**Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)**

**(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Специальность** | 11.04.02 – Инфокоммуникационные  технологии и системы связи | |
| **Специализация** | Интеллектуальные инфокоммуникационные сети | |
| **Факультет** | РТ | |
| **Кафедра** | РС | |
| *К защите допустить* |  | |
| Зав. кафедрой |  |  |

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

МАГИСТРА

Тема: Программный модуль обработки сигналов стандарта DMR

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент |  |  |  | Боржонов А.И. |
|  |  | *Подпись* |  |  |
| Руководитель |  |  |  | Андреева О.М. |
|  | *(Уч. степень, уч. звание)* | *Подпись* |  |  |
| Консультанты |  |  |  | Иванов И.И. |
|  | *(Уч. степень, уч. звание)* | *Подпись* |  |  |
|  |  |  |  | Иванов И.И. |
|  | *(Уч. степень, уч. звание)* | *Подпись* |  |  |
|  | к.т.н., доц. |  |  | Маругин А. С. |
|  | *(Уч. степень, уч. звание)* | *Подпись* |  |  |

Санкт-Петербург

2024**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Утверждаю |
|  | зав. кафедрой РС |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Орлов В. К. |
|  | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2024 г. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент | Боржонов А.И. | | | |  | Группа | 8182 |
| Тема работы: Программный модуль обработки сигналов стандарта DMR | | | | | | | |
| Место выполнения ВКР: ООО «СТЦ» | | | | | | | |
| Исходные данные (технические требования): Язык программирования С++, реализация с использованием объектно-ориентированного стиля программирования, вероятность ложной тревоги при обнаружении сигнала не более , время работы алгоритма менее 10 мс. | | | | | | | |
| Содержание ВКР:  Введение, Цифровая связь, Радиомониторинг, Стандарт DMR, Алгоритм обработки сигнала, Специальные вопросы обеспечения безопасности, Заключение. | | | | | | | |
| Перечень отчетных материалов: текст ВКР, иллюстративный материал. | | | | | | | |
| Дополнительные разделы: Специальные вопросы обеспечения безопасности | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Дата выдачи задания | | | Дата представления ВКР к защите | | | | |
| «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г. | | | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г. | | | | |
|  | | |  | | | | |
| Студент | |  | | Боржонов А.И. | | | |
| Руководитель | |  | | Андреева О.М. | | | |
| *(Уч. степень, уч. звание)* | |  | |  | | | |
| Консультант | |  | | Литвиненко С.А. | | | |

**календарный план выполнения**

**выпускной квалификационной работы**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Утверждаю |
|  | Зав. кафедрой РС |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Орлов В. К. |
|  | «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2024 г. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент | Боржонов А.И. |  | Группа | 8182 |
| Тема работы: Программный модуль обработки сигналов стандарта DMR | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование работ | Срок выполнения |
| 1 | Обзор литературы по теме работы | 00.00 – 00.00 |
| 2 | Реализация отдельных этапов алгоритма в Matlab | 00.00 – 00.00 |
| 3 | Реализация алгоритма на языке программирования С++ | 00.00 – 00.00 |
| 4 | Отладка программного обеспечения на устройстве | 00.00 – 00.00 |
| 5 | Оформление пояснительной записки | 00.00 – 00.00 |
| 6 | Оформление иллюстративного материала |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент |  | Боржонов А.И. |
| Руководитель |  | Андреева О.М. |
| Консультант |  | Литвиненко С.А. |

*(Уч. степень, уч. звание)***РЕФЕРАТ**

Пояснительная записка 00 стр., 00 рис., 00 табл., 00 ист., 00 прил.

цифровая связь, радиомониторинг, стандрат DMR

Объектом разработки является программный модуль обработки сигналов стандарта DMR.

Цель работы – реализация программного модуля обработки сигналов стандарта DMR.

В работе представлены теоретические сведения, касающиеся вопросов цифровой связи и радиомониторинга, также рассмотрены основные положения стандарта TETRA, необходимые для реализации алгоритма обработки сигнала стандарта DMR.

Реализация программного модуля представляет собой кроссплатформенное серверное программное обеспечение, реализованное на языке программирования C++ с использованием объектно-ориентированного стиля программирования.

К результатам данной работы относится программное обеспечение высокой производительности, реализующее сканирование заданного частотного диапазона на предмет наличия устройств стандарта DMR.

**ABSTRACT**

The object of development is a software module for signal processing of the DMR standard.

The purpose of the work is to implement a software module for signal processing of the DMR standard.

The paper presents theoretical information on issues of digital communication and radio monitoring, as well as the main provisions of the TETRA standard necessary for the implementation of the DMR signal processing algorithm.

The implementation of the software module is a cross-platform server software implemented in the C++ programming language using an object-oriented programming style.

The results of this work include high-performance software that implements scanning of a given frequency range for the presence of DMR standard devices.

**содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Введение | 8 |
| 1 | Название первого раздела |  |
| 1.1 | Название подраздела |  |
| 1.2 | Название подраздела |  |
| … |  |  |
| 2 | Название второго раздела |  |
| 2.1 | Название подраздела |  |
| 2.2 | Название подраздела |  |
| … |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| N | Название дополнительного раздела | 65 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | Заключение | 68 |
|  | Список использованных источников | 69 |
|  | Приложение А. Название приложения | 72 |

**определения, обозначения и сокращения**

В настоящей пояснительной записке применяют следующие термины с соответствующими определениями:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

ВКР – выпускная квалификационная работа

ПЗС – прибор с зарядовой связью

РДП – режим «работа дизеля под водой»

СССР – Союз Советских Социалистических Республик

Тротил – 2,4,6-тринитрометилбензол

*Определения и сокращения приводятся в алфавитном порядке. Варианты определений и сокращений даны в качестве примера.*

**введение**

Digital Mobile Radio (DMR) – это открытый стандарт цифровой радиосвязи, разработанный Европейским институтом телекоммуникационных стандартов (European Telecommunications Standards Institute (ETSI)). Открытый стандарт цифровой мобильной радиосвязи (DMR) появился в 2005 году. Его требования состояли из трех частей, которые появлялись постепенно в течение последующих лет, так что производство радиостанций, полностью соответствующих стандарту, началось в 2007 году. Радиостанции DMR работают в частотных диапазонах VHF/UHF, то есть 136-174/403-470 МГц Поскольку DMR является распространенным стандартом и многие марки радиостанций соответствуют ему. Наиболее известными являются Motorola, Hytera и Vertex Standard.

Популярность и открытость стандарта привели к тому, что количество новых базовых станций (БС) постоянно увеличивается. Эти базовые станции должны соответствовать ряду правил и ограничений, регламентированных законодательством. Задачу контроля за соблюдением этих правил помогают выполнять средства автоматического радиомониторинга (АРМ).

Целью данной работы является реализация программного модуля обработки сигнала стандарта DMR. Этот модуль является неотъемлемой частью программного обеспечения, выполняющего сканирование частотного диапазона для обнаружения, идентификации и пеленгования источников радиоизлучения (ИРИ).

Для достижения поставленной цели сформированы следующие задачи:

1. Обзор литературы по вопросам цифровой связи и радиомониторинга (РМ);

2. Изучение стандарта DMR Air Interface (AI) protocol;

3. Изучение основных этапов формирования сигнала физического уровня;

4. Разработка алгоритма приема сигнала;

5. Реализация алгоритма на языке программирования С++;

6. Верификация и подбор параметров алгоритма;

7. Тестирование программного обеспечения на устройстве;

Основными требованиями к программному модулю являются использование объектно-ориентированного стиля программирования, высокая скорость работы алгоритма приема (время работы менее 10 мс) и вероятность ложной тревоги при обнаружении сигналов (менее ).

**1. Название первого раздела**

**1.1. Название подраздела**

**1.2. Название подраздела**

**1.3.** …

**2. Название второго раздела**

**2.1. Название подраздела**

**2.2. Название подраздела**

**2.3. …**

**4. дополнительный раздел**

**4.1. Первый подраздел дополнительного раздела**

**4.2. Второй подраздел дополнительного раздела**

**4.3. Третий подраздел дополнительного раздела**

Содержание дополнительного раздела определяется:

- «Методическими указаниями», разработанными кафедрой, отвечающей за содержание дополнительного раздела;

- указаниями консультанта, назначаемого студенту на начальном этапе выполнения выпускной квалификационной работы.

**заключение**

Кратко (на одну-две страницы) описать основные результаты работы, проанализировать их соответствие поставленной цели работы, показать рекомендации по конкретному использованию результатов исследования и перспективы дальнейшего развития работы.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка», «по месту расположения в документе различают библиографические ссылки: внутритекстовые, помещенные в тексте документа; подстрочные, вынесенные из текста вниз полосы документа (в сноску); затекстовые, вынесенные за текст документа или его части (в выноску)».

В выпускных квалификационных работах рекомендуется использовать только затекстовые ссылки.

Затекстовые ссылки помещаются после основного текста, а при нумерации затекстовых библиографических ссылок (б/с) используется сплошная нумерация для всего текста документа. В тексте ВКР производится отсылка к затекстовой ссылке.

Отсылка к затекстовой ссылке заключается в квадратные скобки. В тексте ВКР рекомендуется указывать только порядковой номер затекстовой ссылки.

Если в отсылке содержатся сведения о нескольких затекстовых ссылках, то группы сведений разделяются точкой с запятой: [13; 26], [74-78].

Если текст цитируется не по первоисточнику, а по другому документу, то в начале отсылки приводят слова «Цит. по:», например, [Цит. по: 132]. Если дается не цитата, а упоминание чьих-то взглядов, мыслей, идей, но все равно с опорой не на первоисточник, то в отсылке приводят слова «Приводится по:», например, [Приводится по: 108]. Если необходимы страницы, их также можно указать: [Приводится по: 108, с. 27].

**Примеры библиографического описания. В КАЧЕСТВЕ НАЗВАНИЯ ИСТОЧНИКА в примерах приводится вариант, в котором применяется то или иное библиографическое описание**

1. Иванов И.И. Книга одного-трех авторов. М.: Издательство, 2010. 000 с.

2. Книга четырех авторов / И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров, В.В. Васильев. СПб.: Издательство, 2010. 000 с.

3. Книга пяти и более авторов / И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров и др. СПб.: Издательство, 2010. 000 с.

4. Описание книги под редакцией / под ред. И.И. Иванова СПб., Издательство, 2010. 000 с.

5. Иванов И.И. Описание учебного пособия и текста лекций: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. 000 с.

6. Описание методических указаний / сост.: И.И. Иванов, П.П. Петров. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. 000 с.

7. Иванов И.И. Описание статьи с одним-тремя авторами из журнала // Название журнала. 2010, вып. (№) 00. С. 000–000.

8. Иванов И.И., Петров П.П., Сидоров С.С., Васильев В.В. / Описание статьи с четырьмя авторами из журнала // Название журнала. 2010, вып. (№) 00. С. 000–000.

8. Описание статьи с пятью и более авторами из журнала / И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров и др. // Название журнала. 2010, вып. (№) 00. С. 000–000.

9. Иванов И.И. Описание тезисов доклада с одним-тремя авторами / Название конференции: тез. докл. III международной науч.-техн. конф., СПб, 00–00 янв. 2010 г. / СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПб, 2010, С. 000–000.

10. Описание тезисов доклада с четырьмя и более авторами / И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров и др. // Название конференции: тез. докл. III международной науч.-техн. конф., СПб, 00–00 янв. 2010 г. / СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПб, 2010, С. 000–000.

12. ГОСТ 0.0–00. Описание стандартов. М.: Изд-во стандартов, 2010.

13. Пат. RU 00000000. Кл. Х. 00. Описание патентных документов / И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров. Опубл. 00.00.2010. Бюл. № 00.

14. Иванов И.И. Описание авторефератов диссертаций: автореф. дисс. канд. техн. наук / СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПб, 2010.

15. Описание федерального закона: Федер. закон [принят Гос. Думой 00.00.2010] // Собрание законодательств РФ. 2010. № 00. Ст. 00. С. 000–000.

16. Описание федерального постановления: постановление Правительства Рос. Федерации от 00.00.2010 № 00000 // Опубликовавшее издание. 2010. № 0. С. 000–000.

17. Описание указа: указ Президента РФ от 00.00.2010 № 00 // Опубликовавшее издание. 2010. № 0. С. 000–000.

**Ссылки на электронные ресурсы**

В затекстовых ссылках электронные ресурсы включаются в общий массив ссылок, и поэтому следует указывать обозначение материалов для электронных ресурсов – [Электронный ресурс]. В примечаниях приводят сведения, необходимые для поиска и характеристики технических спецификаций электронного ресурса. Сведения приводят в следующей последовательности: системные требования, сведения об ограничении доступности, дату обновления документа или его части, электронный адрес, дату обращения к документу.

Электронный адрес и дату обращения к документу приводят всегда. Дата обращения к документу – та дата, когда человек, составляющий ссылку, данный документ открывал, и этот документ был доступен. Системные требования приводят в том случае, когда для доступа к документу нужно специальное программное обеспечение, например Adobe Acrobat Reader, Power Point и т.п.

Сведения ограничения доступа приводят в том случае, если доступ к документу возможен, например, из какого-то конкретного места (локальной сети, организации, для сети которой доступ открыт), только для зарегистрированных пользователей и т.п. В описании в таком случае указывают: «Доступ из …», «Доступ для зарегистрированных пользователей» и др. Если доступ свободен, то в сведениях не указывают ничего.

Дата обновления документа или его части указывается в том случае, если она зафиксирована на сайте. Если дату обновления установить нельзя, то не указывается ничего.

1. Бахтин М.М. Творчество Франсуа Рабле и народная культура средневековья и Ренессанса. – 2-е изд. – М.: Худож. лит., 1990. – 543 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.philosophy.ru/library/bahtin/rable.html#_ftn1> (дата обращения: 05.10.2008).
2. Борхес Х.Л. Страшный сон // Письмена Бога: сборник. – М.: Республика, 1992. – 510 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://literature.gothic.ru/articles/nightmare.htm> (дата обращения: 20.05.2008).
3. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электронный научный журнал. – 2006. – № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm> (дата обращения: 15.12.2007).
4. Орехов С.И. Гипертекстовый способ организации виртуальной реальности // Вестник Омского государственного педагогического университета: электронный научный журнал. – 2006 [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – URL: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-21.pdf> (дата обращения: 10.01.2007).
5. Новикова С.С. Социология: история, основы, институционализация в России. – М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2000. – 464 с. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Архиватор RAR. – URL: <http://ihtik.lib.ru/edu_21sept2007/edu_21sept2007_685.rar> (дата обращения: 17.05.2007).
6. Панасюк А.Ю. Имидж: определение центрального понятия в имиджелогии // Академия имиджелогии. – 2004. – 26 марта [Электронный ресурс]. URL: <http://academim.org/art/pan1_2.html> (дата обращения: 17.04.2008).

Приложение А. Название приложения