско-наладочных и ремонтно-профилактических работ;
- обеспечение эксплуатации, модернизации и технологического перевооружения наземной инфраструктуры космодрома «Восточный».

УЭТИГСиК является самостоятельным подразделением филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный», его полное наименование – Управление эксплуатации телекоммуникационных, информационных и геофизических систем и комплексов филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» – Космический центр «Восточный».

Комплекс эксплуатации системы телекоммуникационного обеспечения филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» состоит из Управления и 8 отделов:

- отдел планирования связи и технического обеспечения;
- отдел эксплуатации средств и систем частотно-временного обеспечения;
- отдел эксплуатации сетевых узлов;
- отдел информатизации;
- геофизический отдел;
- отдел эксплуатации линейно-кабельных сооружений связи и слаботочных систем;

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

- отдел эксплуатации средств сбора и обработки телевизионной информации;
- отдел эксплуатации спутниковых и радиорелейных систем передачи информации;
- группа электромагнитной совместимости.

Схема организационной структуры предприятия представлена в Приложении А.  
Деятельность Управления заключается в следующем:

- функционирование ведомственных сетей связи и телекоммуникаций Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» на космодроме «Восточный»;
- организацию и проведение работ по обеспечению связью;
- проведение опытно-испытательных и специальных работ на технических, стартовых, командно-измерительных и заправочных комплексах.

К задачам, возложенным на Управление относят следующее:

- эффективное управление средствами связи и телекоммуникациями, обеспечение безопасности, надежности и устойчивости их работы;
- обеспечение работоспособности сетей связи и телекоммуникаций «Роскосмос» на космодроме Восточный с целью подготовки пусков РКН;
- выполнение организационно-технических мероприятий по поддержанию систем и сетей связи и телекоммуникаций в постоянной готовности к выполнению задач по назначению;
- осуществление эксплуатации, технического обслуживания оборудования систем, сетей связи и телекоммуникаций согласно требованиям эксплуатационной документации;
- 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 проведение работ, контролирующей электромагнитную

обстановку на территории космодрома 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;

– организация и проведение ремонтно-восстановительных работ при аварийных и нештатных ситуациях.

## **1.2 Анализ деятельности и организационной структуры группы ЭМС**

### **1.2.1 Анализ деятельности группы ЭМС**

Группа электромагнитной совместимости занимается контролем электромагнитной обстановки с целью актуализации данных по загруженности радиочастотного спектра для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств на территории космодрома на период подготовки, пуска РКН и при повседневной деятельности.

Основные задачи, выполняемые группой:

– организация и контроль технического обслуживания средств контроля электромагнитной совместимости;

– обеспечение сбора и обработки информации о РЭО;

– организация развертывания и обслуживания постов контроля РЭО;

– ежедневный анализ работы аппаратуры ЭМС;

– организация и проведение ремонтно-восстановительных работ при выходе из строя техники и оборудования отдела;

– решение вопросов по созданию надлежащих условий труда работников отдела;

– формирование и исполнение планов эксплуатации, ремонта, технического обслуживания, метрологического обеспечения, ремонтно-профилактических

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

работ по вопросам производственной деятельности Управления;

- ведение оперативной документации;
- осуществление руководства учётом, движением и списанием расходных технических и материальных ценностей группы.

### 1.2.2 Описание организационно-штатной структуры группы ЭМС

Группа электромагнитной совместимости состоит из начальника группы, двух ведущих специалистов-экспертов и двух специалистов-экспертов.

Организационная структура отдела представлена в приложении Б.

Начальник группы ЭМС относится к категории руководителей и непосредственно подчинен начальнику УЭТИГСиК.

На начальника группы возлагаются следующие задачи:

- взаимодействие с региональными радиочастотными органами по вопросам эффективного использования радиочастотного спектра и обеспечение ЭМС РЭС на космодроме;

- учёт и хранение поставляемого на космодром оборудования средств контроля электромагнитной совместимости;

- принятие мер по созданию безопасных и здоровых условий труда;

- осуществление взаимодействия с другими структурными подразделениями Управления, филиала, отделами головного управления телекоммуникационных, измерительных и геофизических систем и комплексов ФГУП «ЦЭН-КИ», представителями предприятий промышленности;

- разработка проектов руководящих документов по организации ЭМС РЭС на территории космодрома;

- подача предложений в план мероприятий по обеспечению ЭМС РЭС на период подготовки и пуска РКН.

Согласно должностной документации начальник группы обязан:

- осуществлять руководство деятельностью группы;
- оказывать сотрудникам необходимую методическую помощь;
- контролировать своевременное и качественное исполнение поставленных задач;
- совместно с должностными лицами Филиала обеспечить приемку мате-

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

риально-технических средств, поставляемых в рамках создания системы инструментального контроля РЭО в районе космодрома «Восточный»;

- проверять сохранность и состояние оборудования;
- осуществлять руководство над проведением ремонтно-восстановительных работ при возникновении неисправностей на средствах группы;
- руководить организацией и контролировать соблюдение работниками группы требований по допуску к самостоятельной работе, правил охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии, промышленной, экологической и противопожарной безопасности;
- организовывать работу сотрудников отдела, способствовать повышению их профессиональной квалификации;
- контролировать своевременность представления отчётных документов по опытной, подконтрольной эксплуатации и подконтрольному хранению оборудования и техники, вести учёт рекламационных документов;
- осуществлять руководство учётом, движением и списанием расходных технических и материальных ценностей;
- руководить организацией и контролировать проведением пусконаладочных работ, испытаний, ввода в эксплуатацию нового оборудования;
- принимать участие по направлениям деятельности группы в опытно-конструкторских работах на объектах космодрома «Восточный»;
- осуществлять руководство учётом, движением и списанием расходных технических и материальных ценностей;
- организовывать работу системы менеджмента качества в группе;
- руководствоваться в работе государственными и национальными стандартами РФ по СМК и нормативным документам по стандартизации РКТ;
- сохранять конфиденциальность служебной информации, обеспечение сохранности служебных документов, соблюдение сроков исполнения документов, заданий и поручений начальника комплекса и его заместителя.

Ведущий специалист-эксперт группы ЭМС выполняет следующие должностные обязанности:

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

- разработка планов списания оборудования и техники, подготовка материалов на ее списание;
- участие в организации и проведении сборов, курсов по совершенствованию квалификации сотрудников группы;
- выполнение монтажных и ремонтно-восстановительных работ при возникновении неисправностей на средствах группы;
- организация работ по контролю и учету изделий, содержащих драгоценные металлы;
- принятие участия в ОКР, НИР и прочих работах, выполняемых филиалом в части работ по ЭМС;
- контроль своевременности представления отчетных документов по опытной, подконтрольной эксплуатации и подконтрольному хранению оборудования и техники.

К основным обязанностям специалиста-эксперта группы ЭМС относятся:

- проверка сохранности и состояния находящегося на хранении оборудования, поставляемого в рамках создания системы инструментального контроля радиоэлектронной обстановки;
- обслуживание и обеспечение безаварийной и надежной работы эксплуатируемой аппаратуры РЭО;
- выявление неисправностей обслуживаемой аппаратуры и устранение их;
- информирование руководства группы ЭМС о неисправностях, возникших проблемах при эксплуатации аппаратуры и оборудования;
- исполнение приказов, распоряжений, отданных в пределах их должностных полномочий;
- сбор и сдача лома, содержащего драгоценные металлы.

### **1.3 Анализ аппаратно-программного комплекса системы контроля электромагнитной совместимости радиоэлектронной обстановки**

Техническую основу системы радиоконтроля составляет оборудование пунктов и постов радиоконтроля, включающее антенно-фидерные устройства, комплексы радиоприемной, анализирующей, демодулирующей и регистрирующей

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

аппаратуры, технические средства радиоопределения источников излучений.

Для обеспечения контроля электромагнитной обстановки в районе космодрома группа ЭМС оснащена подсистемой РЭО которая включает:

- три стационарных поста контроля РЭО;
- пять автономных постов контроля РЭО;
- один подвижный комплекс контроля РЭО (лаборатория ЭМС).

Оборудование комплексов и постов радиоконтроля должно включать средства связи, способные обеспечить обмен необходимой информацией между отдельными элементами системы радиоконтроля и взаимодействующими органами. Все посты имеют схожий функционал.

Стационарные посты контроля являются ключевыми элементами любой системы мониторинга. В зоне их действия решаются все виды задач мониторинга. Ввиду того, что невозможно снабдить все стационарные посты операторами в системе часто используются необслуживаемые станции приема и пеленгации; во многих случаях они дистанционно управляются с обслуживаемой станции мониторинга через быстродействующую сеть, например, по телефонным цифровым или же выделенным линиям.

Оборудование для стационарных постов контроля может работать автономно или объединяться в сеть с другими станциями.

Автономные посты контроля РЭО выполнены по 2 схемам - с пеленгационной антенной и без.

Автономный пост представляет собой устройство, выполненное в одном корпусе с подключаемыми внешними антеннами, внутри корпуса установлен компьютер с приемником и переключателем выходов, системы обеспечения (блок питания в том числе и внешних устройств, обогреватель, термостат, набор датчиков).

Данное устройство называется R&S®UMS200 необслуживаемая станция радиомониторинга и пеленгования. R&S®UMS200 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – R&S® UMS200 необслуживаемая станция радиомониторинга и пеленгования

На автономных постах без пеленгационной антенны используется только активная всенаправленная антенна R&S® HE600 со встроенным малошумящим усилителем (МШУ), изображенная на рисунке 2.



Рисунок 2 – Активная всенаправленная антенна R&S® HE600 со встроенным МШУ

Все компоненты системы смонтированы в закрытом корпусе. Для доступа к предохранителям и отсеку для установки SIM карты на передней стенке корпуса предусмотрена запирающаяся дверца.

На корпусе имеются гнезда для сети Ethernet, для подключения антенн, источников питания постоянного и переменного тока, управляющих интерфейсов, защитного заземления и выходное гнездо постоянного напряжения. Выход постоянного напряжения позволяет подавать питание на активные антенны через дополнительный разделительный фильтр.

Все автономные посты функционируют на ОС Windows XP.

Подвижный комплекс контроля РЭО (лаборатория ЭМС), изображенный

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

16

на рисунке 3, предназначается для решения определенных специализированных задач (таких как поиск помех или измерения зон покрытия). Подвижный комплекс контроля оснащен всенаправленными и направленными антеннами, а также отдельными пеленгаторными антеннами. Он также оснащен наклоняемой телескопической мачтой для упрощения монтажа и замены антенн.



Рисунок 3 – Подвижный комплекс контроля Радиоэлектронной обстановки на базе: Mercedes-Bens Unimog U5000

Подвижный комплекс контроля незаменим при поиске и обнаружении источников помех. Используются, в основном, для того, чтобы с большей точностью определять местоположение стационарных передатчиков, а также для обнаружения мобильных передатчиков. Он используется также в том случае, когда дальность приема стационарной станции мониторинга недостаточна для обработки требуемых передатчиков.

Транспортное средство подвижного комплекса контроля РЭО для обеспечения точной привязки на местности оснащено приемником GPS, компасом, модулем связи R&S®GC128 и, при необходимости, телескопической мачтой.

Управляющий ПК ("RMS-HWF"), представленный на рисунке 4 – это стандартный ноутбук с экраном 15,6" производства Dell, модель Latitude E6540 Business-Notebook. Этот портативный ПК с 64-разрядной операционной системой Windows 7 Professional предназначен для работы в качестве высокопроизводительного рабочего контроллера. В нем установлен процессор четвертого

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

*ВКР.145284.09.03.01.ПЗ*

Лист

17

поколения Intel Core i7-4810MQ (2,8 ГГц) с 8 ГБ памяти (DDR3L 1600 МГц SDRAM), основным хранилищем 500 ГБ (SATA твердотельный гибридный), основным оптическим приводом 8X DVD+/-RW E-Modular, графикой AMD Radeon HD 8790M, жидкокристаллическим экраном FHD (1920 × 1080) (15.6"), интерфейсом USB, интерфейсом LAN и беспроводной LAN (802.11).



Рисунок 4 – Управляющий ПК

На каждом посту контроля РЭО установлено ПО R&S ARGUS-IT с помощью которого выполняются все манипуляции по измерениям как широким диапазоне частот, так и по выбранному короткому интервалу и предоставляет возможность записи результатов измерений.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ

Проектируемый программный модуль предназначен для автоматизации расчёта интермодуляционных помех, возникающих из-за работы операторов сотовой сети на территории космодрома «Восточный» и выполнения анализа уровня помех. Также разрабатываемый модуль позволит получать отчёты и графическое представление результатов выполнения работы и, как следствие, повысит производительность и качество труда сотрудников группы электромагнитной совместимости.

### 2.1 Обоснование необходимости создания программного модуля

Объектом автоматизации является деятельность группы ЭМС по вычислению уровней возникающих интермодуляционных помех на территории космодрома «Восточный» во время подготовки, пуска РКН и при повседневной деятельности группы ЭМС.

Для автоматизации объекта необходимо разработать программный модуль для определения всех возможных комбинаций частот, которые могут привести к интермодуляции и расчёта уровней потенциальной интермодуляционной помехи. Также программа должна составлять и выводить на печать отчёт на основе результатов, полученных при расчете.

Особенностью данной работы является то, что расчёт и анализ уровней интермодуляционных помех – сложный процесс, требующий большого внимания, определенных знаний и навыков. Из-за большого количества частот различных источников помех процесс вычисления становится громоздким и не всегда полученные результаты могут оказаться верными. Следовательно, необходимо создание такого программного продукта, который математически формализовал бы процесс расчётов и облегчал работу сотрудников группы ЭМС по контролю радиоэлектронной обстановки.

### 2.2 Постановка целей и задач программного модуля

Целью разработки программного модуля является автоматизация работы сотрудников группы электромагнитной совместимости космодрома «Восточ-

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

ный» по контролю радиоэлектронной обстановки.

Проектируемый модуль должен быть направлен на выполнение следующих задач:

- хранение данных радиоэлектронных измерений космодрома «Восточный»;
- выполнение вычисления комбинаций частот, которые могут привести к появлению интермодуляции;
- идентификация источников помех;
- расчёт уровней потенциальной интермодуляционной помехи;
- предоставление отчётов об наличии эффекта интермодуляции на РЭС;
- защита от несанкционированного доступа к данным;
- уменьшение временных затрат и повышение достоверности получаемой информации;
- повышение эффективности работы персонала.

Таким образом при реализации программного модуля, выполнении поставленных целей и задач будет исключена необходимость в постоянных вычислениях интермодуляционных помех вручную и устранена возможность появления ошибочных результатов.

## **2.3 Характеристика основных функций программного модуля**

### **2.3.1 Выделение функциональных частей программного модуля**

Функциональная структура программного модуля представлена в приложении В.

Проектируемый модуль должен быть функционально разделен на несколько частей. Каждая функция выполняет определенный набор операций. Данное разбиение необходимо для нормального функционирования программного продукта в целом.

В проектируемый модуль должны входить следующие функции:

- функция «Авторизация пользователей», управляющая учетными записями пользователей и обеспечивающая защиту модуля от несанкционированного доступа;
- функция «Ввод данных», позволяющая добавлять необходимые пользователю данные;
- функция «Хранение данных», необходимая для сохранения данных:

– функция «Поиск», обеспечивающая быстрый поиск информации по определенным пользовательским критериям;

– функция «Расчёт», производящая все необходимые вычисления;

– функция «Графики»;

– функция «Формирование отчётности»;

Функция «Авторизация пользователей» должна обеспечивать выполнение следующих задач:

– проверка введенных пользователем логина и пароля на корректность;

– добавление нового пользователя в систему, назначение имени и пароля для входа в программный продукт, наделение правами доступа к данным.

Функция «Ввод данных» должна выполнять следующие задачи:

– введение, дополнение и обновление информации;

– представление удобных форм ввода данных;

– верификация вводимой информации;

– передача данных на хранение.

Функция «Хранение данных» позволяет реализовать такие задачи как:

– сохранение данных;

– обеспечение целостности хранимой информации.

Функция «Поиск» должна обеспечивать выполнение следующих задач:

– выполнение пользовательских запросов;

– поиск информации по различным параметрам;

– сортировка данных по значениям различных характеристик.

Функция «Расчёт» необходима для выполнения задач:

– определение комбинаций частот, приводящих к интермодуляции;

– расчет уровней интермодуляционных помех;

– определение источника помех.

Функция «Графики» позволяет предоставить результаты вычислений в наглядном виде.

Функция «Формирование отчётности» должна обеспечить выполнение

следующих задач:

- формирование отчетов по определенным критериям;
- представление отчетов на печать.

### 2.3.2 Проектирование функциональных частей программного модуля

Функция «Авторизация пользователей» необходима для осуществления защиты данного программного модуля от несанкционированного доступа. Для получения доступа к модулю, пользователь должен ввести корректную комбинацию личного логина и пароля. Этапы работы функции «Авторизация пользователей» можно представить следующим образом:

- 1 этап – ожидание ввода данных пользователем;
- 2 этап – проверка введенных данных на корректность. Если введенные пользовательские данные введены некорректно, то выводится сообщение пользователю о некорректности логина или пароля и производится переход к этапу 1, если введенный логин и пароль корректны, то осуществляется переход к этапу 3.
- 3 этап – предоставление прав доступа к модулю.

Схема работы функции «Авторизация пользователей» изображена на рисунке 5.

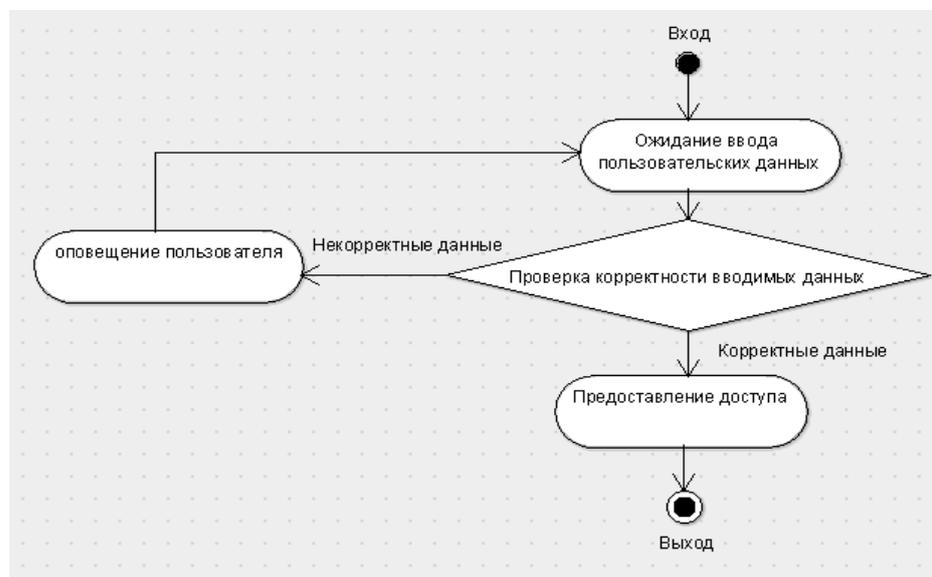


Рисунок 5 – Схема работы функции «Авторизация пользователей»

Этапами работы функции «Ввод данных» являются:

- 1 этап – ожидание ввода данных пользователем;
- 2 этап – проверка введенных данных;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

– 3 этап – если данные введены верно, осуществляется передача данных на сохранение, иначе выдается сообщение об ошибке и происходит переход к этапу 1.

Схема работы показана на рисунке 6.

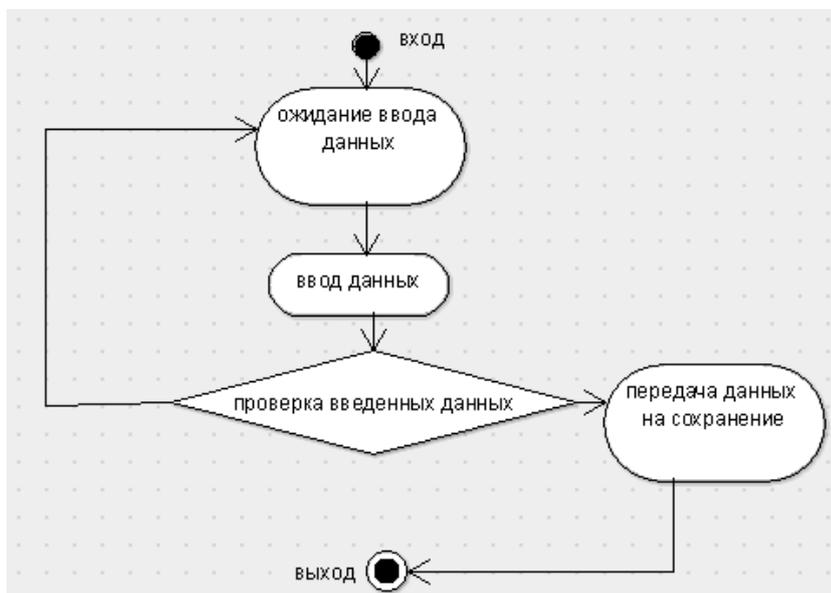


Рисунок 6 – Схема работы функции «Ввод данных»

Функция «Хранение данных» служит хранилищем для всей информации, используемой в программном модуле. Этапы работы функции представляют собой:

- 1 этап – ожидание запроса на редактирование или добавление данных;
- 2 этап – если произведён запрос на добавление, то происходит сохранение данных в программном продукте;
- 3 этап – если выполнен запрос на редактирование, то осуществляется переход к этапу 4;
- 4 этап – данные после редактирования добавляются и происходит их сохранение в программном продукте.

Работа функции «Поиск» происходит следующим образом – пользователь выбирает необходимый ему параметр для поиска, вводит запрос, происходит поиск совпадений, если совпадения не найдены, то пользователю необходимо скорректировать свой запрос, если же совпадения получены, то пользователю предоставляется информация о том или ином объекте. Схема работы функции «Поиск» предоставлена на рисунке 7.

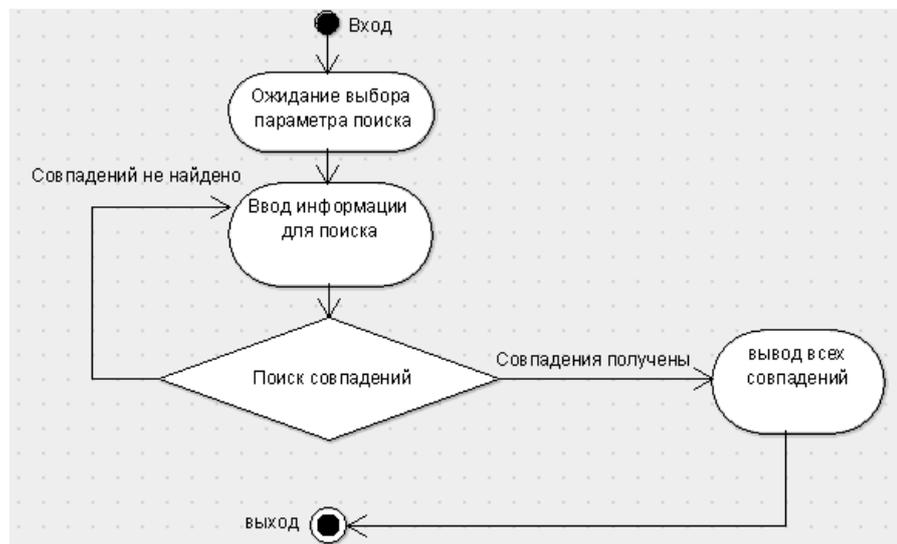


Рисунок 7 – Схема работы функции «Поиск»

Функция «Формирование отчётности» обеспечивает составление отчётной документации об измерениях уровней интермодуляционных помех. Этапы работы функции выглядят следующим образом:

- 1 этап – ожидание запроса на формирование отчёта;
- 2 этап – если запрос поступил, то программный модуль получает информацию из «Хранение данных», которая необходима для составления отчётной документации и формирует ее, иначе происходит переход на 1 этап.

Структура работы функции «Формирование отчётности» показана на рисунке 8.

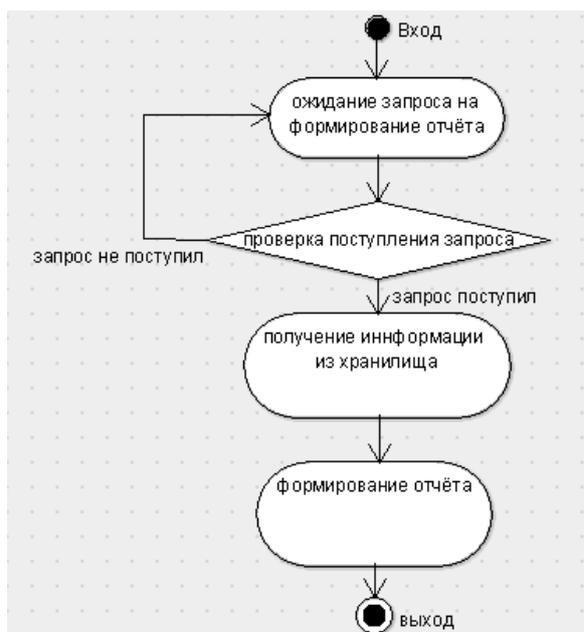


Рисунок 8 – Схема работы модуля «Формирование отчётности»

Взаимодействие функциональных частей проектируемого модуля показано в приложении Г.

## **2.4 Характеристика обеспечивающих подсистем**

Структура программного модуля представлена совокупностью следующих обеспечивающих подсистем, а именно: организационное, техническое, программное, информационное, математическое и лингвистическое.

### **2.4.1 Подсистема «Организационное обеспечение»**

Проектируемый программный продукт предназначен для эксплуатации специалистами группы ЭМС. Для успешного функционирования продукта необходимо предусмотреть наличие специалиста – оператора программного модуля.

Организационное обеспечение – совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации компоненты [2].

Взаимодействие сотрудников отдела, регламентированы положением об «Управлении эксплуатации телекоммуникационных, информационных и геофизических систем и комплексов филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный».

### **2.4.2 Подсистема «Техническое обеспечение»**

Техническое обеспечение – это комплекс технических средств, предназначенных для работы автоматизированной подсистемы, а также соответствующая документация на эти средства и технологические процессы [3].

Для функционирования программного продукта необходим комплекс технических средств, включающий следующие компоненты:

- стационарные компьютеры и моноблоки;
- устройства сбора данных, накопления, обработки, передачи и вывода данных;
- устройство бесперебойного питания;
- устройства ввода информации - клавиатура, манипулятор типа «мышь»;
- устройства передачи данных и линий связи.

У сотрудников группы электромагнитной совместимости имеется своя рабочая станция. Технические характеристики аппаратного обеспечения, удовлетворяют потребностям пользователей при решении их функциональных задач.

					<i><b>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</b></i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

Требования к рабочим местам сотрудников должны быть минимальными, обеспечивающими функционирование программного модуля без сбоев из-за переполнения ресурсов:

- процессор (AMD или Intel) с частотой от 1,5 ГГц;
- объем ОЗУ не менее 2 Гб;
- объем постоянного запоминающего устройства 80 Гб;
- монитор;
- устройства ввода информации;
- принтер.

#### 2.4.3 Подсистема «Программное обеспечение»

Программное обеспечение подразумевает выбор платформы для разрабатываемого программного продукта [4]. Подсистема программного обеспечения включает совокупность компьютерных программ, описаний и инструкций по их применению на ЭВМ.

Проектируемый программный продукт не накладывает жёстких ограничений на аппаратно-программные средства. Программный модуль совместим со всеми версиями операционных систем компании Microsoft – Windows 7/8/8.1/10, не зависимо от установленного программного обеспечения на компьютерах.

Для разработки клиентского приложения выбрана интегрированная среда Microsoft Visual Studio 2017, содержащая большое количество компонентов, облегчающих процесс разработки и язык программирования C#.

#### 2.4.4 Подсистема «Информационное обеспечение»

Проектируемый модуль должен содержать следующие данные:

- информация о РЭС (наименование, частотный диапазон максимальный и минимальный, тип РЭС, размер, масса и координаты).
- информация об источниках помех (название, номинальная частота, конечная частота).

Все вышеуказанные данные хранятся централизованно в несвязанных между собой таблицах.

В проектируемом модуле входными данными являются данные радиоэлек-

тронных измерений, полученные в течение определенного времени в процессе работы, данные об источниках помех (операторах сотовой сети). Выходными данными являются результирующие таблицы вычислений, графический вывод результатов расчётов и отчёты.

#### 2.4.5 Математическое обеспечение

Для реализации задач автоматизированной подсистемы расчета уровней потенциальной интермодуляционной помехи необходимо провести анализ всех возникающих помех от сотовых операторов на входе РЭС, рассчитать комбинации помех до одиннадцатого порядка и выявить наиболее опасные из них.

Выделим основные этапы исследования:

- анализ исходных данных;
- моделирование, которое включает в себя оценку параметров модели;

##### 2.4.5.1 Анализ исходных данных

Для проведения анализа возникающих помех было рассмотрено влияние различных частот операторов сотовой сети, действующих на территории космодрома «Восточный» на входы РЭС и на основе полученных результатов была построена математическая модель расчёта.

Изучив специфику предметной области и различные сведения о радиоэлектронной обстановке, можно сказать, что необходимо проводить исследование по следующим параметрам:

- частоты Российских операторов сотовой сети, работающих на территории космодрома;
- частотные диапазоны РЭС;
- полосы частот приема РЭС;
- порядок интермодуляционной помехи.

Список рассматриваемых операторов сотовой связи:

- 3G МТС;
- 3G Мегафон;
- 3G БиЛайн;
- 4G МТС.

Используемые для анализа РЭС:

- Антенна ОСС 800 10691;
- EB500;
- UMS200.

#### 2.4.5.2 Моделирование

На этапе моделирования ставится задача построения модели, позволяющей рассчитывать комбинации частот интермодуляции до одиннадцатого порядка.

Частота интермодуляционного колебания (уровень интермодуляционной помехи) представляет собой линейную комбинацию частот, поступающих на нелинейный элемент, где коэффициентами комбинации являются целые числа [5].

Если, например, на нелинейный элемент поступает  $k$  колебаний с частотами  $f_1, \dots, f_k$ , то в результате их взаимодействия на этом элементе образуются частоты вида:

$$f_{um} = |n_1 f_1 + n_2 f_2 + \dots + n_k f_k|, \quad (1)$$

где  $f_{um}$  – частота интермодуляции;

$n_1, \dots, n_k$  – целые числа, положительные и отрицательные [6].

Порядок интермодуляции определяется по формуле:

$$N = |n_1| + |n_2| + \dots + |n_k| \quad (2)$$

Согласно данным формулам были определены комбинации частот, предоставленные в таблице 1, которые могут привести к интермодуляции.

Таблица 1 – Комбинации частот, приводящих к интермодуляции

N -порядок интермодуляции	Комбинации частот интермодуляции (уровни интермодуляционной помехи)
1	$f_1, f_2$
2	$2f_1, 2f_2, f_1+f_2,  f_1-f_2 ,  f_2-f_1 $
3	$3f_1, 3f_2, 2f_1+f_2,  2f_1-f_1 , 2f_2+f_1,  2f_2-f_1 $

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

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

28

№ -порядок интермодуляции	Комбинации частот интермодуляции (уровни интермодуляционной помехи)
4	$4f_1, 4f_2, 2f_1+2f_2,  2f_1-2f_2 ,  2f_2-2f_1 , 3f_1+f_2, 3f_2+f_1,  3f_1-f_2 ,  3f_2-f_1 $
5	$5f_1, 5f_2,  3f_1-2f_2 , 3f_1+2f_2,  3f_2-2f_1 , 3f_2+2f_1, 4f_1+f_2, 4f_2+f_1,  4f_1-f_2 ,  4f_2-f_1 $
6	$6f_1, 6f_2, 3f_1+3f_2,  3f_1-3f_2 ,  3f_2-3f_1 , 4f_1+2f_2, 4f_2+2f_1,  4f_1-2f_2 ,  4f_2-2f_1 , 5f_1+f_2, 5f_2+f_1,  5f_1-f_2 ,  5f_2-f_1 $
7	$7f_1, 7f_2,  4f_1-3f_2 , 4f_1+3f_2,  4f_2-3f_1 , 4f_2+3f_1, 5f_1+2f_2, 5f_2+2f_1,  5f_1-2f_2 ,  5f_2-2f_1 , 6f_1+f_2, 6f_2+f_1,  6f_1-f_2 ,  6f_2-f_1 $
8	$8f_1, 8f_2, 4f_1+4f_2,  4f_1-4f_2 ,  4f_2-4f_1 , 5f_1+3f_2, 5f_2+3f_1,  5f_1-3f_2 ,  5f_2-3f_1 , 6f_1+f_2, 6f_2+f_1,  6f_1-2f_2 ,  6f_2-2f_1 , 7f_1+f_2, 7f_2+f_1,  7f_1-f_2 ,  7f_2-f_1 $
9	$9f_1, 9f_2,  5f_1-4f_2 , 5f_1+4f_2,  5f_2-4f_1 , 5f_2+4f_1, 6f_1+3f_2, 6f_2+3f_1,  6f_1-3f_2 ,  6f_2-3f_1 , 7f_1+2f_2, 7f_2+2f_1,  7f_1-2f_2 ,  7f_2-2f_1 , 8f_1+f_2, 8f_2+f_1,  8f_1-f_2 ,  8f_2-f_1 $
10	$10f_1, 10f_2, 5f_1+5f_2,  5f_1-5f_2 ,  5f_2-5f_1 , 6f_1+4f_2, 6f_2+4f_1,  6f_1-4f_2 ,  6f_2-4f_1 , 7f_1+3f_2, 7f_2+3f_1,  7f_1-3f_2 ,  7f_2-3f_1 , 8f_1+2f_2, 8f_2+2f_1,  8f_1-2f_2 ,  8f_2-2f_1 , 9f_1+f_2, 9f_2+f_1,  9f_1-f_2 ,  9f_2-f_1 $
11	$11f_1, 11f_2, 6f_1+5f_2,  6f_1-5f_2 ,  6f_2-5f_1 , 6f_2+5f_1, 7f_1+4f_2, 7f_2+4f_1,  7f_1-4f_2 ,  7f_2-4f_1 , 8f_1+3f_2, 8f_2+3f_1,  8f_1-3f_2 ,  8f_2-3f_1 , 9f_1+2f_2, 9f_2+2f_1,  9f_1-2f_2 ,  9f_2-2f_1 , 10f_1+f_2, 10f_2+f_1,  10f_1-f_2 ,  10f_2-f_1 $

По окончании анализа интермодуляционных помех было решено уделять наибольшее внимание колебаниям (комбинациям частот) третьего порядка, поскольку они имеют большой уровень и близко расположены к частоте основного излучения.

Для каждого оператора сотовой сети рассчитывались всевозможные уровни помех по ранее полученным комбинациям. Далее выбирались помехи, попадающие в полосы частот приёма РЭС, данные помехи считаются интермодуляционными.

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

Конечным продуктом математического обеспечения является модель, позволяющая рассчитать уровни интермодуляционных помех, возникающих на входе РЭС на территории космодрома «Восточный».

#### 2.4.6 Лингвистическое обеспечение

Лингвистическое обеспечение представляет собой совокупность языков, которые используются в процессе разработки и эксплуатации программного продукта для обмена информацией между ЭВМ и человеком.

Для написания данного программного продукта был выбран язык программирования С#. При реализации на данном языке существует ряд преимуществ, такие как:

- расширяемость системы (С# предусматривает импорт классов и объектов из других сторонних программ);
- степень открытости исходных текстов библиотек, исполняемых программ;
- возможность привлечения сторонних разработчиков при разработке продукта для программирования узкоспециализированных задач;
- защищенность и контроль версий подключаемых алгоритмов (концепция NET);
- большая скорость работы (распределение процессов, распределение данных, скорость работы с данными).
- удобство разработки.

## 3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ

### 3.1 Описание программного модуля

#### 3.1.1 Функциональное назначение программного модуля

Программа представляет собой приложение необходимое для ввода, хранения и обработки информации о радиоэлектронных измерениях на территории космодрома, для выполнения расчёта интермодуляционных помех возникающих из-за распространения частот сотовых операторов сети, а также выполнения поиска данных по различным параметрам и представление выполненных вычислений в табличном виде.

Программный продукт предназначена для автоматизации работы сотрудников группы ЭМС космодрома «Восточный».

#### 3.1.2 Работа программного модуля

В таблицы изначально занесены технические характеристики радиоэлектронных средств и основные параметры операторов сотовой сети, необходимые для производимых вычислений. Предусмотрена возможность добавления и удаления новых записей.

Все данные хранятся и используются для поиска по таким критериям как:

- поиск названию (вводится наименование РЭС либо источника помех, и программа ищет все данные связанные с этим названием);
- поиск частоте;
- по широте и долготе.

Так же хранящиеся данные используются для процесса расчёта всех возникающих помех и вычисления уровней интермодуляционных помех.

Необходимые значения берутся из таблиц «РЭС» и «Источники помех», рассчитываются по заранее определенной математической модели всевозможные частоты помех и выбираются из них те частоты, которые соответствуют интермодуляционным помехам третьего порядка.

Программа автоматически строит таблицы «Таблица рассчитанных помех и «Таблица помех на РЭС» (соответствующая интермодуляционным помехам) и

заносит результирующие значения в эти таблицу.

Все данные можно при необходимости отсортировать по алфавиту, возрастанию значений и убыванию.

### **3.2 Обоснование выбора языка программирования и среды разработки**

#### **3.2.1 Обоснование выбора среды разработки**

В данной выпускной квалификационной работе в качестве среды разработки использовалась бесплатная и полнофункциональная среда разработки Visual Studio Community 2017 являющаяся набором инструментов для создания программного обеспечения: от планирования до разработки пользовательского интерфейса, написания кода, тестирования, отладки, анализа качества кода и производительности, развертывания в средах клиентов и сбора данных телеметрии по использованию.

Причинами выбора среды являются:

- объектно-ориентированный подход (платформа .NET изначально строится на принципах объектно-ориентированного программирования);
- конструктор интерфейса (упрощает создание графического интерфейса приложений, пользовательских инструментов управления и страниц);
- мощный инструментарий (обладает достаточным функционалом для выполнения задач практически любой сложности);
- MS VS Debugger, отладчик имеющий возможность работать как на уровне исходного кода, так и на машинном уровне;
- поддержка языков высокого уровня, таких как C++, C#, F# и др. (обеспечивает удобство использования, быстроту написания кода) [7].

#### **3.2.2 Обоснование выбора языка программирования**

Для разработки программного модуля был использован язык программирования C#, который является объектно-ориентированным языком со строгой типизацией, позволяющий разработчикам создавать различные безопасные и надежные приложения, работающие на платформе .NET Framework. C# можно использовать для создания клиентских приложений Windows, XML-веб-служб, распределенных компонентов, приложений клиент-сервер, приложений баз

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>					



приложений. Данная модель позволяет отделить компоновку графического интерфейса от реализации программных алгоритмов, а также создать графический интерфейс независимый от разрешения экрана, автоматически масштабируемый под определенное разрешение системой.

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 [12]. Что позволяет упростить работу по верстке интерфейса, а также отбрасывает необходимость доработки кода при незначительных изменениях кода.

Табличные данные программного модуля создавались при использовании сериализатора DataContractSerializer преобразующего объекты .NET Framework в формат XML и обратно.

Сериализация это процесс преобразования объекта в поток байтов для сохранения или передачи в память, в базу данных или в файл. Эта операция предназначена для того, чтобы сохранить состояния объекта для последующего воссоздания при необходимости [13].

Объект сериализуется в поток, который содержит не только данные, но и сведения о типе объекта. В этом формате потока объект можно сохранить в базе данных, файле или памяти [14]. Сериализация позволяет разработчику сохранять состояние объекта и воссоздавать его при необходимости. Это полезно для длительного хранения объектов или для обмена данными.

Используя сериализацию, разработчик может, например, отправить объект удаленному приложению через веб-службу, передать объект из одного домена в другой, передать объект через брандмауэр в виде XML-строки, обеспечить защиту или сохранность сведений о пользователях в разных приложениях.

### **3.3 Разработка программного модуля**

#### **3.3.1 Разработка функциональных частей программного модуля**

На этапе проектирования были определены основные задачи функциональных частей модуля и их взаимодействие, на основе этого были разработаны

следующие классы:

- Author, реализующий выполнение функции «Авторизация пользователей»;
- DataInput, реализующий выполнение функции «Ввод данных»;
- StorageData, реализующий выполнение функции «Хранение данных»;
- Calculation, реализующий выполнение функции «Расчёт»;
- Search реализующий выполнение функции «Поиск»;
- Plot, описывающий модуль «Построение графика»;
- Report, реализующий выполнение функции «Формирование отчётности»;

Класс Author, включает в себя все необходимые методы реализации авторизации пользователей, такие как:

CheckLogin необходим для проверки корректности введенного пользовательского логина, аргументом является переменная типа «string», при корректном вводе логина метод возвращает булево значение «true» и значение «false» при некорректном введенном логине;

CheckPassword необходим для проверки корректности введенного пользовательского пароля, аргументом является переменная типа «string», при корректном вводе пароля метод возвращает булево значение «true» и значение «false» при некорректном введенном пользователем пароле;

CheckStorageData, необходим для проверки наличия данной комбинации логина и пароля в хранилище данных, аргументами являются 2 переменные типа «string», при наличии данной комбинации в хранилище метод возвращает булево значение «true» и значение «false» при отсутствии данной комбинации;

StartMain, необходим для отображения главного окна программного модуля, не принимает аргументов, возвращает значение типа «void».

Класс DataInput, включает в себя необходимые методы описания событий и вызова соответствующих окон программного модуля, такие как:

- OpenAdd, открывающий окно для введения новых данных;
- AddIt, записывающий введенные данные в хранилище;
- CellEdit, позволяющий редактирование данных;
- UpdIt, заносающий отредактированные данные в хранилище.

Класс StorageData содержит в себе переменную Data, которая включает в себе всю информацию о хранящихся данных, а также содержит методы описывающие события, такие как:

- UpData, необходимый для обновления информации о хранящихся данных;
- DataSize, вычисляющий свободное место.

Класс Report содержит методы описывающие события, такие как:

- SaveReport формирует отчет по проделанной работе в виде файла типа doc и открывающий его в Microsoft Office Word.

### 3.3.2 Разработка пользовательского интерфейса программного модуля

Разработка пользовательского интерфейса программного модуля производилась с использованием Windows Presentation Foundation.

Windows Presentation Foundation (WPF) – платформа пользовательского интерфейса, используемая с целью создания клиентских приложений для настольных систем.

Платформа разработки WPF поддерживает широкий набор различных компонентов для разработки приложений, включая модель приложения, ресурсы, элементы управления, графику, макет, привязки данных, документы и безопасность. Является частью платформы .NET Framework. Чтобы предоставить декларативную модель для программирования приложений WPF использует расширяемый язык разметки для приложений XAML [15].

В разрабатываемом программном продукте использовались следующие элементы WPF [16]:

- PasswordBox – поле, предназначенное для ввода пользовательского пароля;
- TabControl – элемент, необходимый для создания вкладок;
- TabItems – элемент, представляющий собой отдельную вкладку;
- Button – кнопка;
- TextBox – текстовое поле, элемент управления, используемый для отображения или редактирования текста;
- DataGrid – элемент управления для отображения и редактирования табличных данных.

– Label – элемент, используемый в целях представления описательного текста для элементов управления.

При разработке программного модуля были реализованы следующие окна:

- главное окно;
- окно авторизации пользователей.

Окно главного меню предоставляет пользователю возможность быстрого доступа ко всем необходимым функциям программного модуля. Внешний вид реализованного главного окна представлен в приложении Д.

На рисунке Е.1 приложения Е изображены основные вкладки разработанного программного модуля. Вкладки расположены в левой части окна.

Во вкладке «Главная» при помощи графического элемента Button «Произвести расчёт» можно реализовать вычисление всевозможных помех от операторов сотовой сети, возникающих на территории космодрома и выделить из них помехи, приводящие к возникновению интермодуляции на входе РЭС.

На рисунке Е.2 приложения Е представлено содержимое вкладки «РЭС». Нижняя часть вкладки разделена на области добавления/удаления устройств и поиска устройств в зависимости от выбранного типа поиска (параметров). В данных областях расположены кнопки для выполнения функций добавления/удаления, текстовое поле ввода названий РЭС и выпадающий список со всеми возможными вариантами параметров поиска. В центральной части окна расположена таблица для отображения РЭС и их технических характеристик.

На рисунке Е.3 приложения Е изображено содержимое вкладки «Источники помех». Нижняя часть вкладки разделена на области добавления/удаления устройств и поиска устройств в зависимости от выбранного типа поиска (параметров). В данных областях расположены кнопки для выполнения функций добавления/удаления, текстовое поле ввода названий источников помех и выпадающий список со всеми возможными вариантами параметров поиска. В центральной части окна расположена таблица для отображения источников помех и их технических характеристик.

На рисунке Е.4 приложения Е, изображена вкладка «Пользователи», ко-

торая содержит таблицу, отображающую данные пользователей программного модуля, область добавления/удаления пользовательских данных, содержащая кнопки «Добавить» и «Удалить». По нажатию на кнопку «Добавить», происходит добавление новой записи в таблицу пользовательских данных, при нажатии на кнопку «Удалить» реализуется удаление информации о выбранном пользователе. Добавляются/удаляются они программно. Также нижняя область содержит поле для поиска необходимых пользовательских данных.

Поскольку программный продукт ориентирован на пользователя (оператора), имеющего любительский уровень подготовки, был разработан эргономичный и интуитивно понятный графический пользовательский интерфейс, который требует от пользователя минимальных временных затрат для получения им необходимых ресурсов.

### 3.4 Руководство пользователя

Работа с программным продуктом начинается с запуска файла «NescoMacro.exe», после чего на экране монитора появляется окно аутентификации пользователя (доступа к модулю), представленное на рисунке 9.

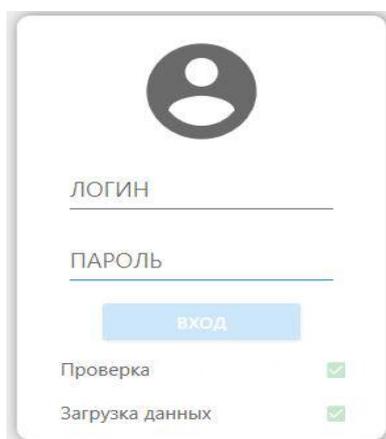


Рисунок 9 – Окно авторизации пользователей

Для получения прав доступа и возможности совершать необходимые для работы действия над данными, необходимо пройти аутентификацию и авторизацию. Для этого необходимо ввести в соответствующие поля логин и пароль пользователя, а далее – нажать кнопку «Вход».

В случае ввода некорректных пользовательских данных на окне появится

сообщение об ошибке, как это представлено на рисунке 10, в противном случае выведется главное окно программного продукта (рисунок 11).

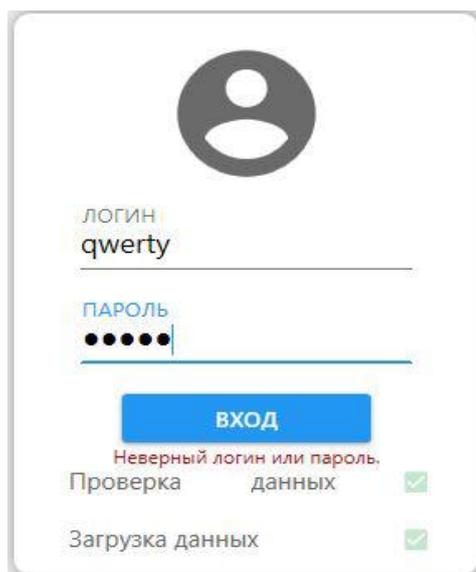


Рисунок 10 – Сообщение о некорректности введенных данных

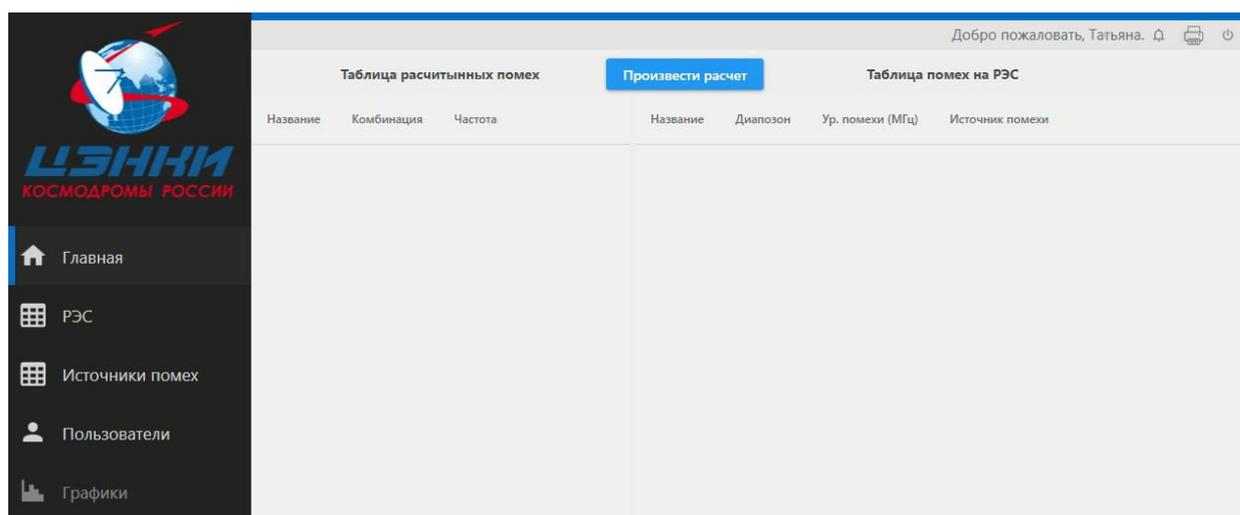


Рисунок 11 – Главное окно программного модуля

Для того чтобы выполнить вычисления, необходимо выбрать необходимое РЭС и параметры источников помех. Когда все параметры выбраны, необходимо нажать по кнопке «Произвести расчёт» для вычисления и вывода на экран таблиц:

- таблица рассчитанных помех, включающая в себя все возможные комбинации помех с их частотами, которые возникают входе РЭС;
- таблица помех на РЭС, включающая в себя только интермодуляционные помехи.

Результат выполнения расчёта представлен на рисунке 12.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

39

Добро пожаловать, Пользователь. 🔔 🖨️ ⏻

Таблица рассчитанных помех			Произвести расчет				Таблица помех на РЭС		
Название	Комбинация	Частота	Название	Диапазон	Ур. помехи (МГц)	Источник помехи			
3G MTC	3f1	6420	R&S UMS200	20-3500	2125	3G MTC			
3G MTC	3f2	6465	R&S UMS200	20-3500	2170	3G MTC			
3G MTC	2f1+f2	6435	R&S UMS200	6000-7500	6420	3G MTC			
3G MTC	[2f1-f2]	2125	R&S UMS200	6000-7500	6465	3G MTC			
3G MTC	2f2+f1	6450	R&S UMS200	6000-7500	6435	3G MTC			
3G MTC	[2f2-f1]	2170	R&S UMS200	6000-7500	6450	3G MTC			

Рисунок 12 – Вывод результатов вычислений

Для того чтобы просмотреть детальную информацию о выбранном РЭС/источнике помех или пользователе необходимо перейти во вкладку «РЭС»/«Источник помех», которая содержит таблицу со всеми техническими характеристиками объекта. Область просмотра (редактирования) представлена на рисунке 13.

Добро пожаловать, Татьяна. 🔔 🖨️ ⏻

Наименование	ЧД (МГц) мин.	ЧД (МГц) макс.	Тип РЭС	Размер, мм	Масса, кг	Координаты, град
R&S EB500	0.009	6000	Приёмник (ПРМ)	213 x 132 x 450	7.5	51°52'38.20"СШ - 128°19'53.54"ВД
R&S UMS200	0.009	7500	Приёмник (ПРМ)	300 x 570 x 292	28	51°48'4.95"СШ - 128°14'16.99"ВД
Антенна ОСС 800 10691	760	2690	Передатчик (ПРД)	1997 x 300 x 152	25	51°52'30.4"СШ - 128°21'47" ВД

Рисунок 13 – Область просмотра (редактирования)

Для удаления сведений о радиоэлектронном средстве/источнике помех или пользователе необходимо кликнуть мышью на объект, после нажать на кнопку «Удалить», находящуюся в нижнем левом углу окна.

Чтобы изменить сведения об объекте, необходимо отредактировать поля, содержащие данные, которые подлежат изменению, сохранения изменений про-

изойдут автоматически. Для добавления сведений о новом объекте, необходимо нажать кнопку «Добавить» и внести необходимые данные.

Область добавления и удаления данных изображена на рисунке 14.

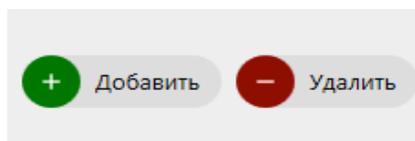


Рисунок 14 – Область добавления/удаления необходимых данных

Поиск данных в модуле осуществляется в четырёх режимах: по названию, по широте по долготе и по частоте. Область выбора параметров для поиска объекта представлена на рисунке 15.

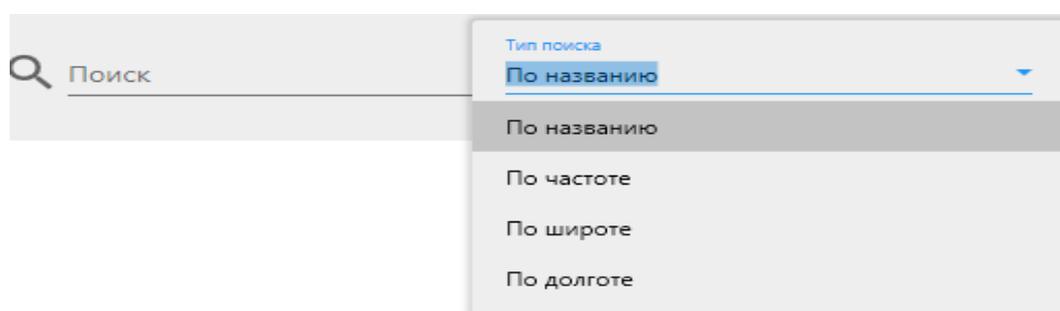


Рисунок 15 – Область поиска объектов

Нажимая на вкладку «Графики» открывается область, изображенная на рисунке 16.



Рисунок 16 – Область построения графиков

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Для построения графика необходимо нажать на кнопку «Построить». Красными линиями изображены граничные частоты полосы приёма РЭС (т.е. минимальная и максимальная частоты), а чёрной – отклонения (т.е. частоты помех, возникающие на входе РЭС). Частоты, попавшие в полосу приёма, являются интермодуляционными.

Для получения отчетов необходимо нажать на кнопку «Отчётность», расположенную в правом верхнем углу главного окна программы. Нажав на кнопку открывается документ Microsoft Word, в котором находится автоматически построенная таблица, содержащая информацию об рассчитанных уровнях интермодуляционных помех на выбранном РЭС от выбранного источника помехи, пример показан на рисунке 17.

Отчет по выполненной работе

Дата и время формирования: 01.06.2018 14:14:47  
 Диапазон: 20 МГц – 3800 МГц  
 Выбранное РЭС: R&S UMS200  
 Анализируемые источники помех: 3G MTC  
 Результат:

1. Анализ помех, возникающих на РЭС

Название	Комбинация	Частота
3G MTC	3f1	6420
3G MTC	3f2	6465
3G MTC	2f1+f2	6435
3G MTC	2f1-f2	2125
3G MTC	2f2+f1	6450
3G MTC	2f2-f1	2170

2. Рассчитанные интермодуляционные помехи

Название	Диапазон приема РЭС	Уровень и.п	Источник помехи
3G MTC	20-3500	2125	3G MTC
3G MTC	20-3500	2170	3G MTC
3G MTC	6000-7500	6420	3G MTC
3G MTC	6000-7500	6465	3G MTC
3G MTC	6000-7500	6435	3G MTC
3G MTC	6000-7500	6450	3G MTC

Рисунок 17 – Вывод результатов в документ Microsoft Word

Чтобы завершить работу с программным продуктом необходимо нажать кнопку «Выход», располагающуюся в правом верхнем углу окна программного модуля.

### 3.5 Тестирование программного модуля

Тестирование программного продукта является основным методом обнаружения ошибок, и оно необходимо для того чтобы определить, выполняет ли программа то, что от неё ожидают. Тестирование разработанного программного

модуля проводилось в группе ЭМС филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный». Процесс тестирования происходил путем введения исходных данных, имеющихся у специалистов и по окончании расчета уровней интермодуляционных помех, результаты, полученные в ходе тестирования сравнивались со значениями, рассчитанными вручную специалистами группы электромагнитной совместимости.

### 3.6 Сравнительная характеристика аналогов

Сравнение проводилось с программой «Эксперт-ЭМС». Результаты сравнительной характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика

Критерий\Продукт	«Эксперт-ЭМС»	Разработанный программный продукт
Ведение справочника РЭС	+	+
Диапазон частот, МГц-ГГц	30 МГц – 40 ГГц	Все диапазоны
Стоимость	40000	Бесплатно
Установка	+	-
Авторизация пользователей	-	+
Разграничение прав	-	+

Исходя из представленных результатов сравнительной характеристики, можно сделать вывод, что разработанный программный модуль имеет ряд явных преимуществ перед своим аналогом, а именно:

- возможность ведения расчётов для любых диапазонов частот РЭС;
- отсутствие необходимости установки на ЭВМ;
- предоставление надёжного пользования программным продуктом и защита данных от несанкционированного доступа;
- является бесплатным продуктом.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

В рамках выполнения бакалаврской работы проектируется и разрабатывается программный модуль для расчёта и анализа интермодуляционных помех, следовательно, вся основная работа связана с использованием ПЭВМ.

Данная глава посвящена вопросам безопасности жизнедеятельности сотрудников (операторов) группы ЭМС, которые будут использовать данный программный модуль.

Требуется определить правила работы за персональным компьютером и меры, позволяющие предотвратить чрезвычайные ситуации на основе санитарно-эпидемиологических норм.

Анализ аспектов БЖД будет проведен на основе инструкции по охране труда группы электромагнитной совместимости и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

### 4.1 Безопасная организация рабочего помещения

На сегодняшний день уже практически никто не обходится без компьютера, ведь эта техника присутствует не только практически во всех сферах производства, но и сферах жизни человека. Их широкое распространение привело к возникновению дополнительных вредных воздействий большой группы факторов, которые значительно понижают производительность труда.

Главным ресурсом любого предприятия являются люди и даже самые передовые технологии и новейшее оборудование ничего не стоят без квалифицированного персонала. Прямой задачей каждого руководителя предприятия служит обеспечение надлежащей безопасности на производстве [17].

#### 4.1.1 Анализ рабочего места

Рабочее место имеет площадь 33 м<sup>2</sup> (ширина помещения – 6 м, длина – 5,5 м, высота – 3,5 м).

В помещении пять рабочих мест, что соответствует требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 так как на одно рабочее место приходится 6,6 м<sup>2</sup>. Согласно СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» площадь на одно ра-

бочее место пользователей ПЭВМ с ЖК монитором должна составлять не менее 4,5 м<sup>2</sup>, размеры рассматриваемого помещения соответствуют указанным требованиям [18].

Под рабочим местом понимают зону трудовой деятельности, оснащенную всем техническим и вспомогательным оборудованием, необходимым для осуществления управлением ПЭВМ.

Каждое рабочее место укомплектовано компьютерным столом, который обеспечивает встроенное размещение периферийных устройств и системного блока. Клавиатура расположена на поверхности стола на расстоянии 300 мм от края, обращенного к пользователю, манипулятор типа «мышь» располагается таким образом, что оператор может манипулировать им при согнутом локте под углом 90 – 135 градусов.

Рабочее место сотрудника оборудовано:

- системный блок;
- ЖК монитор;
- манипулятор типа «мышь»;
- клавиатура;
- сетевой фильтр;
- рабочий стол;
- стул.

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами составляет более 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - 1,3 м.

Рабочие места сотрудников имеют площадь более 1,5 м<sup>2</sup>, высота рабочей поверхности стола 655 мм, высота сидения кресла регулируемая.

Рабочие столы отвечают всем требованиям эргономики, позволяют удобно размещать на рабочей поверхности все необходимое оборудование. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы ориентированы боковой стороной к световым проемам и естественный свет падает преимущественно слева.

Конструкция рабочего стула обеспечивает поддержание рациональной рабочей позы при работе с ПЭВМ, позволяет изменять позу для снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины с целью предупреждения развития утомления [19]. Правильная посадка за рабочим столом изображена на рисунке 18.

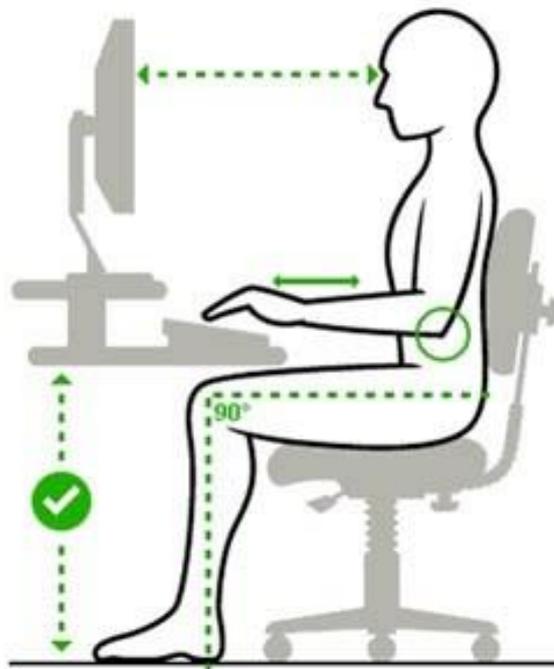


Рисунок 18 – Правильная посадка за рабочим столом

#### 4.1.2 Анализ вредных и опасных факторов

Деятельность сотрудников – пользователей ПЭВМ связана с восприятием изображения на экране, слежением за его изменением, чтением печатного и рукописного текста, вводом информации с клавиатуры. Работа оператора ПЭВМ требует активного повышенного внимания, а его организм подвергается воздействию различных факторов.

Наиболее опасными факторами, которые влияют на деятельность человека при работе с ПЭВМ, являются [20]:

- повышенный уровень акустического шума;
- воздействие электрического тока;
- недостаточная освещенность помещения;
- микроклимат.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

#### 4.1.2.1 Повышенный уровень акустического шума

Рассматриваемое в рамках данной работы рабочее помещение имеет низкий общий уровень акустических шумов, не превышающий предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормами.

На рабочем месте оператора источниками шума являются следующие технические средства:

- вентиляционное оборудование;
- жесткие диски;
- вентиляторы блоков питания;
- офисная техника (МФУ).

Они издают довольно незначительный шум, поэтому в помещении достаточно использовать звукопоглощение. Источником шума также могут служить сами работники.

#### 4.1.2.2 Воздействие электрического тока

Исследуемое помещение по уровню опасности поражения электрическим током можно отнести к помещениям первого класса, без повышенной опасности, так как в данном помещении отсутствуют следующие опасные факторы:

- токопроводящие полы;
- относительная влажность воздуха, длительно превышающая 75%;
- высокая температура воздуха, превышающая +35 °С длительное время;
- прикосновение к металлическим нетокопроводящим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

На рабочем месте оператора ПЭВМ металлическим является только корпус системного блока компьютера, но используются системные блоки, которые отвечают стандарту фирмы IBM, в которых кроме рабочей изоляции предусмотрен элемент для заземления и провод с заземляющей жилой для присоединения к источнику питания.

Питание средств вычислительной техники осуществляется от трёхфазной цепи переменного тока (220В, 50 Гц).

#### 4.1.2.3 Организационные и технические мероприятия по обеспечению электробезопасности

Обеспечение электробезопасности техническими способами предусматривает:

- защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям;
- защиту от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетокведущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

К работе с электроустановками допускаются только лица, прошедшие обучение безопасным методам труда, инструктаж, проверку знаний инструкций и правил безопасности в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе и не имеющие медицинских противопоказаний.

С целью обеспечения электробезопасности при выполнении работ с оборудованием электропитания выполняются организационные мероприятия такие как:

- назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производственных работ;
- оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- осуществление допуска к проведению работ;
- организация надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерывов в работе, переводов на другие рабочие места;
- установление рациональных режимов труда и отдыха.

Для обеспечения безопасности работ в действующих электроустановках на рабочих местах выполняются следующие технические мероприятия:

- отключение установки или ее части от источника питания;
- механическое запираение приводов отключенных коммутационных аппаратов;
- снятие предохранителей;
- отсоединение концов питающих линий;
- ограждение остающихся под напряжением частей;
- установка знаков безопасности;

- наложение заземления;
- ограждение рабочего места.

Во всех случаях поражения человека электрическим током необходимо немедленно вызвать врача. До прибытия врача нужно приступить к оказанию первой помощи пострадавшему.

#### 4.1.2.4 Освещенность рабочих мест

Во время работы при использовании ПЭВМ высок уровень нагрузки на глаза. В целях понижения утомляемости глаз необходимо обеспечение достаточного освещения рабочего помещения и рабочих мест.

Работа на ПЭВМ выполняется при наличии естественного и искусственного освещения. Величина коэффициента естественного освещения (к. е. о.) соответствует нормативным нормам по СНиП 23-05-95\*«Естественное и искусственное освещение» [21]. Искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения.

В соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 освещенность на поверхности рабочего стола от системы общего освещения должна составлять 300-500 лк. Рекомендовано располагать рабочие места по отношению к световым проемам так, чтобы естественный свет падал слева.

Рассматриваемое помещение имеет искусственное и естественное освещение. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, окна в помещении ориентированы на север, рабочие столы размещены таким образом, что видеодисплейные терминалы ориентированы боковой стороной к световым проемам, что обеспечивает падение естественного света преимущественно слева.

Проведя анализ освещенности рабочего помещения, можно сделать вывод: на рабочем месте обеспечивается требуемая нормами освещённость.

#### 4.1.2.5 Микроклимат помещения

Помещение с ПЭВМ, в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» должно поддерживать оптимальные микроклиматические условия [22].

Температура воздуха не должна превышать установленную норму, в обратном

случае необходимо производить охлаждение и вентиляцию помещения при помощи кондиционеров.

В помещении, рассматриваемом в рамках выполнения данной работы установлен кондиционер, а также осуществляется естественная вентиляция. Для поддержания микроклимата в холодное время года используется система центрального отопления.

Ежедневно производится влажная уборка помещения.

Исходя из всего этого можно рассматривать данные условия микроклимата как нормальные.

#### 4.1.3 Эргономика пользовательского интерфейса программного модуля

Взаимодействие сотрудников группы ЭМС с программным модулем происходит через пользовательский интерфейс, который должен быть интуитивно понятен для любого пользователя и прост в управлении.

Разработанный пользовательский интерфейс соответствует основным эргономическим требованиям:

- обеспечивает интуитивное и легкое управление программным продуктом;
- быстрое взаимодействие пользователя с интерфейсом;
- последовательность в работе интерфейса;
- корректное графическое отображение необходимых пользователю функций программного средства.

Пользовательский интерфейс изображен на рисунках Е.1-Е.4 приложения Е. Для наиболее удобного и быстрого управления программным модулем основные вкладки располагаются в крайней левой части окна пользовательского интерфейса, что позволяет разместить все остальные графические элементы в свободном от них пространстве.

В программном продукте используется легко воспринимаемый, компактный, универсальный (поддерживает английский и русский язык) и не имеющий излишеств (узоров, дизайнерской стилизованности) шрифт.

Цветовая гамма подобрана таким образом, чтобы более точно отобразить все важные параметры настройки модулей для пользователя.

Цвета легко воспринимаются пользователем, не раздражают глаза, что в свою очередь уменьшает напряжение органов зрения.

#### **4.2 Экологичность**

Разработка программного продукта непосредственно не наносит вред окружающей среде, но при этом используется вычислительная техника и периферия, которая включает в себя системные блоки, мониторы, клавиатуры, мышки и множительно-копировальную технику.

Воздействие компьютеров на окружающую среду при эксплуатации регламентировано рядом стандартов.

Содержание вредных химических веществ в производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной не должно превышать предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Для обеспечения безопасной и экологически чистой обстановки в помещении выполняется ряд указаний:

- в помещениях, оборудованных ПЭВМ, производится ежедневная влажная уборка;
- производится систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Поскольку результатом разработки является создание программного модуля, то разработка может считаться экологически чистой, загрязнение окружающей среды и выбросов вредных веществ не происходит так как система является информационной и не управляет вредными производственными процессами.

#### **4.3 Чрезвычайные ситуации**

Оборудование ПЭВМ является электрической установкой и представляет для человека большую потенциальную опасность. Главной причиной пожаров в электроустановках (до 70 % от общего числа) являются короткие замыкания и развивающиеся токи утечки через изоляцию электропроводок. При этом наиболее пожароопасным видом электротехнических изделий являются электропро-

водки, на долю которых приходится до 45 % пожаров. Таким образом, основным видом ЧС при работе на ПЭВМ является пожар.

К горючим компонентам относят:

- строительные материалы для отделки рабочих помещений;
- двери;
- перегородки;
- полы;
- изоляция кабелей и др.

В современных ПЭВМ используется высокая плотность размещения элементов электронных схем, соединительные провода и различные кабели расположены поблизости друг от друга. При протекании по ним электрического тока происходит выделение значительного количества теплоты, при котором возможно оплавление изоляции.

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха служат для отвода избыточной теплоты от ПЭВМ. Эти системы при постоянном действии представляют собой дополнительную пожарную опасность.

Причиной возгораний могут служить:

- неполадки в электронных схемах ПЭВМ;
- неполадки в различных устройствах электропитания и приборах технического обслуживания.

При этом возможно возникновение:

- перенапряжений;
- коротких замыканий;
- перегрузки;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах;
- возникновение токов утечки.

Для уменьшения вероятности возникновения воспламенения в конструкциях ПЭВМ предусмотрены вентиляционные отверстия, активное (вентиляторы) и пассивное (радиаторы) охлаждение.

В случае возникновения очага возгорания, не дожидаясь прибытия пожар-

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

ного подразделения, необходимо приступить к ликвидации пожара имеющимися в наличии средствами тушения.

Одним из главных факторов обеспечения пожарной безопасности на предприятиях и рабочих местах является применение автоматическим средств обнаружения пожаров, позволяющие оповещать дежурный персонал о возгорании и месте его возникновения.

В помещении с ПЭВМ используются автоматические дымовые пожарные извещатели, реагирующие на аэрозольные продукты горения. Автономные дымовые извещатели имеют свой собственный независимый источник питания, который необходимо менять один раз в год, и собственный оповещатель (сирену) с уровнем громкости 80120 дБ.

Поскольку площадь рабочего помещения небольшая, достаточно будет использовать один извещатель, но в целях повышения эффективности целесообразно установить 2 автономных дымовых извещателя. Исследуемое помещение оборудовано углекислотным огнетушителем 1-2 кг (ОУ-1).

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Противопожарные системы и установки постоянно содержатся в исправном рабочем состоянии. Запрещено использование данных систем не по прямому назначению.

Наружные пожарные лестницы и ограждения на крышах зданий содержатся в исправном состоянии.

Ежедневно, по окончании работы необходимо:

- тщательно осматривать рабочее помещение,
- обесточивать электрооборудование и электросети (за исключением оборудования, которое должно работать круглосуточно по функциональному назначению и предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации) [23].

#### **4.4 Комплексы физических упражнений для сохранения и укрепления индивидуального здоровья и обеспечения полноценной профессиональной деятельности**

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

С использованием ПЭВМ связаны потенциальные угрозы для здоровья человека. К главным факторам риска при работе с ПЭВМ относятся:

- проблемы со зрением;
- проблемы с мышцами и суставами.

#### 4.4.1 Комплекс упражнений для глаз

Проблемы со зрением проявляются в виде неприятных ощущений таких как:

- затуманивание зрения;
- рези в глазах;
- жжение;
- головные боли;
- боли при движении глаз.

Для того, чтобы обеспечить глазам эффективный отдых, необходимо переместиться на участок с освещением, отличным от рабочего места.

Снять зрительное напряжение при работе за ПЭВМ помогают следующие упражнения, которые рекомендуются к ежедневному выполнению [24]:

- встаньте лицом к окну и найдите глазами максимально отдаленный объект в пределах видимости. На глубоком вдохе переведите взгляд на кончик носа, а на выдохе опять найдите взглядом самый далекий объект в окне, потом вдохните и посмотрите вверх. Повторите это упражнение 2-3 раза;

- закройте веки и расслабьте глаза. В таком положении сделайте вращательные движения глазами сначала по часовой стрелке, потом против неё. Сделайте по 5 вращений вправо и влево;

- открытыми глазами медленно «нарисуйте» в воздухе восьмерку: по диагонали, по горизонтали, по вертикали;

- закройте глаза ладонями. Всмотритесь в эту темноту в течение тридцати секунд, затем закройте глаза, перед тем как убрать руки, и медленно откройте их;

- посмотрите на кончик носа, затем вдаль. Посмотрите на кончик пальца или карандаша, удерживаемого на расстоянии 30 см от глаз, затем вдаль. Повторите упражнение несколько раз;

- разотрите ладони до появления тепла, сложите их крест-накрест и приложите

к векам, таким образом передавая энергию тепла от ладоней к глазам. Находитесь в таком положении 30-40 секунд. Затем, закрыв глаза, медленно надавливайте на веки кончиками пальцев по 20 раз.

– не поворачивая головы, переведите взгляд в левый нижний угол, затем в правый верхний. Потом в правый нижний, в левый верхний. Повторите 5-7 раз.

Комплекс необходимых упражнений для глаз представлен на рисунке 19.

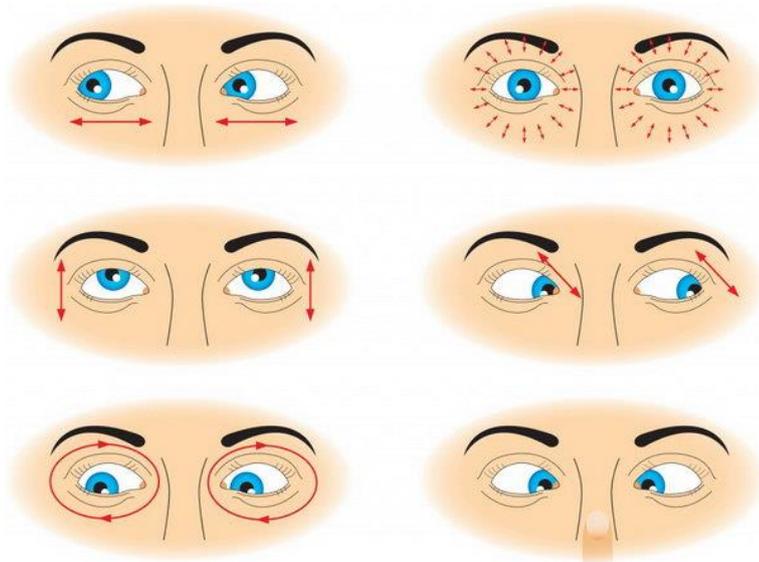


Рисунок 19 – Комплекс упражнений для глаз

#### 4.4.2 Комплекс упражнений для мышц и суставов

Люди, работающие с ПЭВМ, зачастую жалуются на проблемы с суставами и мышцами. Чаще всего они выражаются в виде боли в пояснице, плечах, покалывании в ногах и онемении шеи. Из-за длительной работы на компьютере может возникнуть так называемый кистевой туннельный синдром, то есть повреждение нерва руки. Человека могут мучить сильные боли, которые лишают его трудоспособности.

Каждые 30 минут необходимо отрываться от ПЭВМ, чтобы сделать несложные упражнения для спины, которые помогут снять напряжение с затекших мышц [25]:

– стоя, положите руки на пояс, медленно прогнитесь назад. Вернитесь в исходное положение;

– сидя на стуле скрепив руки за затылком, сделайте замок. Сведите лопатки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



вокруг своей оси. Надавливая одной рукой на пальцы другой руки со стороны ладони, как бы выворачивая ладонь и запястье наружу [24].

Пример выполнения упражнений для пальцев и кистей рук изображен на рисунке 20.

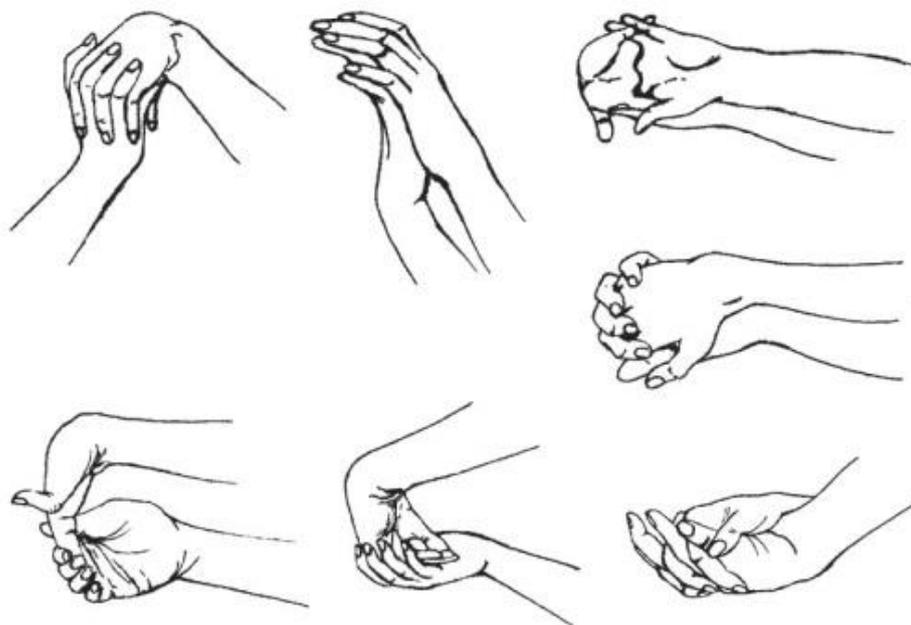


Рисунок 20 – Комплекс упражнений для пальцев и кистей рук

Вышеперечисленные комплексы упражнений позволяют снизить усталость при длительной работе за ПЭВМ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

57

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы явилась деятельность сотрудников группы ЭМС филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» УЭТИГСиК.

Целью работы была выявлена разработка программного модуля для расчёта и анализа уровней интермодуляционных помех автоматической системы контроля радиоэлектронной обстановки на территории космодрома «Восточный»

Задачи создания программного модуля – автоматизация работы сотрудников группы ЭМС, уменьшение временных затрат на выполнение работ, повышение достоверности получаемых результатов, экономия финансовых средств предприятия, автоматизация процесса расчёта и анализа интермодуляционных помех, повышение эффективности работы сотрудников и обеспечение высокой степени надежности хранения данных.

В процессе исследования в выпускной работе была проанализирована деятельность предприятия заказчика филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» УЭТИГСиК, исследована деятельность и структура группы ЭМС и проведён анализ комплекса технических и программных средств, имеющегося на предприятии.

Весь процесс проектирования был разбит на несколько этапов, а именно: описания предметной области и изучения способов реализации поставленной задачи; проектирование программного продукта на языке UML; разработка модуля, реализация основных выделенных функций.

В качестве инструмента разработки информационной системы был выбран язык программирования C#, который позволяет реализовать все требования к системе. В качестве среды разработки использовалась бесплатная и полнофункциональная среда разработки Visual Studio Community 2017 являющаяся набором инструментов для создания программного обеспечения.

Таким образом, при создании программного продукта выполнены следующие этапы:

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

- проведен анализ и сбор сведений об организационной структуре организации, объекте автоматизации и предметной области;
- проведено согласование технического задания со стороны заказчика;
- проектирование программного модуля;
- реализация программного модуля.

Результатом работы является программный модуль для расчёта и анализа уровней интермодуляционных помех, возникающих из-за операторов сотовой сети, работающих на территории космодрома «Восточный», способный выполнять необходимые функции по анализу интермодуляционных помех.

Полученный модуль повышает уровень производительности на предприятии за счет значительного сокращения времени обработки данных и автоматизации необходимых вычислений.

Программный продукт в дальнейшем может быть доработан и улучшен поскольку обладает возможностью дальнейшего функционального расширения структуры.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 ЦЭНКИ Космодромы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russian.space/132/>. – 16.02.2018

2 Антонов, В.Н. Информационные технологии управления: учеб. пособие / В.Н. Антонов, В.Г. Иванов, Т.П. Горяинова – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. 2011. – 113 с.

3 Обеспечивающие подсистемы АСУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vmati.ru/ubat\\_ -oc.htm/](http://vmati.ru/ubat_ -oc.htm/). – 20.02.2018

4 Мелихов, А.Ю. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления: учеб. пособие / А.Ю. Мелихов – Ханты-Мансийск: Информационно-издательский центр ЮГУ, 2013. – 132 с.

5 Малков, Н.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учеб. пособие / Н. А. Малков, А. П. Пудовкин. – Тамбов: Изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та, 2013. – 88 с.

6 Мурзакулов, Г. Методы оценки, обеспечения и контроля электромагнитной совместимости радиоэлектронных космических средств и средств региона в общих рабочих зонах: дис. ... канд. техн. наук, Б.м., 2009.

7 Интегрированная среда разработки Visual Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.visualstudio.com/ru/vs/>. – 21.02.2018

8 Язык C# и платформа .NET Framework [Электронный ресурс] / ProfessorWeb .NET & Web Programming – URL – <https://professorweb.ru/>. – 21.02.2018

9 C# 5.0 и платформа .NET 4.5 [Электронный ресурс] / ProfessorWeb–сайт о программировании – URL – <https://professorweb.ru/>. – 21.02.2018

10 Windows Presentation Foundation (WPF) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bourabai.ru/is/inform.htm/>. – 24.02.2018

11 Суханов М. В., Бачурин И. В., Майров И. С. Основы Microsoft .NET Framework и языка программирования C#: учеб. пособие / М. В. Суханов, И. В. Бачурин, И. С. Майров – Архангельск: Изд-во Северного (Арктического) Федерального Университета имени М.В. Ломоносова, 2014. – 98 с.

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

- 12 Особенности XAML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://professorweb.ru/my/WPF/base\\_WPF/level2/2\\_1.php/](https://professorweb.ru/my/WPF/base_WPF/level2/2_1.php/). – 24.02.2018
- 13 Сериализация (C#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/dotnet/csharp/programming/serialization/>. – 01.03.2018
- 14 Сериализация объектов на C# [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.stackoverflow.com/questions/9395/serialization-na-c/>. – 03.03.2018
- 15 Джеф Раскин Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем: учеб. пособие / Джеф Раскин – М.: Символ-Плюс, 2010. – 272 с.
- 16 Элементы управления. Обзор элементов управления и их свойств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/sharp/wpf/5.1.php/>. – 30.02.2018
- 17 Охрана труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ohrana-bgd.ru/bgdproiz/bgdproiz.html/>. – 02.05.2018
- 18 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»; введ. 13–06–2003. – Москва: НИИ медицины труда Российской АМН; М.: Минздрав России, 2003. – 56 с.
- 19 Безопасность труда при работе с ПЭВМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://works.doklad.ru/view/q4Dmo9K5Njw.html/>. – 05.05.2018
- 20 Опасные и вредные факторы при работе с ПЭВМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rgrtu640.ru/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/45.html/>. – 03.06.2018
- 21 СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» Актуализированная редакция СНиП 23–05–95\*; введ. 08–05–2017. – Москва: МВД России; М.: Стандартинформ, 2017. – 83 с.
- 22 СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»; введ. 01–10–1996– Москва: НИИ медицины труда Российской АМН; М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 56 с.
- 23 ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)»; введ. 01–07–1992. – Москва: МВД СССР, министерство химической промышленности СССР; М.:

Стандартинформ, 1992. – 83 с.

24 Правила работы за компьютером [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.neumeika.ru/pravila\\_raboty\\_za\\_kompyuterom.html/](http://www.neumeika.ru/pravila_raboty_za_kompyuterom.html/). – 07.05.2018

25 Упражнения для глаз и тела при работе с компьютером [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bitterlikh.com/kompyuter-i-zdorove/138-uprazhneniya-dlya-glaz-i-tela-pri-rabote-s-kompyuterom.html/>. – 07.05.2018

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Организационная структура филиала ФГУП «ЦЭНКИ» –

КЦ «Восточный» УЭТИГСиК



Рисунок А.1 – Организационная структура филиала ФГУП «ЦЭНКИ» – КЦ «Восточный» УЭТИГСиК

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

63

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Организационно-штатная структура группы ЭМС



Рисунок Б.1 – Организационно-штатная структура группы электромагнитной совместимости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

64

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Диаграмма функциональной структуры программного модуля

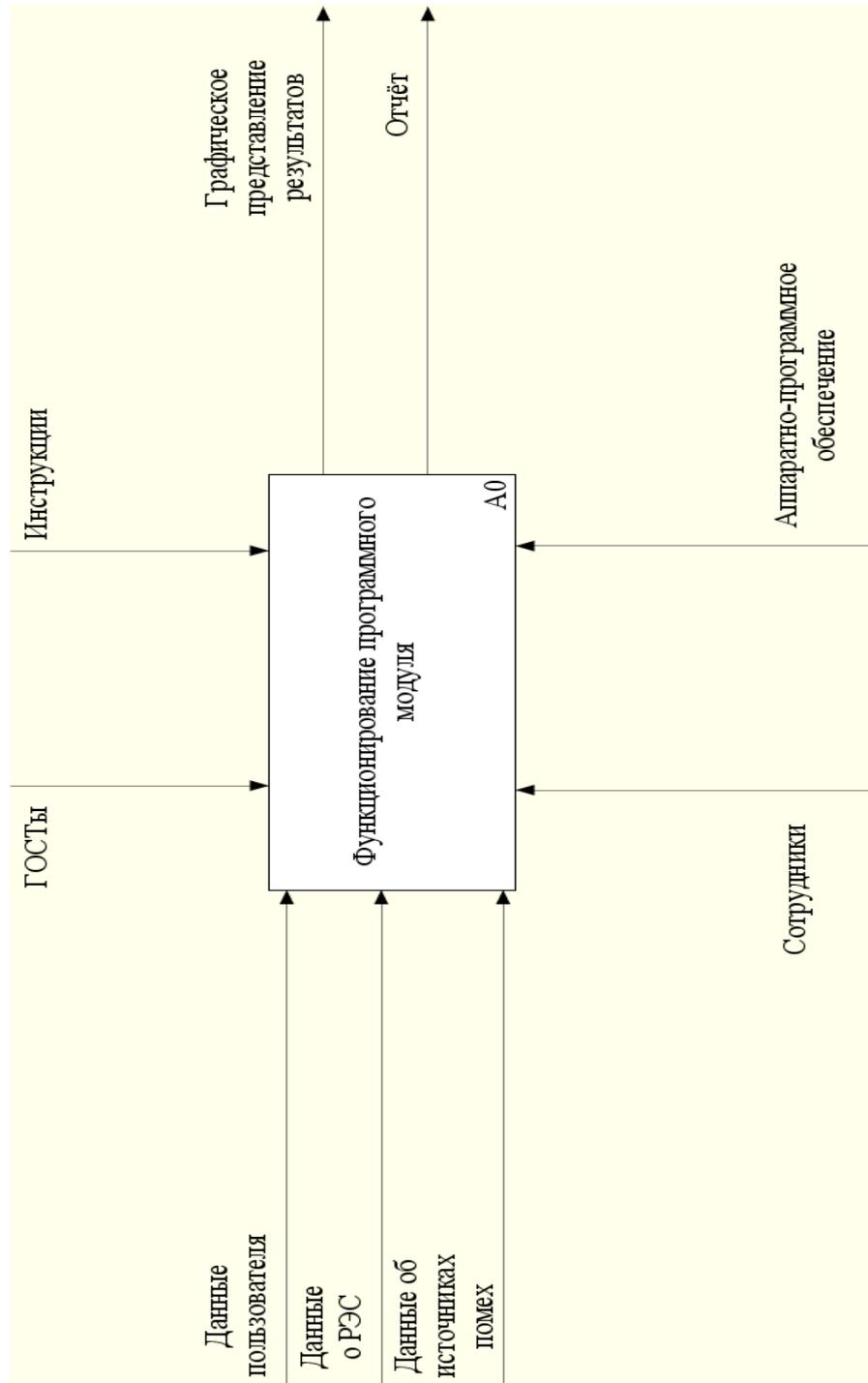


Рисунок В.1 – Диаграмма функциональной структуры программного модуля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

65

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Схема взаимодействия функциональных частей программного модуля

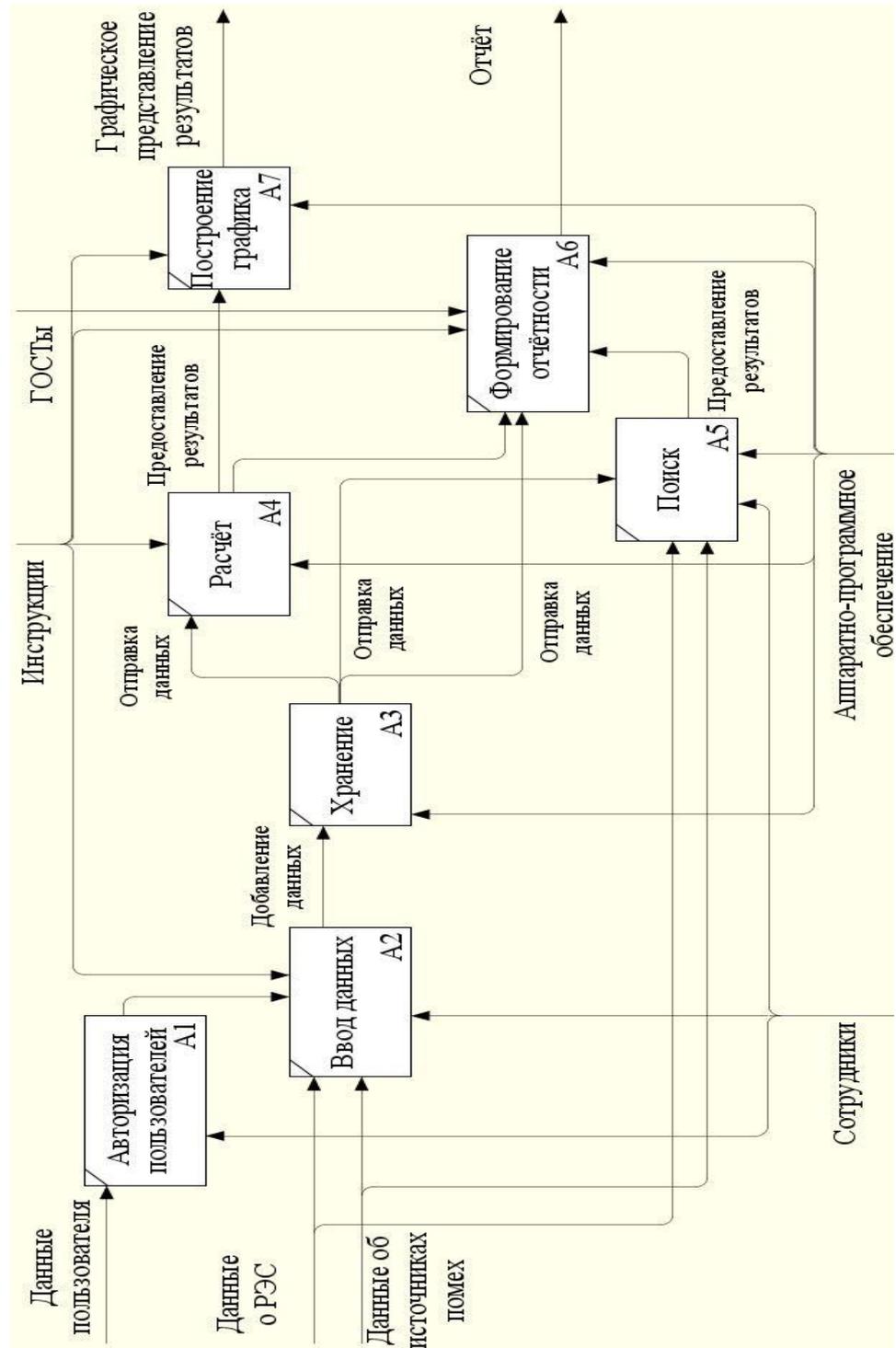


Рисунок Г.1 – Схема взаимодействия функциональных частей программного модуля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Главное окно программного модуля

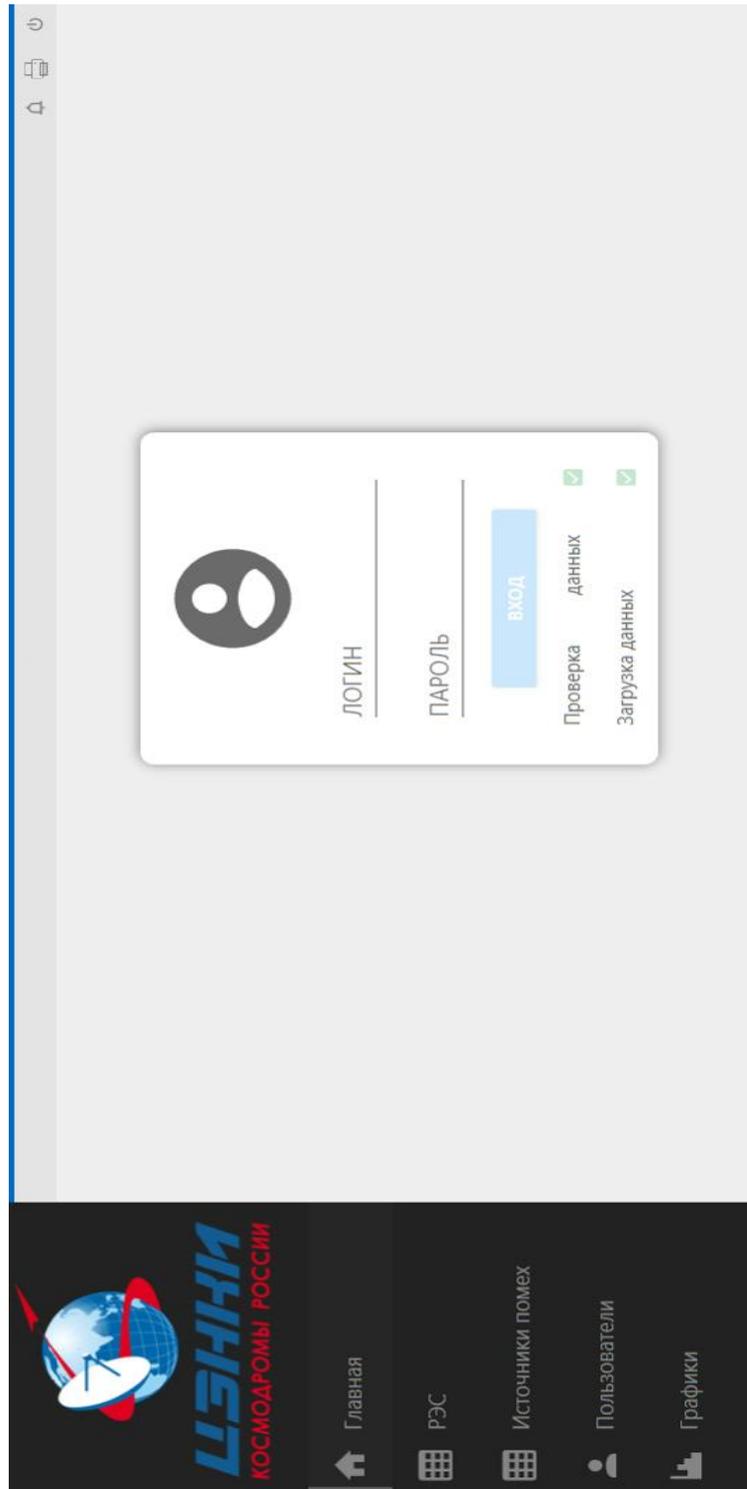


Рисунок Д.1 – Главное окно программного модуля

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

67

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Основные вкладки разработанного программного модуля

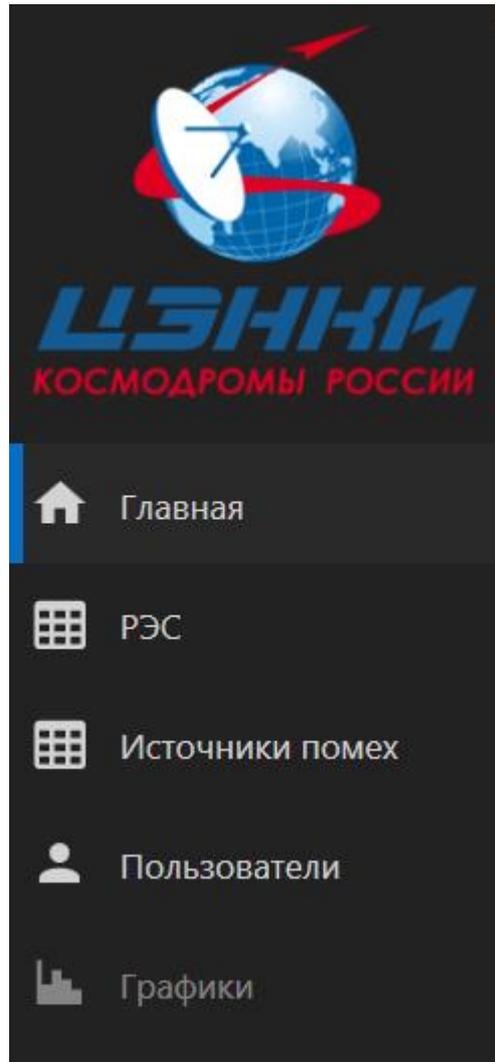


Рисунок Е.1 – Основные вкладки разработанного программного модуля

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Наименование	ЧД (МГц) мин.	ЧД (МГц) макс.	Тип РЭС	Размер, мм	Масса, кг	Координаты, град
R&S EB500	0.009	6000	Приёмник (ПРМ)	213 x 132 x 450	7.5	51°52'38.20"СШ - 128°19'53.54"ВД
R&S UMS200	0.009	7500	Приёмник (ПРМ)	300 x 570 x 292	28	51°48'4.95"СШ - 128°14'16.99"ВД
Антенна ОСС 800 10691	760	2690	Передачик (ПРД)	1997 x 300 x 152	25	51°52'30.4"СШ - 128°21'47" ВД

Тип поиска  
По названию

+ Добавить    - Удалить    🔍 Поиск

Рисунок Е.2 – Содержимое вкладки «РЭС»

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Название	Начальная частота (Мгц)	Конечная частота (Мгц)
3G МТС	2140	2155
3G БиЛайн	2155	2170
3G Мегафон	2125	2140
4G МТС LTE	2595	2615

+

Добавить

-

Удалить

Поиск

Тип поиска

По названию

Рисунок Е.3 – Содержимое вкладки «Источники помех»

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Имя	Фамилия	Логин	Пароль
Пользователь	1	root	Y12Jk7rX
Татьяна	Золотайко	*****	*****

**Добавить** **Удалить** Поиск \_\_\_\_\_

Рисунок Е.4 – Содержимое вкладки «Пользователи»

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### Техническое задание

#### 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 1.1 Наименование системы

###### 1.1.1 Полное наименование системы:

Программный модуль для расчёта и анализа уровней интермодуляционных помех автоматической системы контроля радиоэлектронной обстановки на космодроме «Восточный»

###### 1.1.2 Краткое название системы:

ПМ для расчёта и анализа уровней ИМП АС контроля РЭО на космодроме «Восточный»

##### 1.2 Наименование организаций – Заказчика и Исполнителя

1.2.1 **Заказчик:** Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» - КЦ «Восточный» (ФГУП «ЦЭНКИ» - КЦ «Восточный»), группа ЭМС (электромагнитной совместимости).

1.2.2 **Исполнитель:** студент факультета математики и информатики Амурского Государственного университета Золотайко Татьяна Михайловна.

1.2.3 **Наименование учреждения разработчика:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурский государственный университет» (ФГБОУ ВО «АмГУ»).

###### 1.3 Сроки начала и окончания работы:

Январь 2018 г. – июнь 2018 г.

#### 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

##### 2.1 Назначение системы

Система предназначена для автоматизации вычислений сотрудников группы электромагнитной совместимости космодрома «Восточный».

##### 2.2 Цели создания системы

Целями разработки системы являются:

– сокращение трудоемкости работы и более эффективное выполнение ос-

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

новых операций сотрудниками группы ЭМС;

- автоматизация необходимых расчётов.

### 2.3 Задачи системы

Задачами системы являются:

- расчёт требуемых радиоэлектронных измерений космодрома «Восточный»;
- анализ полученных данных расчётным путём.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

### 3.1 Состав системы

3.1.1 Специальное программное обеспечение (СПО) обработки радиоэлектронных измерений.

3.1.2 СПО отображения данных системы контроля радиоэлектронной обстановки.

### 3.2 Требования назначения

3.2.1 Определение комбинаций частот, способных привести к интермодуляции.

3.2.2 Идентификация источников интермодуляционных помех.

3.2.3 Расчёт уровня потенциальной помехи.

3.2.4 Формирование отчетов.

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

3.2.6 Формы отображения должны быть согласованы с Заказчиком в рабочем порядке.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ

Требования к надёжности не предъявлялись.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ ЭРГОНОМИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ

Программный модуль должен создаваться с учетом обеспечения максимального удобства и комфортности рабочих мест пользователей. Внешний вид 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 и быть интуитивно понятен пользователю.

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

## Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

Отдельные управляющие элементы интерфейса должны быть пространственно-сгруппированы по функциональному назначению. Все перечисленные рекомендации должны сопровождаться использованием понятной для пользователя терминологии.

### 6 ТРЕБОВАНИЯ К ВИДАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

#### 6.1 Требования к нормативно-техническому обеспечению

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

#### 6.2 Требования к программно-математическому и информационно-лингвистическому обеспечению

6.2.1 Требования к программно-математическому обеспечению системы контроля радиоэлектронной обстановки:

6.2.1.1 Программно-математическое обеспечение (ПМО) должно соответствовать требованиям ГОСТ 19.001-77. ОТТ 11.1 17-88, ГОСГ Р 51725.6-2002. ЕСПД.

6.2.1.2 ПМО должно обеспечивать непрерывность управления и поставляться в виде готового программного продукта на стандартных носителях информации. В ПМО должны быть реализованы меры по защите от ошибок оператора при вводе и обработке информации, от сбоев в процессе использования и от несанкционированного доступа.

6.2.2 Требования к информационно-лингвистическому обеспечению не предъявляются.

### 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

					<i>ВКР.145284.09.03.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

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

Стадии	Этапы работ
1	2
Исследование и обоснование	-обследование автоматизируемого объекта; -сбор сведений о зарубежных и отечественных аналогах; - разработка требований к системе.
Техническое задание	Разработка технического задания на программный модуль для расчёта и анализа уровней интермодуляционных помех автоматических систем контроля радиоэлектронной обстановки на космодроме «Восточный».
Эскизный проект	Разработка предварительных решений по программному модулю для расчета и анализа уровней интермодуляционных помех автоматической системы контроля радиоэлектронной обстановки на космодроме «Восточный».
Технический проект	– Разработка структуры – программного модуля; – разработка окончательных функций программного модуля; – выбор аппаратной части; – разработка программного модуля для расчета и анализа уровней интермодуляционных помех автоматической системы контроля радиоэлектронной обстановки на космодроме «Восточный».
Рабочая документация	Разработка программной документации.

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

ВКР.145284.09.03.01.ПЗ

Лист

75

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2
Проведение автономных испытаний СПО	– Выявление ошибок в ходе испытаний СПО; – исправление ошибок.
Проведение комплексных испытаний СПО	Отладка работы СПО на космодроме «Восточный»;
Поставка готового СПО	Прием в опытную эксплуатацию СПО

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 передается один машинописный экземпляр и один экземпляр копии на электронном носителе.

10.3 Разработанный в ходе создания программный модуль предоставляется Заказчику на электронном носителе.

10.4 Электронные копии представляемых документов исполняются в формате текстового редактора Microsoft Word 2007 или выше.

11 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ПРИЕМКИ РАБОТЫ

11.1 Выполнение работы должно осуществляться в соответствии с ТЗ.

11.2 Приёмка программного модуля в опытную эксплуатацию (этапа выполнения работ) производится при предъявлении следующих документов:

- технического задания;
- акта комплексных испытаний комплекса.

11.3 Исполнитель разрабатывает проект программы и методики автономных и комплексных испытаний СПО.

12 ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕХНИЧЕСКУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ

12.1 Настоящее ТЗ может при необходимости изменяться и уточняться, по согласованию с Заказчиком.