

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
Институт информационных технологий



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**60-я юбилейная научная конференция
аспирантов, магистрантов и студентов**

СБОРНИК СТАТЕЙ

22–26 апреля 2024 года
Минск, ИИТ БГУИР

УДК 004+ 621.3
ББК 32.97+32.81

Информационные системы и технологии : сборник статей 60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 22-26 апреля 2024 г.) / Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники; редкол. : А. И. Парамонов [и др.] – Минск, 2024. – 66 с.; ил.

В сборнике представлены статьи по материалам 60-й юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Сборник может быть полезен аспирантам, магистрантам, студентам высших учебных заведений, научным и инженерно-техническим работникам, преподавателям.

Редакционная коллегия:

А.И. Парамонов, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и технологий ИИТ БГУИР (председатель секции «Программная и компьютерная инженерия»).

И.П. Сидорчук, заместитель директора ИИТ по научно-воспитательной работе.

М.Л. Маковский, заместитель декана ФКТ ИИТ БГУИР (председатель комиссии по организации и проведению конференции «Информационные системы и технологии»).

С.В. Власюк, ведущий специалист ФКТ ИИТ БГУИР (заместитель председателя комиссии по организации и проведению конференции «Информационные системы и технологии»).

Г.А. Власова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР.

С.А. Медведев, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР.

О.Ю. Кунцевич, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР.

А.Г. Савенко, магистр технических наук, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР.

А.В. Матвеев, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР.

Ответственность за достоверность публикуемых материалов несут их авторы.

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Институт информационных технологий, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ.....	5
2 СИГНАТУРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ И ЭНТРОПИЙНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛНЯЕМЫХ ФАЙЛОВ ПРОГРАММ.....	8
3 ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПЕРЕВОДА ЯЗЫКА ЖЕСТОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	12
4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ ПРИ МНОГОКАНАЛЬНОМ ПРИЕМЕ.....	15
5 МЕТОДИКА РАСЧЕТА СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ВНУТРЕННИХ ШУМОВ И АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ	18
6 ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ УЧЕТА И АНАЛИЗА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ.....	21
7 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПАТТЕРНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ MAGENTO 2.....	24
8 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТОРМОЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПУТЁМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЖЕНИЕМ ЕГО ОСИ.....	27
9 АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	32
10 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЖИДКИХ СРЕД.....	37
11 ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ.....	41
12 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО КОНТЕКСТА В ТЕКСТАХ.....	45
13 ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА СОТРУДНИКА ПРОФСОЮЗНОГО КОМИТЕТА.....	49
14 ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО «SERVICE STATION» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	53

15 ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ.....	56
16 ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПОЛИКЛИНИК ГОРОДА.....	60

УДК 004.42+004.92

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ

Башура А.И., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Кунцевич О.Ю. – канд. пед. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы разработки программного средства визуализации трехмерных сцен с использованием технологии трассировки лучей, представлен пользовательский интерфейс приложения, обоснован выбор средств разработки, перечислены недостатки аналогичных разработок, представлены основные функциональные возможности программного средства. В качестве языка программирования выбран язык C#.

Ключевые слова. Программное обеспечение, разработка приложений, трехмерная графика, трассировка лучей, C#.

Введение. Появление компьютерной графики значительно повлияло на многие отрасли. В настоящее время обширно используются различные технологии компьютерной графики. Трехмерная графика используется в производстве фильмов, цифровой фотографии, видеоиграх, рекламе, архитектуре, искусстве, образовании, анимации, науке, медицине и множестве других отраслей. В связи с этим, разработка программного средства визуализации трехмерных сцен с использованием технологии трассировки лучей является актуальной [1].

Существуют различные аналогичные разработки. Основными недостатками данных программных средств являются сложность в освоении и отсутствие встроенного графического интерфейса пользователя, поэтому для создания и редактирования сцен необходимо использовать текстовый редактор или сторонние программы [2].

Целью проекта является разработка программного средства визуализации трехмерных сцен с использованием технологии трассировки лучей, в котором будут устранены выявленные недостатки аналогичных разработок.

Для реализации проекта необходимо решить ряд задач, в частности: провести анализ предметной области проекта; проанализировать существующие аналогичные программные продукты и сформировать функциональные требования; разработать функциональную модель, диаграммы деятельности и вариантов использования, а также иную проектную документацию программного средства (далее – ПС); спроектировать интерфейс пользователя; разработать алгоритмы работы ПС и выполнить их программную реализацию; произвести тестирование и отладку разработанного ПС; разработать руководство по установке и использованию ПС; создать демонстрационную сцену.

В качестве языка разработки был выбран C#, так как он является современным языком с поддержкой объектно-ориентированного программирования и наличием большого числа возможностей, включающих обработку исключений, сборщик мусора, асинхронность, кроссплатформенность [3].

Для отображения пользовательского интерфейса будет использован фреймворк WPF, который позволяет с легкостью строить современный оконный интерфейс с помощью языка разметки XAML. Для осуществления возможности отображения и редактирования трехмерной интерактивной сцены будет использована библиотека OpenGL, позволяющая задействовать аппаратное ускорение при отрисовке [4].

Практическая значимость результатов разработки заключается в возможности применения ПС в области компьютерной графики.

Основная часть. Определим назначение и возможности ПС:

- обеспечение возможности получения двумерных изображений трехмерных сцен и сохранения их для дальнейшей обработки в основные форматы изображений (.png, .gif, .jpg);
- предоставление реализации интерактивного взаимодействия в трехмерном пространстве, включающая функции перемещения в пространстве, размещения и редактирования объектов;
- осуществление функций манипуляции с объектами: перемещение, поворот, изменение размеров, редактирование прочих свойств в зависимости от выбранного объекта;
- реализация загрузки файлов трехмерных моделей в формате GLTF, а также загрузки изображений в формате .png, .jpg в качестве текстурных карт и карт окружения;
- реализация следующих типов освещения: окружающий свет, направленные источники света, точечные источники света и прожекторные источники света;
- свет должен использовать модель физически корректного рендеринга с использованием карт металличности и шероховатости.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования программного средства.

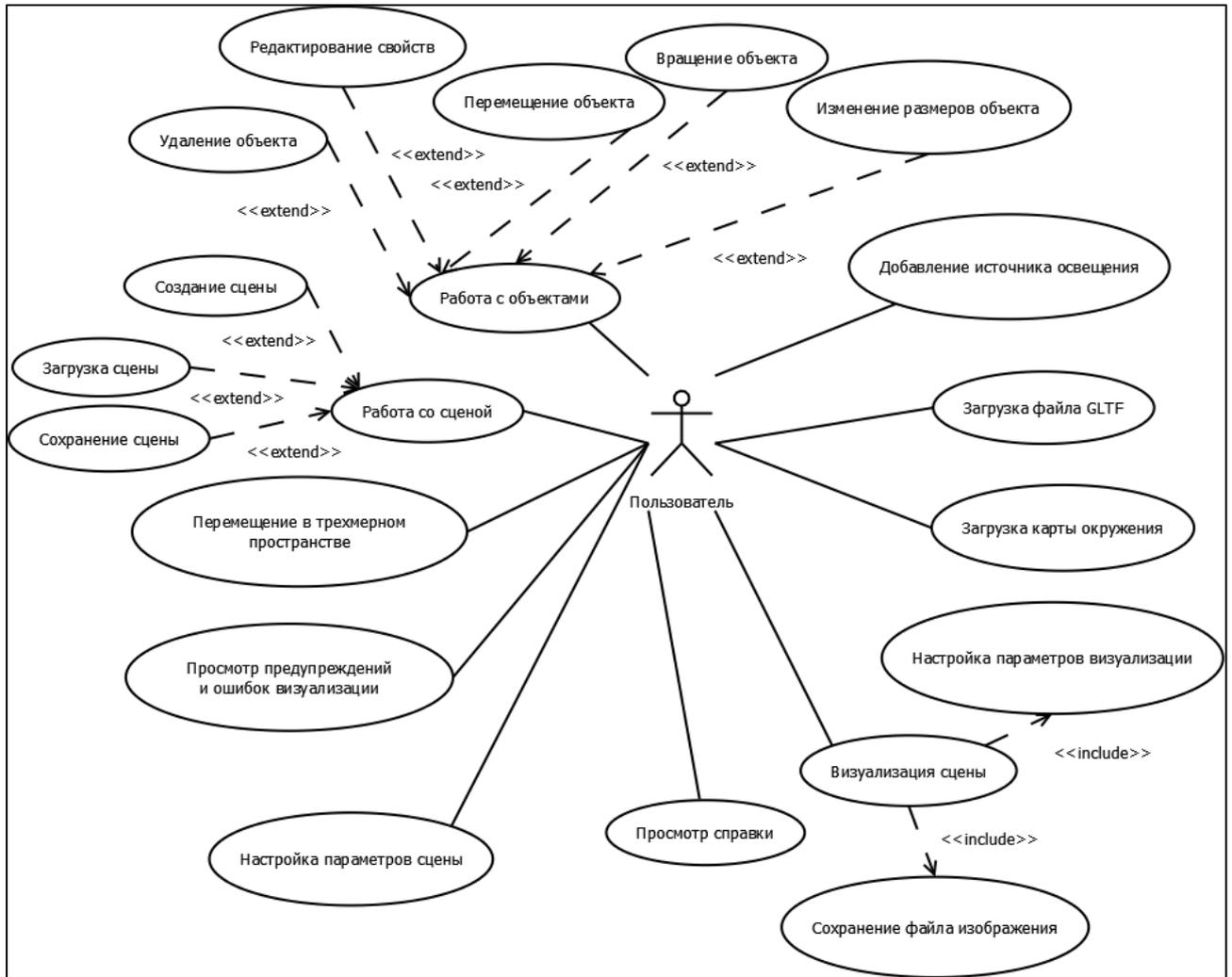


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

При запуске программы пользователь может создать новую сцену, а также загрузить существующую. Изначально будет создана пустая сцена, в которой можно продолжить работу. Далее пользователь может перейти к визуализации или редактированию.

В режиме редактирования пользователь может перемещаться в трехмерном пространстве, добавлять, редактировать и удалять объекты, редактировать параметры сцены и просматривать справочную информацию.

В режиме визуализации пользователю необходимо настроить параметры визуализации, после чего будет осуществлена проверка объектов сцены с отображением найденных ошибок. Если ошибок не обнаружено, будет произведена визуализация сцены, после чего пользователь сможет сохранить итоговое изображение.

По завершении работы с текущей сценой пользователь может сохранить сцену и продолжить работу с другой сценой, а также осуществить выход из программы.

Интерфейс главного окна представлен на рисунке 2.

Рассмотрим предложенный концепт более подробно:

- в верхней части экрана располагается меню, содержащее основные команды, а также панель инструментов с наиболее часто используемыми кнопками;
- в левой части экрана расположено дерево объектов, содержащее объекты сцены;
- выбор объекта в дереве приводит к отображению выбранного инструмента в опорной точке объекта в панели просмотра сцены, находящейся по центру экрана;
- в правой части экрана расположена панель, на которой отображаются изменяемые свойства выбранного объекта;
- панель отображения ошибок расположена в нижней части экрана.

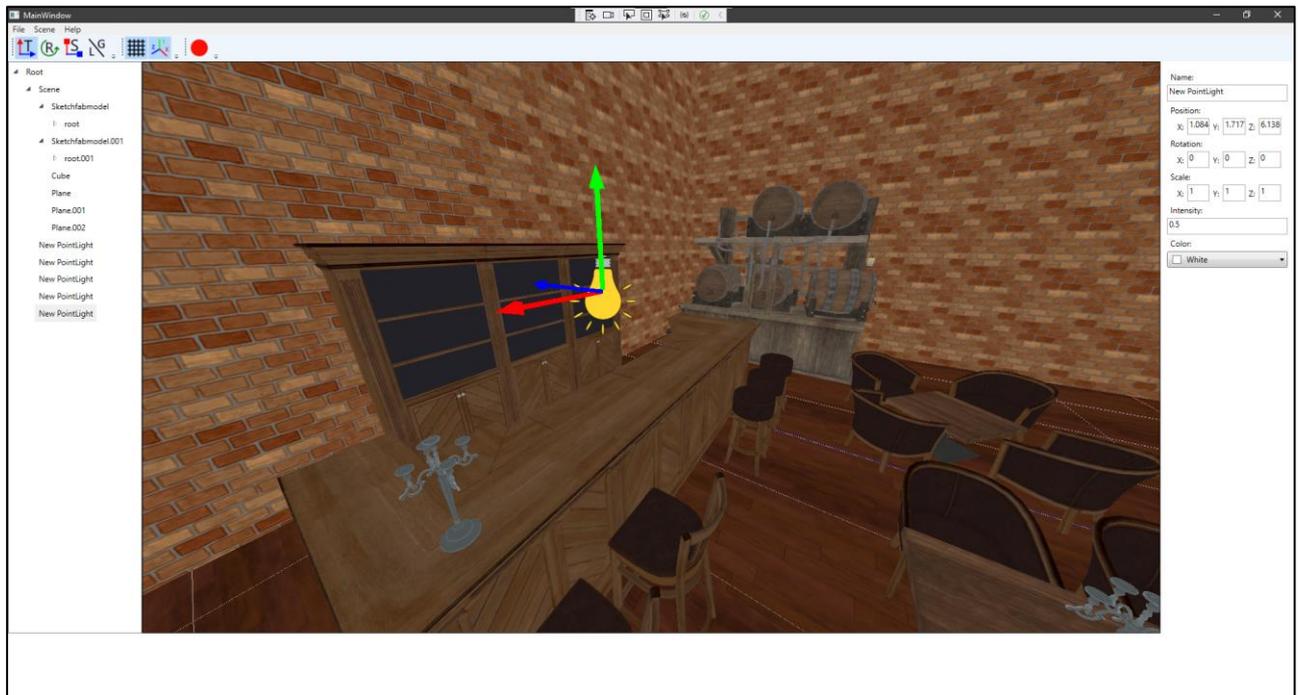


Рисунок 2 – Интерфейс главного окна

Для компонентов трехмерной сцены была создана особая система для регистрации моделей и моделей представления.

В процессе работы приложения при выборе объекта в дереве объектов сцены динамически создаются необходимые представления и модели-представления с использованием механизма рефлексии языка C#, учитывая иерархию классов.

Заключение. Разрабатываемое приложение позволяет быстро создавать сцены из готовых объектов и получать готовое изображение трехмерных объектов. Применение технологии трассировки лучей позволяет получить детальное отображение отраженного и преломленного изображения на поверхности объектов.

Система спроектирована с учетом возможности легкого расширения новыми компонентами и возможностью их регистрации всего одной строкой кода.

Список использованных источников:

1. Задорожный, А. Г. Компьютерная графика: введение в трассировку лучей: учебное пособие / А. Г. Задорожный. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – 64 с.
2. Sunflow Global Illumination Rendering System – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/fpsunflower/sunflow>.
3. Прайс, М. C# 10 и .NET 6. Современная кроссплатформенная разработка / М. Прайс. – СПб.: Питер, 2023. – 848 с.
4. Gordon, S. Computer Graphics Programming in OpenGL with C++ / S. Gordon, J. Clevenger – Mercury Learning and Information, 2020. – 514 с

UDC 004.42+004.92

SOFTWARE TOOL FOR VISUALISATION OF THREE-DIMENSIONAL SCENES USING RAY TRACING TECHNOLOGY

Bashura A.I.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Kuntsevich O.Yu. – Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article deals with the development of a software tool for visualisation of three-dimensional scenes using ray tracing technology, presents the user interface of the application, justifies the choice of development tools, lists the disadvantages of similar developments, presents the main functionalities of the software tool. The C# language is chosen as the programming language.

Keywords. Software, application development, 3D graphics, ray tracing, C#.

УДК 004.02, 004.056, 311.2

СИГНАТУРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ И ЭНТРОПИЙНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛНЯЕМЫХ ФАЙЛОВ ПРОГРАММ

Блинов В.В., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Савенко А.Г. – . маг. техн. наук, ст. препод. каф. ИСиТ

Аннотация. В работе представлено разработанное программное средство сигнатурного сканирования и энтропийного анализа исполняемых файлов программ. Энтропийный анализ выполняется по формуле Клода Шеннона. Разработанное программное средство позволяет наглядно визуализировать результаты своей работы, а также содержит встроенный редактор баз правил, позволяющий как использовать готовые существующие правила, так и создавать и редактировать собственные правила выполнения энтропийного анализа.

Ключевые слова. Сигнатурное сканирование, энтропийный анализ, исполняемый файл, вредоносные программы, кибербезопасность.

Необходимость идентификации объектов возникает при решении многих прикладных задач, в частности задачи выявления вредоносного программного обеспечения (ПО). Получить нужный результат можно сравнивая структуру файла с известными подозрительными программами. В ряде задач, возникающих при использовании современных информационных технологий, требуется сравнение файлов или их частей. К таким задачам относятся, например, классификация, обнаружение незаконного использования данных, поиск дублирующихся участков программного кода. Также получение информации о компиляторе (которым было скомпилировано исследуемое программное обеспечение), упаковщике, системе лицензирования (протекторе). К одной из важных практических задач, для решения которой может проводиться сравнение файлов, относится автоматическое обнаружение вредоносного ПО и получение дополнительной информации о ПО для дальнейшего анализа. Современной компьютерной вирусологии известно множество вредоносных программ, каждая из которых представляет собой незначительную модификацию одного и того же исполняемого кода. Это значительно усложняет работу антивирусных программ, основанных на сигнатурном анализе: фактически необходимо проанализировать каждую из модификаций.

Классификации вредоносных программ на семейства, каждое из которых содержит похожие файлы, представляющие собой модификации одного и того же кода, значительно облегчают борьбу с вирусами, так как позволяет для установления факта принадлежности программы какому-либо семейству проводить анализ, используя только один или небольшое число представителей этого семейства. Такая идентификация может быть выполнена на основе автоматического сравнения файлов и обнаружения среди них похожих [1].

Для решения задачи сигнатурного сканирования и энтропийного анализа исполняемых файлов программ было спроектировано и разработано программное средство «dSign».

К основным функционалом разработанного программного является:

- сигнатурное сканирование файла;
- расчет энтропии файла;
- построение гистограммы эмпирической плотности распределения;
- просмотр совпадающих правил;
- редактирование содержимого базы правил;
- просмотр содержимого базы правил;
- просмотр лога (окна вывода);
- проверка программы и базы правил на наличие обновлений.

Сигнатура представляет собой уникальную для каждого ПО последовательность байт, которая однозначно идентифицирует определенную программу. Сигнатура сама по себе не несёт никакого смысла и может вызвать недоумение, встретившись в коде программы без соответствующего контекста или комментария, при этом попытка изменить его на другое, даже близкое по значению, может привести к абсолютно непредсказуемым последствиям. В UNIX-подобных операционных системах тип файла обычно определяется по сигнатуре файла, вне зависимости от расширения его названия.

Разработанное программное средство «dSign» имеет возможность расчёта энтропии файла по формуле Клода Шеннона и вывод данных, которые использовались при расчете в таблицу. Любой компьютерный файл, как известно, состоит из байтов. Байт может принимать значения от 0 до 255. Информационная энтропия – это статистический параметр, который показывает вероятность встречаемости определённых байтов в файле [2].

Формула Клода Шеннона для расчета энтропии исполняемого файла образом:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p_i \times \log_2 p_i$$

где p_i – вероятность наступления i -го исхода.

Энтропия бывает:

- 1) термодинамическая;
- 2) алгоритмическая;
- 3) информационная;
- 4) дифференциальная;
- 5) топологическая [3].

Построение гистограммы эмпирической плотности распределения является одним из этапов энтропийного анализа. Гистограмма эмпирической плотности распределения строиться следующим образом. По оси X (оси абсцисс) будут показаны значения байта (0 - 255), по оси Y (оси ординат) будет показана его частота по отношению к загруженному исполняемому файлу.

Пример гистограммы эмпирической плотности распределения представлены на рисунках 1 и 2.

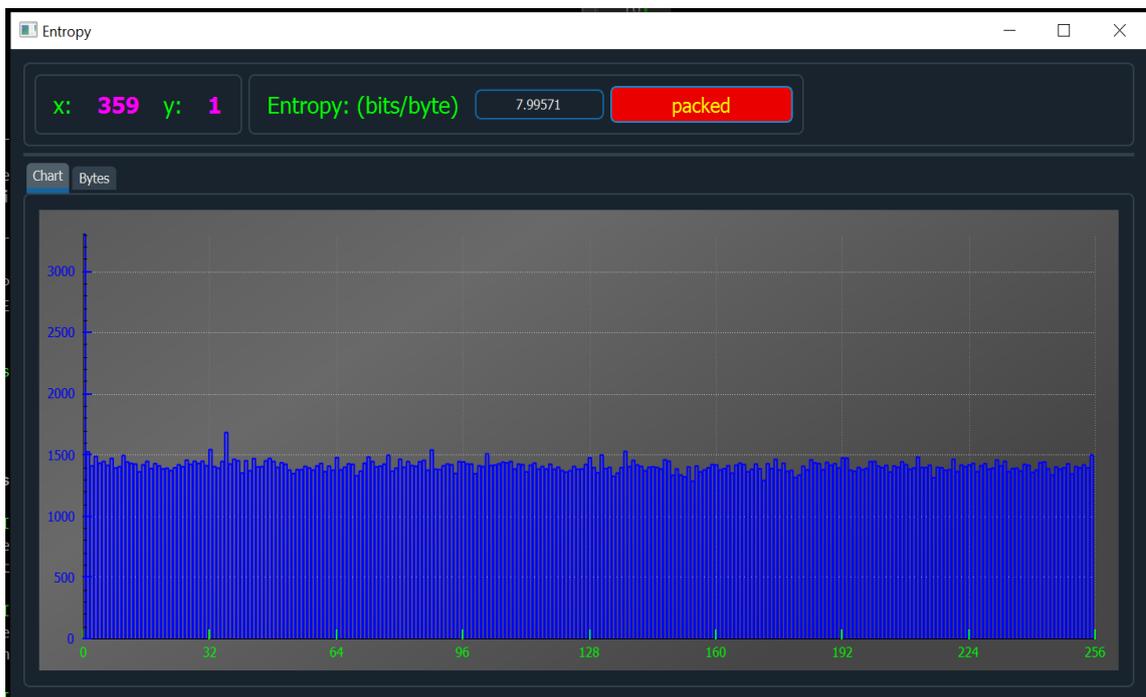


Рисунок 1 – Гистограмма эмпирической плотности распределения для упакованного файла



Рисунок 2 – Гистограмма эмпирической плотности распределения для не упакованного файла

Пример отображения рассчитанной энтропии и данных, используемых при её расчёте представлен на рисунке 3.

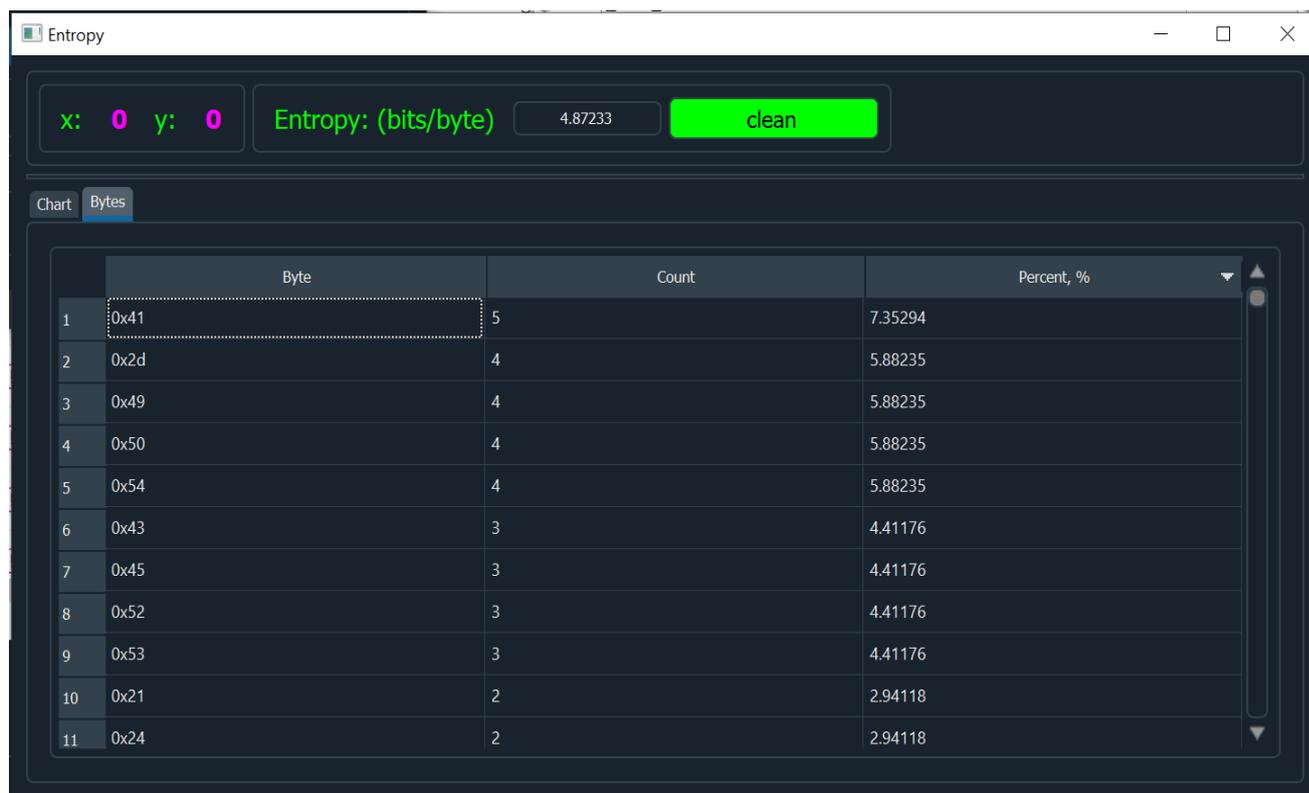


Рисунок 3 – Просмотр рассчитанной энтропии и данных использующихся при её расчёте

В качестве тестового примера использовался сканнер и загруженный в него файл (в данном случае EICAR файл). Правило, определяющее EICAR файл, представлено на рисунке 4.

Редактор базы правил для энтропийного анализа поддерживает синтаксис популярного инструмента с открытым кодом YARA. Каждое новое правило в YARA начинается в ключевого слова «rule» и затем следует идентификатор правила. Идентификаторы правил должны соответствовать тем же лексическим конвенциям, как в языке программирования C, они могут содержать любой символ английского алфавита и символ подчеркивания «_», но первый символ не может быть цифрой. Идентификаторы правил устойчивы к регистру и не могут превышать длину в 128 символов.

Правила обычно состоят из двух секций: определение строк (сигнатур) «strings» и условия «condition». Секция с определением строк может отсутствовать, если правило не зависит от какой-либо строки, но секция условий требуется всегда. Секция определения строк – это место, где определяются строки(сигнатуры), от которых зависит правило и являются его частью. Каждая строка имеет идентификатор включающий в себя символ «\$» за которым следует последовательность из букв английского алфавита и символа подчеркивания «_», данные идентификаторы могут быть использованы в секции условия «condition» для ссылки на соответствующую строку. Строки могут быть определены в текстовой или шестнадцатеричной форме.

Текстовые строки берутся в двойные кавычки, как в языке программирования C. Шестнадцатеричные строки берутся в фигурные скобки, они состоят из последовательности шестнадцатеричных чисел, которые могут появляться последовательно или разделяться пробелами. Десятичные цифры не допускаются в шестнадцатеричных строках.

Секция условий «condition», которая содержит логику правила. Секция условий «condition» должна хранить логическое выражение, указывающее, при каких обстоятельствах файл или процесс удовлетворяет правилу. Обычно условие ссылается на идентификаторы строк, ранее определенных в секции «strings», в таком случае строковый идентификатор действует как логическая переменная, которая принимает значение true, если строка была найдена в памяти файла или процесса и false, если это не так [4].

Сигнатурное и энтропийное сканирование исполняемого файла выполняется параллельно в разных потоках.

Пример редактирования правила в синтаксисе YARA представлен на рисунке 4.

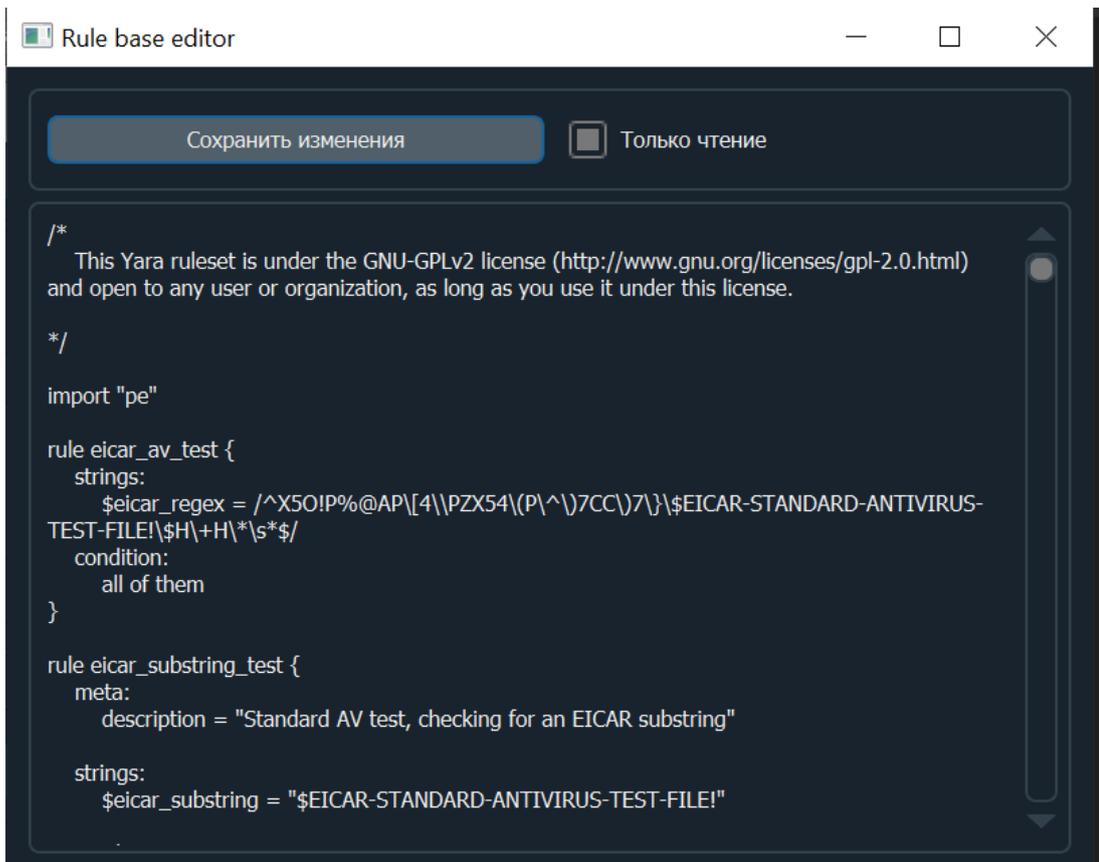


Рисунок 4 – Просмотр содержимого базы правил и возможность редактирования

При разработке программного средства «dSign» для анализа исполняемых файлов использовался язык программирования C++ с использованием Qt framework. Для работы с правилами dSign использует возможности YARA framework. Построение гистограммы осуществляется с помощью вспомогательного виджета QCustomPlot.

Основное преимущество разработанного программного средства заключается в том, что программа по сравнению с аналогами проста в использовании, имеет возможность редактирования базы правил прямо из программы, имеет современный и удобный интерфейс, визуализирует построение гистограммы эмпирической плотности распределения.

Список использованных источников:

- 1 Идентификация типа файла на основе структурного анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/identifikatsiya-tipa-fayla-na-osnove-strukturnogo-analiza>
- 2 Что такое энтропия файла. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://soltau.ru/index.php/themes/kompyutery-i-programmy/item/467-cto-takoe-entropiya-fajla>.
- 3 Введение в понятие энтропии и ее многоликость. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/305794/>.
- 4 Writing YARA rules. [Electronic resource]. – Mode of access : <https://yara.readthedocs.io/en/stable/writingrules.html>.

UDC 004.02, 004.056, 311.2

SIGNATURE SCANNING AND ENTROPY ANALYSIS OF EXECUTABLE PROGRAM FILES

Blinov V.V.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Savenko A.G. – Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer

Annotation. The paper presents a developed software tool for signature scanning and entropy analysis of executable program files. Entropy analysis is performed using the Claude Shannon formula. The developed software tool allows you to clearly visualize the results of your work, and also contains a built-in rule base editor, which allows you to both use ready-made existing rules and create and edit your own rules for performing entropy analysis.

Keywords. Signature scanning, entropy analysis, executable file, malware, cybersecurity.

УДК 004.4+004.048

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПЕРЕВОДА ЯЗЫКА ЖЕСТОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Бобров Б.С., студент, Потоцкий Д.С., магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Потоцкий Д.С. – ассистент каф. ИСиТ

Аннотация. Данная работа является результатом исследования проблем людей с ограничениями в общении и разработки программного средства для решения исследованных проблем. Подробно описаны подходы и технологии, используемые для построения программного средства для работы в режиме реального времени с использованием сверточных сетей.

Ключевые слова. искусственный интеллект, сверточные сети, жесты, компьютерное зрение, OpenCV, Tensorflow, mediapipe.

Введение. Сфера поддержки людей с ограничениями в области речи и слуха переживает значительные трансформации в свете стремительного технологического развития. Современные технологии, такие как системы распознавания и синтеза речи, а также специализированные мобильные приложения, играют неотъемлемую роль в улучшении коммуникации и обмене информацией для данной группы людей. Эти инновационные решения в значительной степени способствуют преодолению трудностей и барьеров, с которыми сталкиваются индивиды с ограничениями в области речи и слуха.

Эти инновации не только улучшают сам процесс коммуникации, но и играют важную роль в содействии социальной интеграции. Технологический прогресс предоставляет новые перспективы для разработки инструментов, способствующих более активному участию в обществе и улучшению качества жизни данной аудитории. В результате, технологии, ориентированные на поддержку людей с ограничениями в области речи и слуха, становятся не только средством преодоления барьеров, но и ключевыми компонентами в стремлении создать более инклюзивное и поддерживающее общество для всех.

Современные средства коммуникации, включая виртуальную и дополненную реальность, а также системы видеозвонков, играют важную роль в создании инклюзивных сред для обучения и общения. Эти инновационные технологии открывают новые горизонты, обеспечивая возможность взаимодействия в виртуальных пространствах и обеспечивая доступ к образованию и общению для всех. Однако, несмотря на свой потенциал, эти средства не всегда гарантируют более естественные и доступные способы общения для людей с ограничениями.

Таким образом, несмотря на значительные достижения в области коммуникационных технологий, существует потребность в дальнейших исследованиях и разработках, направленных на создание более натуральных и универсальных средств общения, способных удовлетворять потребности людей с различными ограничениями.

Для повышения инклюзивности и обеспечения более эффективного общения для людей с ограничениями в области коммуникации, эффективными инструментами могут стать программные средства, приложения, модули и плагины, специально разработанные для улучшения взаимодействия между людьми, владеющими языком жестов, и теми, кто не владеет.

Эти технологии могут предоставлять различные функции, такие как распознавание и интерпретация языка жестов, автоматический перевод на различные языки, визуальные подсказки и поддержку альтернативных методов общения. Программные средства и приложения могут быть спроектированы так, чтобы создавать барьеры между разными формами коммуникации, обеспечивая более натуральное и доступное взаимодействие для пользователей с разными коммуникативными потребностями.

В настоящее время не существует готового и полностью поддерживаемого программного средства, предназначенного для эффективного решения данной проблемы. Однако, с другой стороны, наблюдается стремительный рост в области технологий компьютерного зрения, нейронных сетей и других передовых технологий. Этот динамичный прогресс создает уникальные возможности для разработки нового программного средства, способного эффективно решать данную проблему.

Технологии компьютерного зрения, вместе с развитием нейронных сетей, открывают новые перспективы в области распознавания и интерпретации визуальной информации. Это позволяет создавать более сложные и интеллектуальные системы, способные эффективно взаимодействовать с окружающей средой и выполнять сложные задачи, такие как распознавание жестов, языка жестов и других визуальных коммуникационных элементов.

В свете этих технологических достижений сегодня представляет собой оптимальный момент для разработки программного средства, направленного на решение указанной проблемы. Наличие

передовых технологических средств и растущий интерес к инновационным решениям создают благоприятные условия для успешной разработки инновационного и эффективного решения, способного значительно улучшить сферу коммуникации для тех, кто сталкивается с ограничениями.

Основная часть. Для разработки программного средства был выбран язык программирования Python из-за его простоты разработки, обширного набора исследований, образовательных материалов и широкой аудитории разработчиков. Python предоставляет удобное окружение для создания и тестирования программ, а также обеспечивает быстрое прототипирование благодаря своему интуитивному синтаксису.

Для реализации компьютерного зрения были использованы следующие технологии:

1. OpenCV – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым исходным кодом. OpenCV реализована на языках программирования C/C++, но также имеет доступные обвязки для Python и других языков. Эта библиотека предоставляет обширный инструментарий для анализа изображений, распознавания объектов и других задач компьютерного зрения [1].

2. MediaPipe – пакет предоставляет набор инструментов для реализации компьютерного зрения. Он работает с двумерными массивами для анализа, поиска и разметки объектов на изображении. MediaPipe также упрощает создание мультимодальных конвейеров машинного обучения, предоставляя инструменты для обработки данных и взаимодействия с различными модулями [2].

3. TensorFlow – библиотека для машинного обучения, предоставляющая различные технологии для обучения искусственного интеллекта в решении разнообразных задач. Изначально разработанная для Python, TensorFlow широко используется в области машинного обучения и глубокого обучения. Он предоставляет удобные средства для создания, обучения и развертывания моделей машинного обучения [3].

Выбор этих технологий обусловлен их функциональностью, эффективностью и широкой поддержкой в сообществе разработчиков, что обеспечивает оптимальные условия для разработки программного средства, направленного на решение конкретной проблемы в области компьютерного зрения.

Сверточная нейронная сеть в данной системе обучается на основе предварительно записанных, загруженных и размеченных кадров, охватывающих различные условия. Прежде чем подвергнуться обучению, изображения программно корректируются, что позволяет оптимизировать и стандартизировать входные данные. Затем эти скорректированные изображения передаются в библиотеку MediaPipe, совместно с OpenCV, где формируется двумерный массив точек, представляющих положение рук или руки в пространстве.

В процессе обучения модель TensorFlow использует эти размеченные данные для выявления паттернов и особенностей, связанных с различными жестами и движениями рук в различных условиях. Таким образом, сеть учится автоматически извлекать признаки из изображений, необходимые для точного распознавания положения рук.

После завершения обучения модели часть данных, которые не использовались в процессе обучения, отделяется и используется для тестирования обученной модели. Этот этап тестирования позволяет оценить эффективность модели на новых данных и дает представление о ее обобщающей способности, то есть способности обрабатывать неизвестные данные, которые не были представлены в ходе обучения.

Работа программного средства следует определенному алгоритму, обеспечивающему эффективный процесс обработки и перевода жестовых данных:

1. Захват изображения с веб-камеры: Программное средство начинает свою работу с захвата изображения с веб-камеры устройства, на котором оно запущено. Этот этап предоставляет программе поток видео, который будет анализироваться для выявления жестов и движений рук пользователя.

2. Анализ каждые 30 кадров: В ходе работы программы происходит анализ видеопотока с периодичностью каждые 30 кадров. Этот временной интервал, хотя может различаться в зависимости от характеристик устройства, составляет от 0.5 до 1.5 секунд. В течение этого интервала программа обрабатывает видеоданные, выделяя жесты и движения рук.

3. Перевод координат рук в слова или буквы: На основе анализа изображения и выделенных координат рук, программа приступает к переводу этой информации в текстовые символы, слова или фразы. Этот этап представляет собой важный шаг в процессе коммуникации, где жесты пользователя преобразуются в понятный для программы формат.

4. Выбор наилучшего перевода: После получения текстовой информации из координат рук, программа выбирает наилучший перевод. Это может включать в себя использование моделей машинного обучения или других алгоритмов, направленных на выбор наиболее вероятного и соответствующего значения для переданных координат.

5. Отображение результатов пользователю: Выбранный наилучший перевод отображается пользователю на экране. Это обеспечивает мгновенный обратный отклик и позволяет пользователю видеть результаты коммуникации в режиме реального времени.

6. Повторение процесса до закрытия программы: Программа продолжает повторять вышеописанный процесс анализа, перевода и отображения результатов до момента закрытия программного средства пользователем.

Схема работы алгоритма перевода языка жестов представлена на рисунке 1.

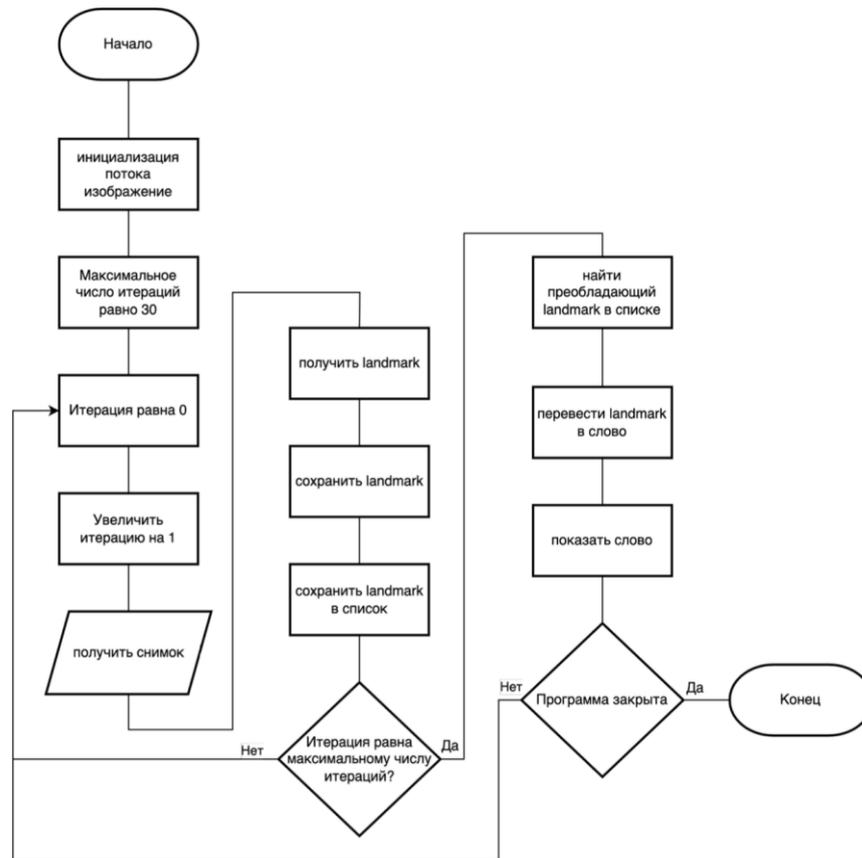


Рисунок 1 - схема работы алгоритма перевода языка жестов

Заключение. Разработанная система на базе Python, OpenCV, MediaPipe и TensorFlow представляет собой эффективный инструмент, способный переводить жесты рук в текстовые символы в реальном времени. Обучение нейронной сети на основе предварительно размеченных данных позволяет системе точно распознавать положение рук в различных условиях.

Список использованных источников:

1. OpenCV начальная информация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://github.com/opencv/opencv/wiki>. – Дата доступа: 04.01.2024.
2. MediaPipe определение рук [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://developers.google.com/mediapipe>. – Дата доступа: 04.01.2024.
3. Tensor Flow обзор [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/overview>. – Дата доступа: 04.01.2024.

UDC 004.4+004.048

REAL-TIME GESTURE LANGUAGE TRANSLATION SOFTWARE

Bobrov B.S., Potosky D.S.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Potosky D.S. – Assistant

Annotation. This work is the result of researching the issues faced by individuals with communication restrictions and developing a software tool to address the identified problems. Approaches and technologies employed in constructing the real-time software tool using convolutional neural networks are detailed.

Keywords. Artificial intelligence, convolutional networks, gesture translation, computer vision, OpenCV, TensorFlow, MediaPipe.

УДК 621.396

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ ПРИ МНОГОКАНАЛЬНОМ ПРИЕМЕ

Винт Ту Аунг, магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Дмитренко А.А. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. Работа содержит математическое описание активных шумовых помех в радиолокационных станциях обзора с многоканальной цифровой антенной решеткой в виде корреляционной матричной функции.

Ключевые слова. Активные шумовые помехи, внутренний шум, антенная решетка.

Введение. Воздействие активных шумовых помех на РЛС значительно снижает ее возможности по обнаружению целей. С целью реализации эффективных адаптивных алгоритмов подавления активных шумовых помех необходимым является наличие адекватной математической модели активных шумовых помех. При разработке адаптивных алгоритмов подавления активных шумовых помех в радиолокационных станциях обзора с цифровой антенной решеткой требуется учет многоканальности при приеме и обработке входных реализаций.

Основная часть. Активная шумовая помеха (АШП) представляет собой гауссовский нормальный случайный процесс с флуктуирующей амплитудой и фазой. Ее временная структура может быть представлена в виде [1-3]:

$$h(t) = H(t)e^{j\omega_0 t} = E_{\text{ш}}(t)e^{j\varphi_{\text{ш}}(t)}e^{j\omega_0 t}, \quad (1)$$

где $H(t)$ – комплексная огибающая АШП; j – мнимая единица; ω_0 – несущая круговая частота; t – текущее время; $E_{\text{ш}}(t)$ – мгновенная амплитуда АШП; $\varphi_{\text{ш}}$ – мгновенная фаза АШП.

Комплексную огибающую АШП также можно представить в виде суммы двух квадратурных составляющих:

$$H(t) = E_{\text{ш}}(t)e^{j\varphi_{\text{ш}}(t)} = x_h(t) + jy_h(t), \quad (2)$$

где $x_h(t)$ и $y_h(t)$ – квадратурные составляющие АШП.

Одна из квадратурных составляющих АШП показана на рисунке 1.

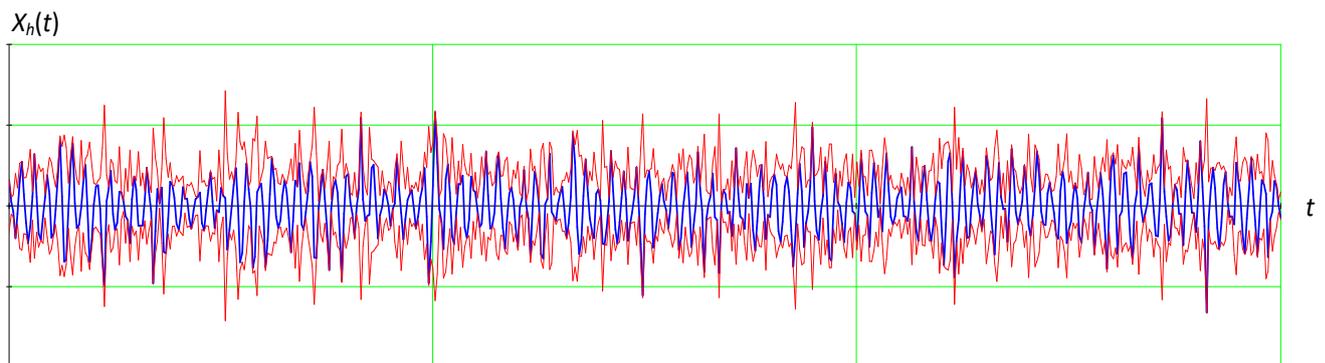


Рисунок 1 – Квадратурная составляющая активной шумовой помехи

При наличии одного источника АШП на выходах M элементов линейной эквидистантной антенной решетки будет M принятых комплексных колебаний АШП (рисунок 2):

$$h(t) = \|h_1(t) \ h_2(t) \ \dots \ h_M(t)\|^T. \quad (3)$$

Сигнал АШП в k -м канале антенной решетки может быть записан в следующем виде:

$$h_k(t) = H_k(t)e^{j\omega_0 t} e^{j\frac{2\pi}{\lambda}(k-1)d\sin(\theta_{\text{ш}})} = H_k(t)e^{j(k-1)\varphi_{\text{ш}}}e^{j\omega_0 t}, \quad (4)$$

где $H_k(t)$ – комплексная огибающая АШП в k -м канале антенной решетки; λ – длина волны несущего

колебания; d – расстояние между элементами АР; $\theta_{\text{ш}}$ – угол между волновым фронтом падения АШП и плоскостью апертуры антенной решетки; $\Pi_{\text{ш}}$ – межканальный набег фазы колебаний АШП в соседних элементах антенной решетки:

$$\varphi_{\text{ш}} = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin(\theta_{\text{ш}}). \quad (5)$$

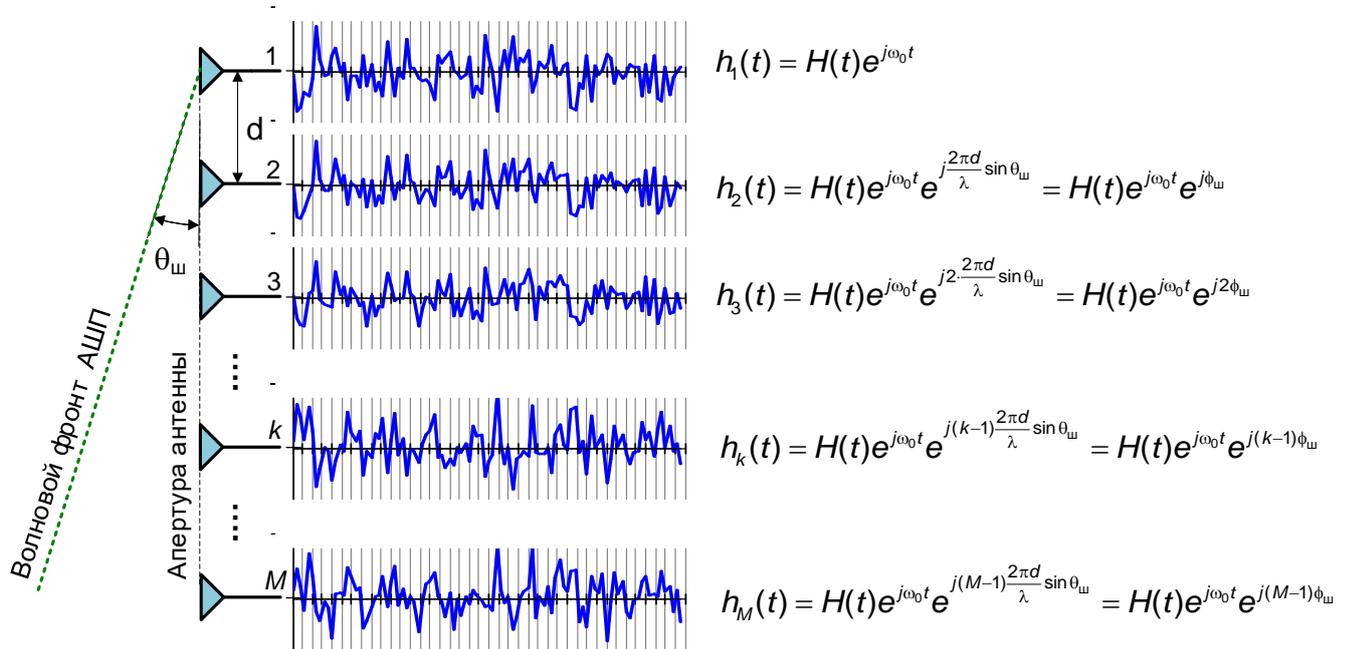


Рисунок 2 – Модель активных шумовых помех при многоканальном приеме

Если каналы антенной решетки считать идентичными, то

$$H_k(t) = H(t), \quad \forall k = \underline{1, M} \quad (6)$$

и (3) можно представить в виде:

$$h(t) = H(t)e^{j\omega_0 t} \|1 e^{j\varphi_{\text{ш}}} \dots e^{j(M-1)\varphi_{\text{ш}}}\| = H(t)e^{j\omega_0 t} \mathbf{H}(\theta_{\text{ш}}), \quad (7)$$

где $\mathbf{H}(\theta_{\text{ш}})$ – вектор множителей межканального набег фазы колебаний АШП:

$$\mathbf{H}(\theta_{\text{ш}}) = \|1 e^{j\varphi_{\text{ш}}} \dots e^{j(M-1)\varphi_{\text{ш}}}\|. \quad (8)$$

Учитывая нормальный закон распределения комплексных огибающих АШП в каналах приема антенной решетки, введем в качестве ее неслучайной характеристики $M \cdot M$ корреляционную матричную функцию:

$$R_a(t, s) = \underline{h(t)h^*(s)} \quad (9)$$

$$= \|R_{11}^a(t, s) \ R_{12}^a(t, s) \ \dots \ R_{1M}^a(t, s) \ R_{21}^a(t, s) \ R_{22}^a(t, s) \ \dots \ R_{2M}^a(t, s) \ \dots \ R_{M1}^a(t, s) \ \dots \ R_{M2}^a(t, s) \ \dots \dots \dots\|$$

Элементы корреляционной матричной функции $\mathbf{R}_a(t, s)$

$$R_{kl}^a(t, s) = \underline{h(t)h^*(s)}, \quad k, l = \underline{1, M} \quad (10)$$

являются взаимнокорреляционными функциями соответствующих шумовых процессов в приемных каналах антенной решетки k и l , взятых в моменты времени t и s .

Для стационарных во времени процессов можно считать, что

$$R_a(t, s) = R_a(t - s) = R_a(\tau), \quad (11)$$

где τ – разность моментов времени взятия отсчетов входных процессов для вычисления взаимнокорреляционной функции.

Тогда, с учетом выражения (10),

$$R_a(\tau) = 2N_a\delta(\tau)H(\theta_{ш})H^{*T}(\theta_{ш}), \quad (12)$$

где N_a – спектральная плотность мощности АШП на раскрые приемной антенной решетке; $\delta(\tau)$ – дельта функция.

В векторно-матричной алгебре операции одновременного комплексного сопряжения «*» и транспонирования «Т» обозначаются через знак «+» – знак эрмитового сопряжения.

С учетом наличия внутреннего шума в каналах антенной решетки и при условии его статистической идентичности корреляционная матричная функция примет вид:

$$\begin{aligned} R_h(\tau) &= R_0(\tau) + R_a(\tau) = 2N_0\delta(\tau)E + 2N_a\delta(\tau)H(\theta_{ш})H^+(\theta_{ш}) = \\ &= 2N_0\delta(\tau)[E + \gamma_a H(\theta_{ш})H^+(\theta_{ш})] = 2N_0\delta(\tau)R_{шп}, \end{aligned} \quad (13)$$

где N_0 – спектральная плотность мощности внутренних шумов; γ_a – отношение спектральной плотности мощности АШП к спектральной плотности мощности внутренних шумов:

$$\gamma_a = \frac{N_a}{N_0}. \quad (14)$$

В реальной ситуации на РЛС могут воздействовать J источников АШП. Практически всегда они некоррелированы между собой. Тогда корреляционная матричная функция (13) равна сумме корреляционных матричных функций помех, порождаемых каждым источником АШП:

$$R_h(\tau) = R_0(\tau) + \sum_{j=1}^J R_{a_j}(\tau) = 2N_0\delta(\tau) \left[E + \sum_{j=1}^J \gamma_{a_j} H(\theta_{ш_j})H^+(\theta_{ш_j}) \right]. \quad (15)$$

Заключение. Полученное в настоящей работе математическое описание активной шумовой помехи в РЛС обзора с многоканальной цифровой антенной решеткой в виде корреляционной матричной функции может быть использовано для разработки адаптивных алгоритмов компенсации активных шумовых помех.

Список использованных источников:

1. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория: справочник / [Я. Д. Ширман и др.]; под ред. Я. Д. Ширмана. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: Радиотехника, 2007. - 510 с.
2. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. Пер. с англ. Челпанова В. Г., Лексаченко В. А. – М.: Радио и связь, 1986. – 448 с.
3. Активные фазированные антенные решетки / Под ред. Д.И. Воскресенского и А.И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2004 – 488 с.

UDC 621.396

MATHEMATICAL MODEL OF ACTIVE NOISE INTERFERENCE WITH MULTI-CHANNEL RECEPTION

Wint Thu Aung

Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Dmitrenko A.A. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The work contains a mathematical description of active noise interference in radar surveillance stations with a multichannel digital antenna array in the form of a correlation matrix function.

Keywords. Active noise interference, internal noise, antenna array.

УДК 621.396

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ВНУТРЕННИХ ШУМОВ И АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

Винт Ту Аунг, магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Дмитренко А.А. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. Работа содержит методику расчета спектральной плотности мощности внутренних шумов радиоприемной аппаратуры РЛС, а также спектральной плотности мощности активных шумовых помех для случаев их постановки как по главному лепестку ДНА РЛС, так и по боковым лепесткам ДНА РЛС.

Ключевые слова. Активные шумовые помехи, внутренний шум, коэффициент шума, шумовая температура, диаграмма направленности антенны.

Введение. Воздействие активных шумовых помех (АШП) на РЛС значительно снижает ее возможности по обнаружению целей. Расчет численных значений спектральной плотности мощности (СПМ) внутренних шумов и АШП являются необходимыми этапами для оценки степени влияния воздействия АШП на РЛС обзора, а также для оценки эффективности работы адаптивных алгоритмов подавления активных шумовых помех в радиолокационных станциях обзора.

Основная часть. С учетом аддитивности модели радиолокационного фона РЛС обзора СПМ шумов складывается из СПМ внутренних и суммы СПМ внешних источников АШП [1-3]:

$$N_h = N_0 + \sum_{j=1}^J N_{a_j}, \quad (1)$$

где J – количество внешних источников АШП; N_0 – СПМ внутренних шумов приемника; N_{a_j} – СПМ j -го независимого источника АШП.

Спектральная плотность мощности внутренних шумов.

Любое радиоприемное устройство обладает собственными внутренними шумами. Уровень внутренних шумов накладывает ограничение на максимальную дальность действия РЛС. Работая в режиме усиления, радиолокационный приемник усиливает в наибольшей степени шумы антенны, в том числе поступающие из окружающего пространства, а также шумы своих первых каскадов.

Для обеспечения возможности количественной оценки степени влияния шумов различного происхождения в радиотехнике часто применяют понятие шумовая температура $T_{ш}$, равное температуре, до которой должен быть нагрет резистор, согласованный с входным сопротивлением электронного устройства, чтобы мощность тепловых шумов этого устройства и резистора были равными в определенной полосе частот. Возможность введения такого понятия обусловлена пропорциональностью средней мощности шума (среднего квадрата шумового напряжения на электрическом сопротивлении) абсолютной температуре резистора.

Шумы, вызываемые действием антенны и первых каскадов приемника (линейной его частью), мысленно заменяют шумами резистора, подключенного на вход приемника и разогретого до температуры $T_{ш}$, после чего приемник считается нешумящим. Это позволяет сопоставлять сигналы и шум на входе приемника, пересчитывая к нему шумы антенны и шумы каскадов приемника (с учетом эффекта их последующего усиления).

СПМ внутренних шумов N_0 , нагретого до $T_{ш}$ резистора, составляет:

$$N_0 = kT_{ш}, \quad (2)$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Вт·с/град – постоянная Больцмана.

Таким образом, шумовая температура $T_{ш}$ учитывает все перечисленные шумы.

Далее, характеризуя влияние самого приемника на величину внутренних шумов, вводят коэффициент шума $K_{ш}$ приемника, который является отношением мощности шума на выходе реального усилителя к мощности шума в той же точке, если бы использовался идеальный (не добавляющий собственной шумовой мощности) усилитель:

$$K_{ш} = \frac{P_{ш\text{реал}}}{P_{ш\text{ид}}}, \quad (3)$$

Коэффициент шума является безразмерной величиной и часто выражается в децибелах. Из самого определения следует, что коэффициент шума идеального (не шумящего) усилителя $K_{ш} = 1$ (0 дБ).

Коэффициент шума является шумовой характеристикой приемника без реальных свойств антенны и окружающего ее пространства. Он измеряется после замены антенны на эквивалент при комнатной температуре $T_{норм} = 293,0^\circ \approx 290^\circ \text{ К}$. Тогда коэффициент шума приемника определяется как отношение измеренного значения шумовой температуры приемника $T_{шрпр\gamma}$ к $T_{норм}$:

$$K_{ш} = \frac{T_{шрпр\gamma}}{T_{норм}}. \quad (4)$$

Спектральная плотность мощности внутренних шумов приемника N_0 выражается через $K_{ш}$ следующим образом:

$$N_0 = kT_{норм}(K_{ш} - 1), \quad (5)$$

где

$$(K_{ш} - 1) = \frac{(T_{шрпр\gamma} - T_{норм})}{T_{норм}}. \quad (6)$$

Шумы, вызываемые действием антенны, учитывают добавляя в формулу (5) спектральную плотность мощности $N_{ант} = k \cdot T_{ант}$:

$$N_0 = kT_{норм}(K_{ш} - 1) + kT_{ант}, \quad (7)$$

где $T_{ант}$ – шумовая температура антенны с учетом шумов антенны.

Шумовая температура антенны часто оценивается величиной $T_{ант} \approx 290^\circ \text{ К}$. Тогда для практических расчетов выражение (7) упрощается:

$$N_0 = kK_{ш}T^\circ(K), \quad (8)$$

где $T^\circ(K) \approx 290^\circ \text{ К}$.

Спектральная плотность мощности активных шумовых помех.

Спектральная плотность мощности N_a активных шумовых помех определяется с учетом значения модуля нормированной диаграммы направленности антенны РЛС в направлении на постановщика АШП. Антенна постановщика АШП, как правило, имеет слабую направленность, поэтому влияние АШП на РЛС можно учитывать только через ее коэффициент направленного действия. Значение N_a определяется следующим образом:

$$N_a = \frac{P_{ш}G_{ш}G_{рпр\gamma}\lambda^2}{(4\pi)^2r_{ш}^2\Delta f_{ш}}g(\beta_a - \beta_{ш}, \varepsilon_a - \varepsilon_{ш}), \quad (9)$$

где $P_{ш}$ – мощность АШП на выходе передатчика помех; $G_{ш}$ – КНД антенны постановщика помех; $\Delta f_{ш}$ – ширина спектра АШП; $r_{ш}$ – дальность до постановщика АШП; $\beta_{ш}$ – азимут постановщика АШП; $\varepsilon_{ш}$ – угол места постановщика АШП; $G_{рпр\gamma}$ – коэффициент направленного действия антенны РЛС; $g(\beta, \varepsilon)$ – значение нормированной ДНА РЛС по мощности в направлении на постановщик АШП.

Вместо $P_{ш}$ часто используют параметр $N_{ш}$ [Вт/Гц]:

$$N_{ш} = \frac{P_{ш}}{\Delta f_{ш}}. \quad (10)$$

Для практических расчетов значимыми являются случаи:

- постановки АШП по основному лепестку ДНА РЛС;
- постановки АШП по боковым лепесткам ДНА РЛС.

На рисунке 1 показаны ДНА РЛС и ДНА постановщика АШП в азимутальной плоскости в случае постановки АШП по основному лепестку ДНА РЛС. В этом случае считается, что $g(\beta_a - \beta_{ш}, \varepsilon_a - \varepsilon_{ш}) \approx 1$, тогда:

$$N_a = \frac{N_{ш}G_{ш}G_{рпр\gamma}\lambda^2}{(4\pi)^2r_{ш}^2}. \quad (11)$$

На рисунке 2 показаны ДНА РЛС и ДНА постановщика АШП в азимутальной плоскости в случае постановки АШП по боковым лепесткам ДНА РЛС, где средний уровень боковых лепестков ДНА РЛС:

$$\eta_{\text{РПРУ}} = \frac{g_{\text{ср}}(\beta, \varepsilon)}{g(\beta, \varepsilon)}. \quad (12)$$

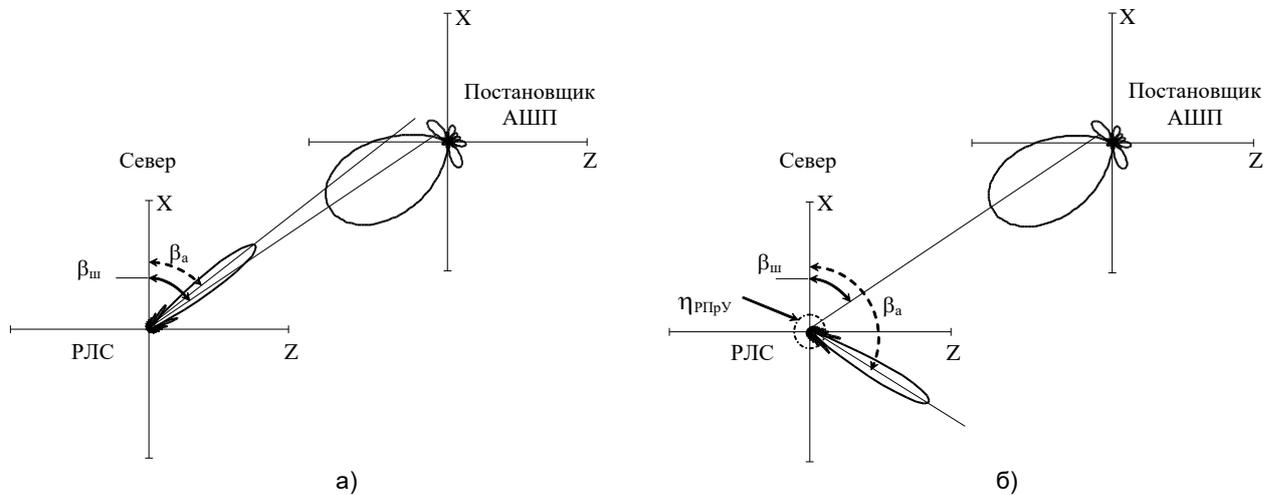


Рисунок 1 – Постановка АШП по основному лепестку (а) и по боковым лепесткам (б) ДНА РЛС

Спектральная плотность мощности АШП по боковым лепесткам ДНА РЛС записывается в следующем виде:

$$N_{a_{\text{бок}}} = \frac{N_{\text{ш}} G_{\text{ш}} G_{\text{РПРУ}} \lambda^2}{(4\pi)^2 r_{\text{ш}}^2} \eta_{\text{РПРУ}}. \quad (13)$$

Заключение. Представленная в настоящей работе методика расчета спектральной плотности мощности внутренних шумов и активных шумовых помех позволяет с высокой степенью достоверности осуществлять оценку степени влияния воздействия АШП на РЛС обзора, а также оценку эффективности работы адаптивных алгоритмов подавления активных шумовых помех в радиолокационных станциях обзора.

Список использованных источников:

1. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория : справочник / [Я. Д. Ширман и др.]; под ред. Я. Д. Ширмана. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Радиотехника, 2007. - 510 с.
2. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебник / В.Н. Тяпкина, А.Н. Фомин, Е.Н. Гарин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Тяпкина. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. – 2011. – 536 с.
3. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба. Ч.1. Основы радиолокации: Учеб. для высших училищ ПВО. М.: Воен. издат, 1983. – 456 с.

UDC 621.396

METHOD OF CALCULATING INTERNAL NOISE AND ACTIVE NOISE INTERFERENCE SPECTRAL POWER DENSITY

Wint Thu Aung

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Dmitrenko A.A. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The work contains a methodology for calculating the spectral power density of internal noise of radar radio receiving equipment, as well as the spectral power density of active noise interference for cases of their setting both along the main lobe of the radar antenna directional pattern and along the side lobes of the radar antenna directional pattern.

Keywords. Active noise interference, internal noise, noise coefficient, noise temperature, antenna pattern.

УДК 004.42+336.7

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ УЧЕТА И АНАЛИЗА ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ

Ганебная П.А., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Кунцевич О.Ю. – канд. пед. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы разработки веб-приложения для учета и анализа личных финансов, обоснован выбор средств разработки, представлены некоторые особенности этапов разработки.

Ключевые слова. Программное обеспечение, разработка веб-приложения, автоматизация, учет финансов

Введение. Ведение личного бюджета помогает понять финансовые привычки, эффективно управлять деньгами. Личный бюджет – это финансовый план, распределяющий текущий и будущий доход, предназначенный для расходов и сбережений. Обычно, такие планы составляются на 1 или несколько календарных месяцев вперед. Учет доходов и расходов помогает пользователям понимать, нужно ли им зарабатывать больше, чем сейчас, или наоборот – отказаться от каких-либо статей расходов.

Приложения для учета и контроля финансов являются важным инструментом для эффективного финансового управления. Они включают в себя функции бюджетирования, отслеживания доходов и расходов, анализа финансовых транзакций. Одним из ключевых аспектов таких приложений является обеспечение пользователей возможностью детального мониторинга своих финансов, планирования бюджета и принятия обоснованных финансовых решений.

Существующие на рынке приложения такого типа преимущественно ориентированы под мобильные приложения. Однако, многие пользователи отмечают, что им было бы удобно иметь и веб-версию приложений. Основными недостатками таких приложений чаще всего являются: устаревший интерфейс, ограниченность функционала (установление лимитов на количество существующих счетов и категорий трат), отсутствие автоконвертации суммы транзакции при переводе между счетами в разных валютах. Все эти недостатки мешают пользователям получать положительный опыт использования.

Для реализации проекта были поставлены и решены такие задачи:

- проанализировать существующие аналогичные программные продукты для учета финансов;
- разработать проектную документацию для программного средства (далее – ПС);
- разработать алгоритмы работы ПС и выполнить их программную реализацию;
- протестировать разработанное ПС;
- разработать руководство по использованию ПС;
- разработать базу данных;
- разработать интуитивно понятный интерфейс.

Практическая значимость результатов разработки заключается в возможности применения ПС в личных целях на постоянной основе с целью учета и контроля своих финансов.

Основная часть. Определены назначение и возможности ПС:

— главной задачей разрабатываемого приложения является облегчение ведения учета личных финансов;

- учет счетов, наличных, сбережений;
- управление категориями расходов;
- учет доходов через зарплатные счета;
- перевод средств между счетами;
- учет расходов;
- формирование статистики расходов за периоды;
- бюджетирование.

Для описания функционала и возможностей веб-приложения была построена диаграмма вариантов использования, представленная на рисунке 1.

Уникальность и отличия разработки от аналогичных приложений заключается, в частности, в следующих пунктах: простота использования; отсутствие лимитов на количество счетов; отсутствие лимитов на количество категорий трат; возможность вести учет счетов в различных валютах; автоконвертация суммы при переводе между счетами в разных валютах.

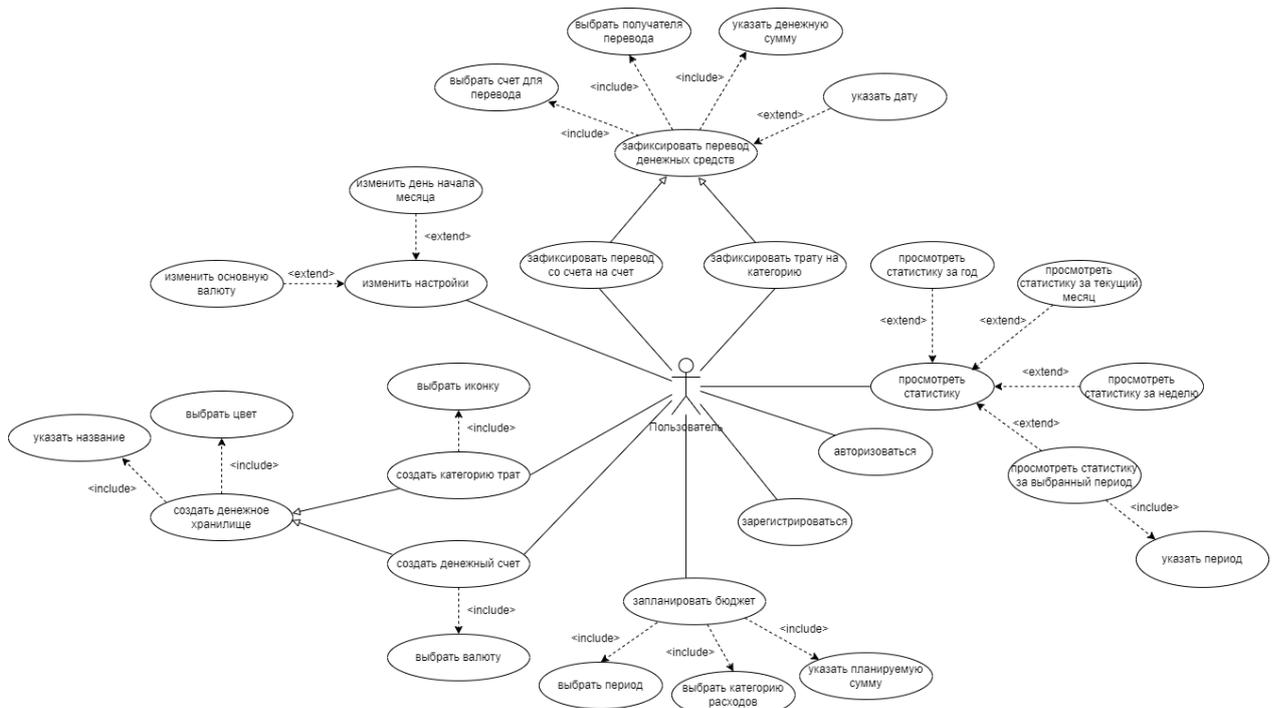


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования

В качестве языка программирования выбран язык PHP 8.3 [1, 2]. Для хранения данных веб-приложения необходима реляционная база данных. В качестве СУБД была выбрана MySQL [1]. Архитектура БД описана на физической модели базы данных и представлена на рисунке 2.

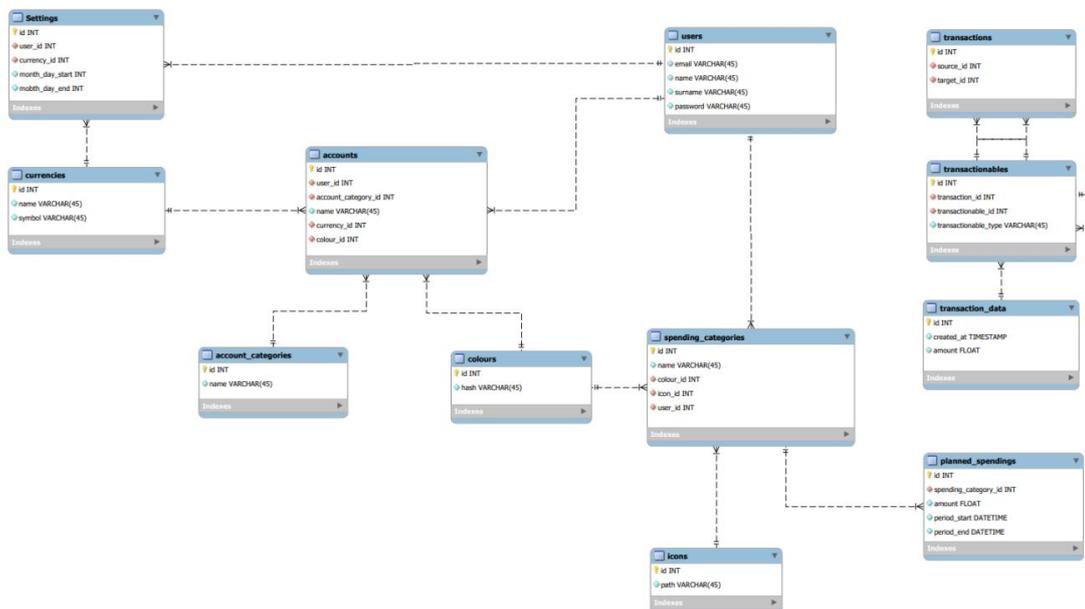


Рисунок 2 – Физическая модель базы данных

Рассмотрим элементы главной страницы программного средства более подробно:

— на странице присутствуют два меню для навигации: горизонтальное сверху и вертикальное слева. Горизонтальное меню содержит ссылки на страницы приложения, непосредственно неотносящиеся к учету финансов. Вертикальное меню доступно только авторизованным пользователям и помогает перемещаться по приложению;

— справа от вертикального меню находится краткая быстрая информация по выбранному периоду по категориям трат. Колесо, являющееся круговой диаграммой, показывает четыре самые популярные категории траты за выбранный период, а последняя, пятая категория, показывает сводку по остальным категориям. Для переключения периодов достаточно использовать кнопки, находящиеся под круговой диаграммой;

— справа от диаграммы расположены последние пять транзакций независимо от выбранного периода. Такая быстрая сводка позволяет не забывать о последних манипуляциях. В этом же блоке можно нажать на кнопку создания транзакции и совершить быстрый перевод средств между счетами;

— внизу находятся три блока для быстрого отображения информации о балансе, общем количестве потраченной суммы за текущий месяц.

Главная страница приложения, доступная пользователю после регистрации, представлена на рисунке 3.

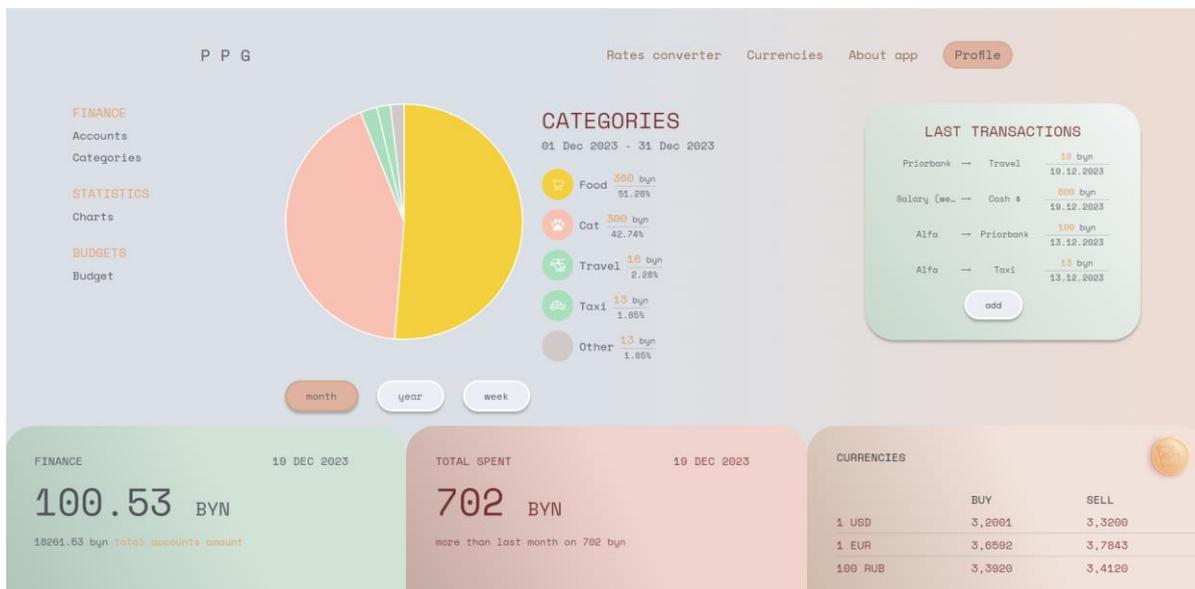


Рисунок 3 – Главная страница приложения

Для реализации всего приложения был выбран фреймворк Laravel 10. Благодаря заложенной фреймворком архитектуре, а также применяя лучшие практики разработки веб-приложений, удалось реализовать легкоподдерживаемое и надежное приложение.

Для тестирования веб-приложения были разработаны тест-кейсы, благодаря которым удалось проверить весь функционал приложения, выявить дефекты и устранить их до выпуска приложения в пользование [3, 4].

Заключение. Разрабатываемое веб-приложение учета и анализа личных финансов будет способствовать развитию финансовой грамотности пользователей, автоматизации процесса ведения учета. Приложение включает модули управления счетами, модуль управления категориями трат, модуль бюджетирования, модуль управления транзакциями и модуль для формирования статистики. Разработанное веб-приложение выполняет следующие функции: учет счетов, наличных, сбережений; управление категориями расходов; учет доходов через зарплатные счета; перевод средств между счетами; учет расходов; формирование статистики расходов за периоды; формирование статистики расходов за периоды; бюджетирование. Приложение может применяться всеми желающими пользователями в личных целях, имея лишь установленный веб-браузер.

Список использованных источников:

1. Маклафлин, Б. PHP и MySQL. Исчерпывающее руководство / Б. Маклафлин. - М.: Питер, 2020. - 412 с.
2. Stauffer, M. Up & Running: A framework for building modern PHP Apps / M. Stauffer, Karger – Verlag: IOP Publishing Ltd, 2022. – 237 с
3. Amey, S. Software Test Design / S. Amey. – Birmingham: Packt Publishing, 2022. – 426 с.
4. Куликов, С. С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс / С. С. Куликов. – Минск: Четыре четверти, 2020. – 362 с.

UDC 004.42+336.743

WEB APPLICATION FOR RECORDING AND ANALYSING PERSONAL FINANCES

Hanebnaya P.A.

Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kuntsevich O. Yu. – Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article deals with the development of web application for accounting and analysing personal finances, justifies the choice of development tools, presents some features of the development stages. PHP is chosen as the programming language.

Keywords. Software, web application development, automation, financial accounting.

УДК 004.4+004.62

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПАТТЕРНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ MAGENTO 2

Грищенко Э.А., студент, Потоцкий Д.С., магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Потоцкий Д.С. – ассистент каф. ИСиТ

Аннотация. В данной статье описывается использование основных паттернов проектирования при создании программного модуля составления отчетности коммерческой деятельности для платформы Magento 2. В работе также рассматривается модульная архитектура, файловая структура модуля, а также паттерн проектирования – внедрение зависимостей. Статья содержит примеры конфигурации для демонстрации функциональных возможностей менеджера объектов Magento 2.

Ключевые слова. Magento, программный модуль, электронная коммерция, паттерны проектирования, объектно-ориентированное программирование.

Введение. Паттерны проектирования являются проверенными стандартами в области разработки программного обеспечения. Они помогают улучшить структуру кода, делая его более читаемым и понятным для разработчиков. В сфере электронной коммерции соблюдение паттернов проектирования особенно важно, так как интернет-магазины часто имеют сложные структуры и требуют высокой производительности и безопасности.

Соблюдение методологии паттернов проектирования позволяет сократить время разработки и снизить затраты на поддержку системы в будущем. Кроме того, использование паттернов уменьшает риск возникновения проблем и повышает качество программного обеспечения.

Паттерн проектирования – это решение для часто встречающейся в разработке программного обеспечения проблемы, которое может быть использовано повторно для улучшения качества и эффективности программ. Паттерны проектирования помогают разработчикам создавать гибкие, структурированные и легко изменяемые системы, а также сокращают время разработки за счет повторного использования решений.

История паттернов проектирования началась в 70-х годах прошлого века с публикации книги Кристофера Александра «A Pattern Language», в которой были представлены понятия паттернов в архитектуре. Затем в 1994 году Эрих Гамма, Ричард Хелм, Ральф Джонсон и Джон Влиссидес издали книгу «Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software», в которой описали 23 паттерна проектирования для объектно-ориентированных систем.

Основная часть. Программный модуль составления отчетности коммерческой деятельности разработан исключительно под платформу электронной коммерции Magento 2, в связи с этим кодовая база программных модулей должна полноценно соблюдать требования и рекомендации платформы. Magento 2 в своей основе кастомизации имеет модульную архитектуру.

Модуль – это логическая группа, то есть каталог, содержащий блоки, контроллеры, помощники и модели, связанные с определенной бизнес-функцией. В соответствии со стремлением Magento к оптимальной модульности модуль инкапсулирует одну функцию и имеет минимальные зависимости от других модулей.

Модули предоставляют бизнес-функции с вспомогательной логикой. Они имеют свой жизненный цикл, который позволяет их устанавливать, удалять и отключать. С точки зрения как пользователей, так и разработчиков расширений, модули являются центральной единицей организации архитектуры Magento 2. Каждый модуль образует логическую группу, состоящую из блоков, хелперов, контроллеров и моделей (PHP и XML файлов). Каждая такая группа является независимой. Таким образом, модульный подход приводит к тому, что каждый модуль обладает своими уникальными свойствами и особенностями и минимально зависит от других модулей, а его отключение не влияет на работу других модулей.

Платформа Magento 2 предоставляет набор базовой логики: код PHP, библиотеки, ключевые классы, интерфейсы и методы, которые наследуются модулями и другими компонентами.

Для понимания общей архитектуры на рисунке 1 приведена структура файлов модуля и далее опишем назначение основных директорий.



Рисунок 1 – Файловая структура модуля для платформы Magento 2

Файловая структура модуля для платформы Magento 2 обладает высокой степенью организации и стандартизации. Эта структура не только обеспечивает четкое разделение функциональных компонентов, но и создает удобные точки взаимодействия между ними, что существенно упрощает процесс разработки, поддержки и масштабирования приложений.

Файл `registration.php` играет ключевую роль в процессе регистрации модуля в системе Magento 2, обеспечивая его корректную интеграцию и функционирование.

В папке `etc` находятся различные файлы конфигурации модуля в формате XML. Эти файлы определяют важные аспекты модуля, такие как внедрение зависимостей, пути для контроллеров и многое другое.

Папка `Api` содержит интерфейсы моделей и интерфейсы моделей данных, обеспечивая разработчикам безопасное и удобное взаимодействие с методами и свойствами моделей.

`Blocks` — это хранилище выю-моделей, которые служат прослойкой между данными и представлением в архитектурном паттерне MVVM. Они играют важную роль в разделении логики и представления.

`Controller` отвечает за обработку веб-запросов. Структура URL-запроса определяется стандартно и состоит из нескольких сегментов, включая `frontName` из файла `etc/routes.xml`, путь к файлу контроллера и его класс.

`Cron` содержит скрипты для планировщика задач, такие как проверка заброшенных корзин и рассылка уведомлений.

`Helper` служит для хранения классов-помощников, хотя их использование рекомендуется минимизировать в силу их анти-паттерна.

Директория `i18n` содержит файлы перевода в формате `.CSV` для различных локалей.

`Model` — это пространство хранения моделей, отвечающих за работу с данными и бизнес-логику.

`Observer` предназначен для хранения событий, позволяющих изменять поведение кода до, во время и после его выполнения.

Наконец, `Plugin` используется для изменения поведения публичных методов, обеспечивая безопасное взаимодействие с архитектурой Magento 2.

В папке `view` хранятся все статичные файлы модуля, включая JavaScript, CSS, HTML и изображения. Эти файлы определяют внешний вид и поведение модуля в пользовательском интерфейсе.

Также в рамках статьи хотелось бы подробно рассмотреть основной паттерн проектирования в процессе создания программных модулей для платформы Magento 2, а именно - `Dependency Injection` (Внедрение зависимостей).

Создание объектов является одной из самых сложных операций в рамках объектно-ориентированного программирования [1], классы могут иметь множество зависимостей, зависимости могут иметь свои зависимости и так далее.

Внедрение зависимостей (англ. `Dependency injection, DI`) – процесс предоставления внешней зависимости программному компоненту. Является специфичной формой «инверсии управления» (англ. `Inversion of control, IoC`), когда она применяется к управлению зависимостями. В полном соответствии с принципом единственной ответственности объект отдаёт заботу о построении

требуемых ему зависимостей внешнему, специально предназначенному для этого общему механизму.

Таким механизмом в платформе Magento 2 является специальный класс ObjectManager. Благодаря менеджеру объектов, в процессе программирования разработчику вообще не стоит задумываться над созданием объектов, а лишь при необходимости настраивать некоторые конфигурации создаваемых объектов.

XML-тег «preference» – используется для сопоставления реализации(класса) и абстракции(интерфейс), когда сигнатура конструктора класса запрашивает объект через его интерфейс. Диспетчер объектов использует эти сопоставления, чтобы определить, какова реализация по умолчанию для этого класса в определенной области [2]. Это используется для соблюдения так называемых Service Contracts в Magento 2. Контракт службы включает в себя интерфейсы данных, которые сохраняют целостность данных, и интерфейсы служб, которые скрывают детали бизнес-логики от запрашивающих службы, таких как контроллеры, веб-службы и другие модули. Таким образом мы определяем не прямые и легко заменяемые зависимости.

Благодаря тегу virtualType можно создавать “виртуальные” типы, не затрагивая PHP код. Виртуальный тип позволяет изменять аргументы конкретной внедряемой зависимости и изменять поведение определенного класса. Это позволяет вам использовать настроенный класс, не затрагивая другие классы, зависящие от оригинала.

Тег type – описывает образ жизни объекта и способы его создания, в некотором виде представляет собой дополнительный помощник для менеджера объектов.

Внедрение зависимостей – это шаблон проектирования, который позволяет объекту А объявлять свои зависимости от внешнего объекта В, который предоставляет эти зависимости. Зависимости, объявленные А, обычно представляют собой интерфейсы классов, а зависимости, предоставляемые В, представляют собой конкретные реализации этих интерфейсов.

Это позволяет ослабить связанность кода, поскольку объекту А больше не нужно заниматься инициализацией собственных зависимостей. Объект В решает, какие реализации предоставить объекту А, на основе конфигурации или желаемого поведения.

Заключение. Программный код Magento 2 представляет собой сложную систему, в основе которой лежит более десятка паттернов проектирования. Эти паттерны являются обязательными для соблюдения разработчиками, и это не просто формальное требование, а ключевой элемент для создания высококачественного и эффективного кода. Соблюдение паттернов обеспечивает лаконичность, грамотность и надежность программного продукта. В то время как структура каталогов, хоть и может показаться простой на первый взгляд, на самом деле играет ключевую роль в организации кода. Она предоставляет разработчикам удобные места для размещения различных компонентов модуля, начиная от интерфейсов и моделей, заканчивая контроллерами и статическими файлами. Благодаря этой структуре поддержка и развитие модуля становятся более простыми и прозрачными.

Список использованных источников:

1. Зандстра, М. PHP 8 объекты, шаблоны и методики программирования, 6-е издание / М. Зандстра.: Apress, 2021. – 860 с.
2. Документация Magento 2 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://developer.adobe.com/commerce/docs/>. – Дата доступа: 10.02.2024.

UDC 004.4+004.62

DESIGN PATTERNS USED WHEN CREATING A SOFTWARE MODULE FOR THE MAGENTO 2 PLATFORM

Grishchenko E.A., Potosky D.S.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Potosky D.S. – Assistant

Annotation. This article describes the use of basic design patterns when creating a business reporting software module for the Magento 2 platform. The work also discusses modular architecture, the file structure of the module, as well as the design pattern – dependency injection. This article contains configuration examples to demonstrate the functionality of the Magento 2 Object Manager.

Keywords. Magento, software module, e-commerce, design patterns, object-oriented programming.

УДК 62-592.527

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТОРМОЖЕНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПУТЁМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЖЕНИЕМ ЕГО ОСИ

Коваленко Н.Р., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В статье приведены результаты, полученные в процессе создания системы автоматического управления торможением оси. Разработанная система позволяет обеспечить более эффективное управление при экстренном торможении, являясь подсистемой электронных тормозов автопоезда. Автором статьи выполнено схемотехническое проектирование системы, разработаны алгоритм и программное обеспечение ее функционирования, а также конструкция печатного узла, с применением современной САПР.

Ключевые слова. Транспортное средство, система активной безопасности, АБС, тормоз, торможение, микроконтроллер, схемотехническое проектирование, разработка алгоритма и программного обеспечения, САПР, печатный узел.

В современных условиях автомобильный транспорт и целый ряд преимуществ, которые обеспечиваются благодаря наличию автомобилей, воспринимаются как само собой разумеющееся. Для реализации в полной мере всех преимуществ и удобств, предоставляемых развитой транспортной инфраструктурой, переизбытком общественного, личного, и особенно грузового автотранспорта, необходимо, однако, обязательно выполнение важнейшего условия для безопасного управления транспортными средствами – обеспечение возможности останова этих средств в случае необходимости, т.е. их торможения.

Традиционные (механические) тормозные системы, хотя и достаточно эффективны, имеют свои ограничения, особенно в условиях экстренных ситуаций. Одним из таких ограничений является зависимость эффективности торможения от опыта водителя. Так, при недостатке такового, одновременно следить за траекторией движения, объектами на пути, скоростью и состоянием колёс представляется слишком сложной задачей.

При внезапном возникновении аварийной ситуации водитель может испугаться и нажать на педаль тормоза сразу до упора, что, в свою очередь, приведёт к передаче максимального тормозного усилия на колесо и, с высокой вероятностью, заблокирует его.

Такое развитие событий ещё больше усложняет ситуацию, что особенно критично в случае транспортных средств, обладающих высокой инерционностью, т.е. для грузового автотранспорта.

Следующей проблемой механических тормозов является ограниченность их в области использования фрикционных материалов. Так, например, пневматические тормозные системы обеспечивают эффективное торможение при большей, чем у гидравлических, силе прижатия [1], однако время их срабатывания уступает гидравлическим системам.

Решением обозначенной проблемы может быть разработка электронного блока управления [2], который позволяет значительно ускорить время срабатывания благодаря замене среды передачи – с воздушной на электронную, которая обладает гораздо большей скоростью передачи сигналов.

Стремительные изменения в технологическом прогрессе привели к разработке интеллектуальных систем, предназначенных для повышения эффективности тормозной системы и снижения риска возникновения опасных ситуаций. Так, системы АБС, впервые появившиеся в конце XX века, представляют собой интегрированные решения, направленные на предотвращение блокировки колес во время торможения. В последние десятилетия эта технология стала стандартом безопасности в современных автомобилях.

Одним из путей решения обозначенной в [2] проблемы является разрабатываемая система автоматического торможения оси транспортного средства.

Созданная система осуществляет контроль: давления в тормозных камерах; скорости колёс; степени износа тормозных колодок; процессов торможения на скоростях выше 10 км/ч. Проводится самодиагностика, а при обнаружении отклонений от требуемых значений контролируемых параметров, система полностью передаёт управление процессом торможения водителю. Она также осуществляет связь с блоком управления системой электронных тормозов и блоком управления приборной панелью посредством шинного интерфейса CAN.

Процесс запуска и самодиагностики системы можно описать следующим образом: поворот водителем ключа зажигания обеспечивает подачу к системе напряжения питания 24В. Далее напряжение, преобразованное с целью снижения мощности, потребляемой системой, подаётся на блок управления и начинается инициализация системы, после чего осуществляется диагностика

датчиков и управляемых устройств. При обнаружении неисправностей система не может далее выполнять свои функции, переходит в режим прямой передачи управления водителю – работает «насквозь» и сообщает о наличии неисправностей по CAN шине либо с помощью блока индикации. В случае успешного прохождения самодиагностики блок управления переводит систему в рабочий режим и ожидает начала движения транспортного средства. В рабочем режиме периодически выполняется повторная диагностика всех узлов системы, чтобы удостовериться в её способности исправно выполнять заданные функции. Информацию о скорости автомобиля блок управления получает путём обработки сигнала, поступающего с датчиков частоты вращения колёс (ДЧВК), а также по CAN шине от блока управления панели приборов и, при необходимости, от двигателя. При достижении водителем скорости, превышающей 10 км/ч система, начинает оказывать активную помощь водителю при торможении. Параллельно этому процессу система собирает информацию о давлении в тормозных камерах (в процессе движения оно должно быть равным атмосферному), получаемую от датчиков давления; состоянии тормозных колодок, износ которых определяется замыканием датчика износа на массу по мере ухудшения состояния колодок.

На рисунке 2 представлен график зависимости коэффициента сцепления μ от скольжения колёс λ .

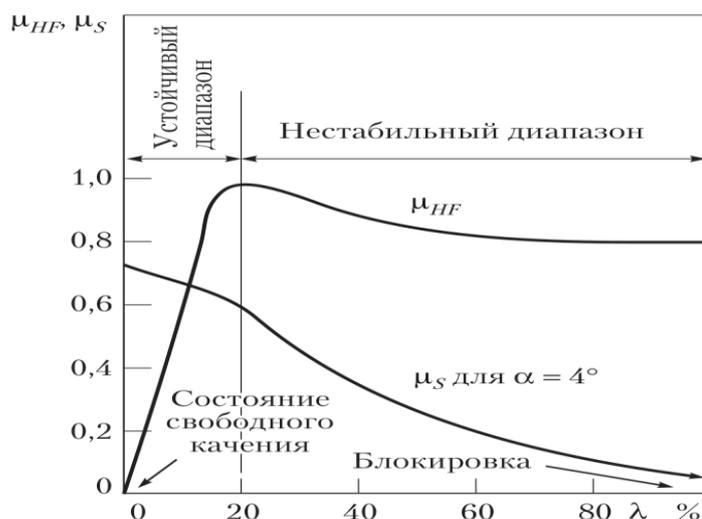


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента сцепления от скольжения колёс

. Если $\lambda=0\%$, то колеса вращаются свободно, без воздействия на них дорожного сопротивления трению. Коэффициент скольжения $\lambda=100\%$ соответствует скольжению (юзу) колеса, когда оно переходит в заблокированное состояние. При этом значительно снижаются эффективность торможения, устойчивость и управляемость автомобиля при торможении [3].

Для большинства дорожных покрытий при значениях λ в интервале от 10 до 30 % μ достигает максимальной величины, что позволяет поддерживать оптимальный баланс между эффективностью торможения и блокировкой колёс.

При экстренном торможении значительное усилие на педаль тормоза может вызвать блокировку колес. Сила сцепления шин с дорожным покрытием при этом резко ослабевает, и водитель теряет управление автомобилем.

Система управления торможением оси призвана обеспечить постоянный контроль за силой сцепления колес с дорогой, и соответственно регулировать в каждый момент тормозное усилие, прилагаемое к каждому колесу управляемой оси. [3]

Для обеспечения этого функционала, нажатие педали тормоза, приводящее к изменению давления в управляющей магистрали, подаёт сигнал системе о начале процесса торможения. Система «отсекает» управляющую магистраль от клапанов управления давлением и регулирует их работу в автоматическом режиме. Блок управления осуществляет замеры текущей скорости вращения колес, оценку реальной скорости автомобиля, расчет проскальзывания колес, ограничение или снижение соответствующего тормозного давления при росте проскальзывания колеса и поддерживает связь с блоком управления системой электронных тормозов для согласования процесса торможения. Для поддержания тормозного давления включается клапан отсечки, для снижения тормозного давления одновременно включаются клапана отсечки и выпуска.

На основе рассмотренной структурной схемы была разработана её схема электрическая функциональная, проведен выбор функциональных узлов [4] и разработана схема электрическая принципиальная.

Блок управления в системе реализован на основе микроконтроллера STM32F042C6T6, который отвечает за получение и обработку поступающих сигналов, а также выработку и передачу управляющих воздействий на электромагнитные клапана и обмен по шине CAN [5].

Выбранный тип контроллера пользуется большой популярностью в мире благодаря невысокой цене, стабильности параметров, большому количеству информационных ресурсов с активным сообществом разработчиков и широкой поддержкой производителя [6].

На рисунке 3 представлена упрощённая структура данного микроконтроллера, разработанная на основе использования материалов [5], [7] и [8].

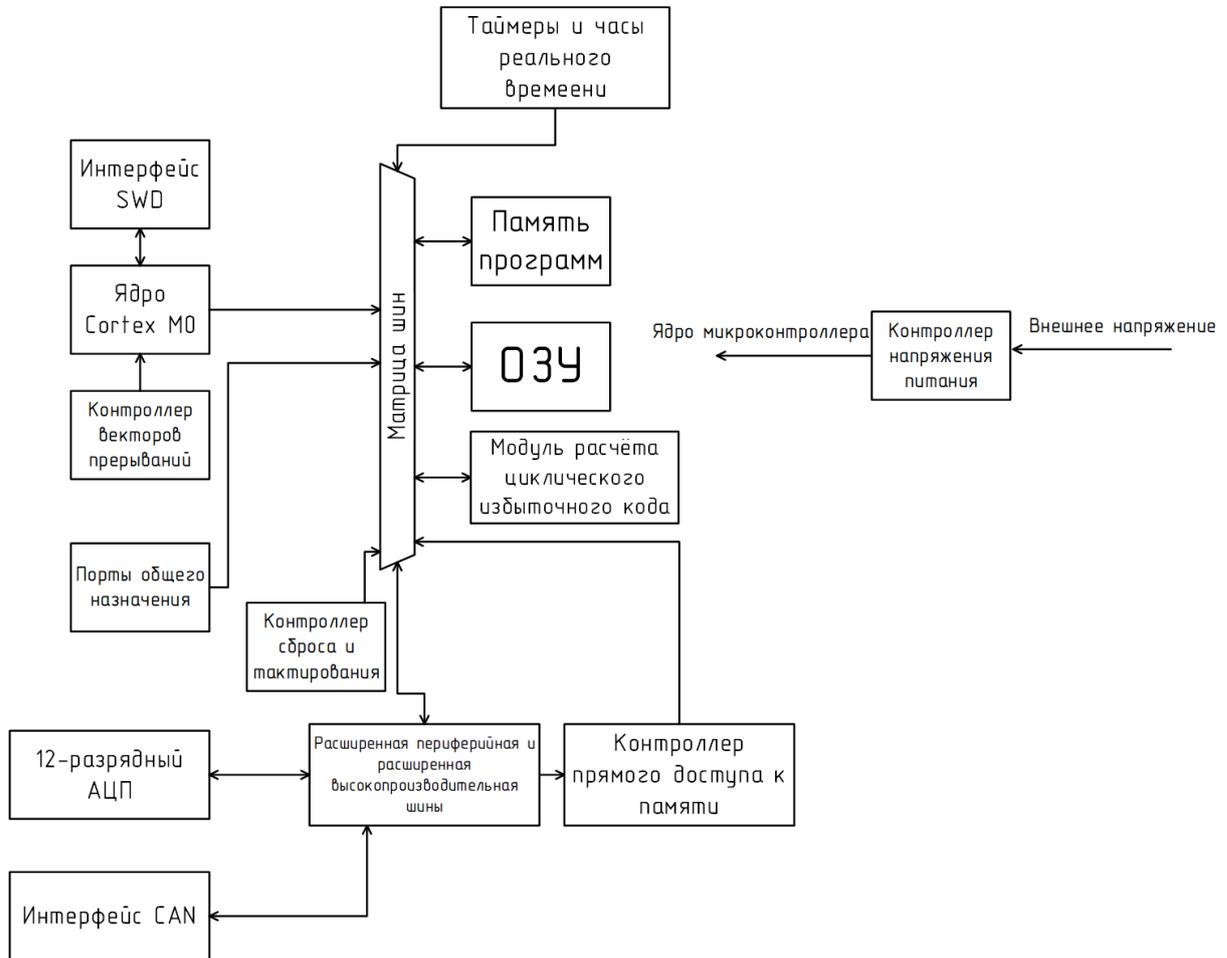


Рисунок 3 – Упрощённая структура микроконтроллера STM32F042C6T6

Для реализации разработанной системы была выбрана современная элементная база, и проведён расчёт функциональных узлов. Поэтапно были разработаны алгоритм работы блока управления, приведённый на рисунке 4, и программное обеспечение для микроконтроллера.

После выбора основных конструктивных элементов в соответствии с особенностями работы было проведено их размещение на плате.

Так, например, гнезда подключения питания и электронные ключи сгруппированы отдельно в связи с большими протекающими токами и, как следствие, необходимостью рассеивать увеличенное число тепла вокруг микросхем. Отдельно расположена чувствительная к помехам аналоговая часть схемы, представленная датчиками давления и пассивными компонентами, служащими целям защиты и фильтрации. В правой части платы расположена цепь защиты и преобразования питания, которая является второй по количеству выделяемой тепловой энергии. Такое расположение позволяет распределить локализацию источников тепла по всей площади платы.

После размещения элементов на плате для оптимизации тепловыделения и уменьшения количества линий связи следует локализовать области сплошной металлизации – полигоны. Наиболее подходящей цепью для этих задач, как правило, является цепь общего проводника. В данном случае присутствует необходимость разделения полигона на две части – аналоговую и цифровую, что позволяет снизить влияние помех, вызванных переключением цифровых элементов, на аналоговую часть схемы.

Так как в качестве основного способа монтажа был выбран поверхностный, это позволило использовать маломощные элементы небольшого размера, а при необходимости повышать плотность монтажа. Также, данный тип монтажа элементов позволяет снизить влияние паразитных параметров по сравнению с выводным монтажом, что обеспечивает возможность применять автоматические сборочные линии для повышения эффективности производства [9].

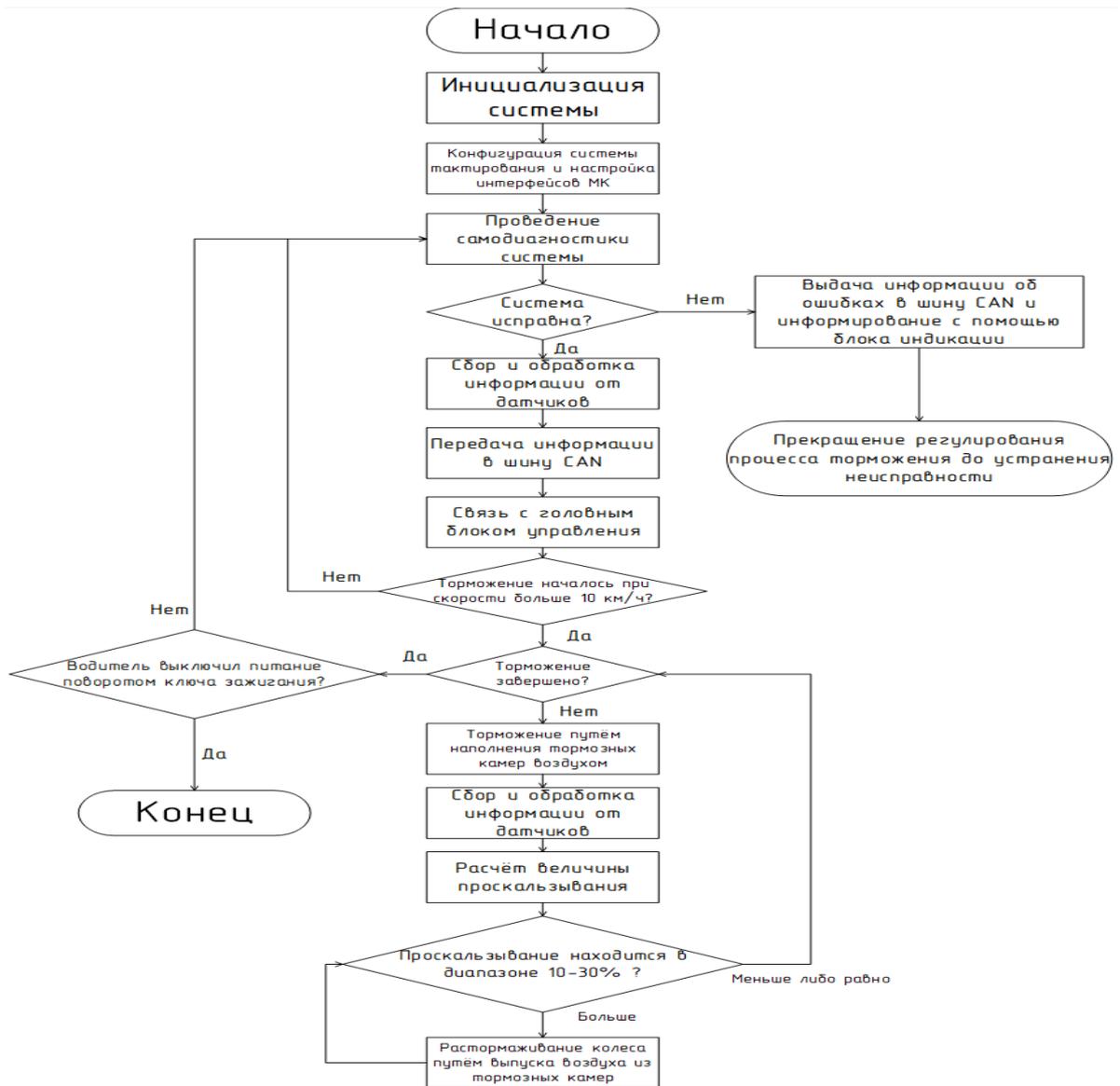


Рисунок 4 – Алгоритм работы блока управления системы автоматического торможения оси автотранспортного средства

3-D модель разработанной печатной платы после завершения работ по трассировке представлена на рисунке 5.

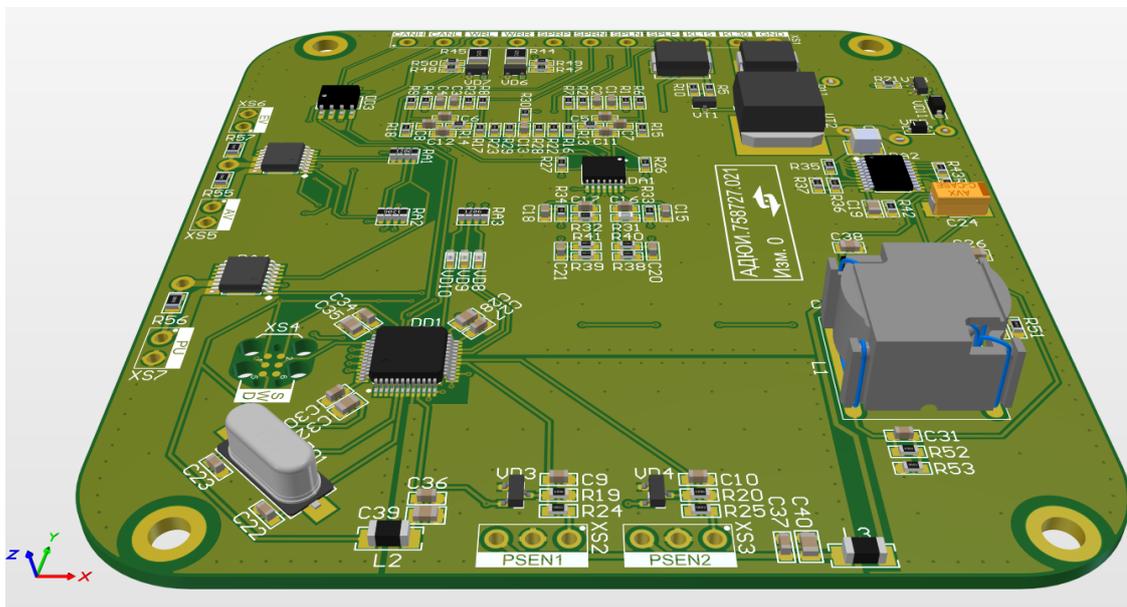


Рисунок 5 – Трёхмерная модель печатной платы

Целью такого размещения компонентов было увеличение удобства отладки и ремонта платы в будущем – большинство элементов находится на одной стороне монтажа, что позволяет обеспечивать удобный доступ для диагностических щупов. Дополнительные переходные отверстия по всей плате и использование полигонов позволяет эффективно рассеивать тепло.

Использование полигонов металлизации позволяет достичь высокой эффективности рассеивания тепла при продолжительной работе системы под высокими нагрузками, позволяет уменьшить количество отдельных линий связи посредством создания дополнительных проводников, а также снизить влияние помех и паразитных параметров цепи посредством снижения общего сопротивления цепи земли, а также вышеописанного уменьшения количества отдельных печатных проводников.

Разработанная система автоматического управления торможением оси транспортного средства, будучи использованной в качестве подсистемы общей электронной тормозной системы, позволяет существенно повысить эффективность торможения автотранспорта, и тем самым обеспечить безопасность пассажирских и особенно грузовых перевозок. Спроектированная система может быть отнесена к одной из первых попыток создания отечественных разработок, не уступающих по функционалу и эффективности зарубежным аналогам [10].

В настоящее время разработанная система автоматического торможения оси автотранспортного средства находится на стадии проведения испытаний макетного образца и готовится к внедрению на предприятиях автомобильной промышленности РБ и РФ.

Список использованных источников:

1. ДрайвНН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drivenn.ru/journal/novosti/3-prichiny-pochemu-na-gruzovikah-tormoza-pnevmaticheskie-a-ne-gidravlicheskie-id31600>.
2. Драйв ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive.ru/technic/4efb331400f11713001e38cb.html>.
3. Савич Е.Л. Легковые автомобили: учебник / Е.Л. Савич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск: Новое знание, 2013. – 758 с.
4. Выбор микроконтроллера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tech-geek.ru/choosing-microcontroller/>.
5. Спецификация микроконтроллеров STM серии STM32F042. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/500/DOC025500093.pdf>.
6. Рекомендации по выбору микроконтроллера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/micros/micros.htm>. Дата доступа: 13.12.2023.
7. Руководство по программированию микроконтроллеров STM серии STM32F042 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.st.com/resource/en/programming_manual/pm0215-stm32f0-series-cortexm0-programming-manual-stmicroelectronics.pdf.
8. Справочное руководство о микроконтроллерах серии STM32F042 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.st.com/resource/en/reference_manual/rm0091-stm32f0x1stm32f0x2stm32f0x8-advanced-armed-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf.
9. Информационный портал «Первоисточник» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://syktyvkar.1stochnik.ru/news/81398>.
10. Информационный портал фирмы Wabco [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wabco-customercentre.com/catalog/docs/8150800153.pdf>.

UDC 62-592.527

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE BRAKING SYSTEM OF A TRUCK VEHICLE BY AUTOMATICALLY CONTROLLING THE BRAKING OF ITS AXLE

Kavalenka N. R.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Shpak I.I. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The article presents the results obtained in the process of creating an automatic axle braking control system. The developed system allows for more efficient control during emergency braking, being a subsystem of the electronic brakes of a road train. The author of the article completed the circuit design of the system, developed the algorithm and software for its operation, as well as the design of the printed circuit assembly, using modern CAD.

Keywords. Vehicle, active safety system, ABS, brake, braking, microcontroller, circuit design, algorithm and software development, CAD, printed circuit assembly.

УДК 621.396

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Малолеткин А.Б., магистрант¹, Скудняков Ю.А., доцент²

¹ Белорусская государственная академия связи, г. Минск, Республика Беларусь

² Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Институт информационных технологий, г. Минск, Республика Беларусь

Скудняков Ю.А. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В работе проведен анализ эффективности алгоритмов размещения электронных компонентов электронных средств на печатной плате. Осуществлен сравнительный анализ эффективности последовательного и обратного размещения равного количества компонентов одной и той же электрической схемы в соответствии с критерием минимума суммарной длины соединений на монтажной плоскости (печатной платы). Лучший результат показывает для удовлетворения указанного критерия последовательный алгоритм.

Ключевые слова: анализ эффективности алгоритмов размещения, последовательный и обратный алгоритмы размещения, критерий минимума суммарной длины соединений между элементами электрической схемы.

Введение. При конструкторском проектировании электронных средств (ЭС) решаются задачи, связанные с поиском наилучшего варианта конструкции, удовлетворяющего требованиям технического задания и максимально учитывающего возможности технологической базы производства. Одной из основных задач синтеза конструкций является задача размещения элементов коммутационной схемы на заданном монтажном поле [1,2]. Размещение элементов электрической схемы – это задача определения их местоположения на монтажном поле в конструктивном модуле такого, при котором создаются наилучшие условия для решения последующей задачи трассировки соединений с учетом конструктивно–технологических требований и ограничений. Среди существующих алгоритмов размещения группа последовательных алгоритмов в наибольшей степени имитирует действия инженера-проектировщика, рассчитывая при этом локальный критерий оптимальности. Поиск глобального экстремума при решении задачи размещения возможен только при использовании метода полного перебора.

Основная часть. Цель работы состоит в исследовании эффективности алгоритмов размещения элементов электрической схемы при минимизации суммарной длины соединений.

Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи:

- проанализировать ряд алгоритмов, используемых для решения задачи размещения элементов электрической схемы;
- исследовать эффективность предложенного алгоритмического подхода с помощью вычислительного эксперимента.

При разработке алгоритмов и программ следует стремиться к наиболее полному удовлетворению требований, предъявляемых к ним: минимальная продолжительность решения максимального объема задач размещения при заданной емкости оперативной памяти компьютера, максимальная точность решения, высокая надёжность, эффективность, завершённость, понятность и т.д. Перечисленные показатели определяют качество программного обеспечения системы автоматизированного проектирования (САПР). Причём, на этапе разработки алгоритмов достаточно учесть такие показатели, как точность, временная и ёмкостная сложность, а при разработке программ или их сравнении следует учитывать и остальные показатели [1 – 3].

Для оценки качества алгоритма размещения надо решить этим алгоритмом m задач и определить среднюю суммарную длину соединений полученных размещений. Затем это же множество задач m решить другим алгоритмом и выполнить такую же оценку. Лучшим будет тот из алгоритмов, который даст меньшую среднюю суммарную длину соединений.

Исходными данными для решения задачи размещения являются:

- данные о конфигурации и размерах коммутационного пространства, определяемые требованиями установки и крепления соответствующей сборочной единицы в аппаратуре;
- количество и геометрические размеры конструктивных элементов, подлежащих размещению;
- схема соединений, а также ряд ограничений на взаимное расположение отдельных элементов, учитывающих особенности разрабатываемой конструкции.

Задача сводится к отысканию для каждого размещаемого элемента таких позиций, при которых оптимизируется выбранный показатель качества L , и обеспечиваются наиболее благоприятные условия для последующего электрического монтажа.

Универсальным критерием оптимизации как при размещении элементов, так и при трассировке соединений между элементами электрической схемы является минимум суммарной длины соединений:

$$L(P) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} \times dp(i)p(j) \rightarrow \min \quad (1)$$

В том случае, если в качестве критерия размещения множества элементов схемы $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ в множество фиксированных позиций $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ использовать минимум суммарной взвешенной длины соединений, необходимо сформировать матрицу связности $R = \| r_{ij} \|_{n \times n}$ и матрицу расстояний между элементами схемы $D = \| d_{ij} \|_{n \times n}$, где n – количество размещаемых элементов электрической схемы. В общем случае расстояние между элементами e_i и e_j схемы вычисляется по формуле: $d_{ij} = ((x_i - x_j)^k + (y_i - y_j)^k)^{1/s}$.

Поскольку при конструировании печатных плат, как правило, трассировка соединений между элементами схемы осуществляется в ортогональной (под прямым углом) и евклидовой (по диагонали) метриках, то запишем формулы, по которым вычисляется d_{ij} в указанных выше метриках соответственно:

- 1) $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$, когда $s = k = 1$ – в ортогональной метрике;
- 2) $d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$ при $s = k = 2$ – в евклидовой метрике.

В вышеприведенных формулах x_i, x_j и y_i, y_j – координаты позиций, в которые размещаются соответственно i -й и j -й модули.

Математически задача формулируется следующим образом. Электрическая схема представляется в виде мультиграфа [1,2,4,5,6], а моделью монтажного пространства служит графовая решётка [1]. Требуется вершины мультиграфа разместить в узлы графовой решётки таким образом, чтобы суммарная длина ребер размещенного мультиграфа была минимальна.

Задача размещения является комбинаторной, т.е. может быть решена только полным перебором (для размещения n элементов на n позиций существует $n!$ вариантов размещения). Для решения задач размещения разработано большое количество различных алгоритмов [1, 2]. В данной работе рассмотрены эвристические алгоритмы.

Алгоритм последовательного размещения включает такую последовательность действий:

1. Сформировать матрицу расстояний D , элементы которой будем определять по формуле ортогональной метрики: $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$.
2. Для каждой строки матрицы D определяем суммарное значение: $d_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}$.
3. Вводим матрицу связности R и ее размерность n .
4. Для каждой строки матрицы связности R определяем сумму элементов: $r_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}$, $i = \overline{1, n}$.
5. Находим минимальное значение d_i , если $p = i$, то помещаем столбец в позицию $d_j = p$.
6. Находим максимальное значение r_i , если $e = i$, то удаляем столбец $j = p$.
7. Размещаем элемент e в позицию p .
8. Находим минимум d_i среди оставшихся $(n - 1)$ элементов; находим строку с минимальным d_i и находим минимальный d_{ij} среди помеченных элементов. Здесь $j = p$. Определяем, какой элемент расположен в позиции j ; вновь присваиваем $p = i$, $j = p$ и помечаем столбец j .
9. Рассматриваем строку E в матрице R и находим максимальный r_{max} ; присваиваем $e = i$, $j = e$ и помечаем столбец j .
10. Находим число помеченных столбцов k , если $k < n$, выполняем переход к 8, иначе – к 11.
11. Подсчитываем суммарную длину соединений.

Алгоритм обратного размещения включает такую последовательность действий:

1. Вычислить матрицу расстояний D между позициями на плате. Элементы матрицы d_{ij} определяются по формуле: $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$.
2. Для каждой строки матрицы D определить суммарное значение элементов d_{ij} , стоящих в этой строке.
3. Для каждой строки матрицы R определить суммарное значение элементов r_{ij} , стоящих в этой строке. Полученные значения – локальные степени элементов.
4. Упорядочить элементы t_1 по возрастанию характеристики r_i : tz_1, tz_2, \dots, tzn .
5. Упорядочить позиции l_j по убыванию характеристики d_j : ld_1, ld_2, \dots, ldn .
6. Выполнить размещение элементов в позиции $p(t_k) = l_k$, где $k = 1, \dots, n$.
7. Подсчитать суммарную длину по формуле минимума суммарной длины соединений между элементами электрической схемы.

Проведем сравнительный анализ эффективности рассмотренных выше алгоритмов с точки зрения удовлетворения критерию минимума суммарной длины соединений между элементами электрической схемы. Пусть исходная схема соединений между элементами электрической схемы имеет вид (рисунок 1).

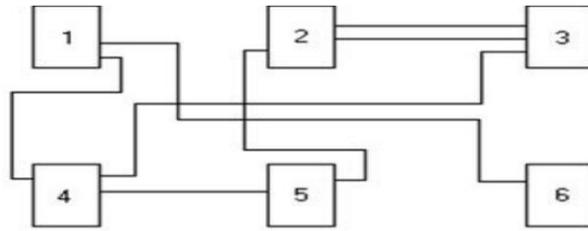


Рисунок 1 – Исходная схема соединений

Для исходной структуры соединений между элементами электрической схемы строим графовую модель (рисунок 2).

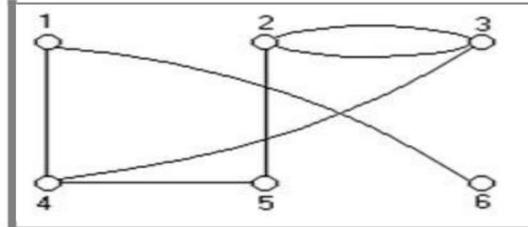


Рисунок 2 – Графовая модель исходной схемы соединений

Для приведенного примера рассмотрим работу последовательного алгоритма размещения. Составим матрицу расстояний D и матрицу связности R . Определим сумму элементов в каждой i -й строке матриц.

		1	2	3	4	5	6	$\sum d_i$
D=	1	0	1	2	1	2	3	9
	2	1	0	1	2	1	2	[7]
	3	2	1	0	3	2	1	9
	4	1	2	3	0	1	2	9
	5	2	1	2	1	0	1	7
	6	3	2	1	2	1	0	9

		1	2	3	4	5	6	$\sum r_i$
R=	1	0	0	0	1	0	1	2
	2	0	0	2	0	1	0	[3]
	3	0	2	0	1	0	0	3
	4	1	0	1	0	1	0	3
	5	0	1	0	1	0	0	2
	6	1	0	0	0	0	0	1

Среди S_{dij} находим минимальное число, оно равно 7 и соответствует позиции №2.

Все элементы второго столбца матрицы D . Среди S_{rij} находим максимальное число, оно равно 3 у.е. вершины №2. Поэтому 2-й модуль, имеющий наибольшее количество связей, размещаем в позицию №2. После этого 2-й столбец матрицы R исключаем из дальнейшего рассмотрения.

Имеем:

		1	2*	3	4	5	6	$\sum d_i$
D=	1	0	1	2	1	2	3	9
	2	1	0	1	2	1	2	
	3	2	1	0	3	2	1	9
	4	1	2	3	0	1	2	9
	5	2	1	2	1	0	1	[7]
	6	3	2	1	2	1	0	9

		1	3	4	5	6
R=	1	0	0	1	0	1
	2	0	[2]	0	1	0
	3	0	0	1	0	0
	4	1	1	0	1	0
	5	0	0	1	0	0
	6	1	0	0	0	0

Аналогично получаем:

		1	2*	3	4	5*	6	$\sum d_i$
D=	1	0	1	2	1	2	3	[9]
	2	1	0	1	2	1	2	
	3	2	1	0	3	2	1	9
	4	1	2	3	0	1	2	9
	5	2	1	2	1	0	1	
	6	3	2	1	2	1	0	9

		1	4	5	6
R=	1	0	1	0	1
	2	0	0	[1]	0
	3	0	1	0	0
	4	1	0	1	0
	5	0	1	0	0
	6	1	0	0	0

		1*	2*	3	4	5*	6	$\sum d_i$
D=	1	0	1	2	1	2	3	
	2	1	0	1	2	1	2	
	3	2	1	0	3	2	1	[9]
	4	1	2	3	0	1	2	9
	5	2	1	2	1	0	1	
	6	3	2	1	2	1	0	9

		1	4	6
R=	1	0	1	1
	2	[0]	0	0
	3	0	1	0
	4	1	0	0
	5	0	1	0
	6	1	0	0

		1*	2*	3*	4	5*	6	Σd_i
	1	0	1	2	1	2	3	
	2	1	0	1	2	1	2	
D=	3	2	1	0	3	2	1	
	4	1	2	3	0	1	2	[9]
	5	2	1	2	1	0	1	
	6	3	2	1	2	1	0	9

		4	6
	1	1	1
	2	0	0
R=	3	1	0
	4	0	0
	5	1	0
	6	0	0

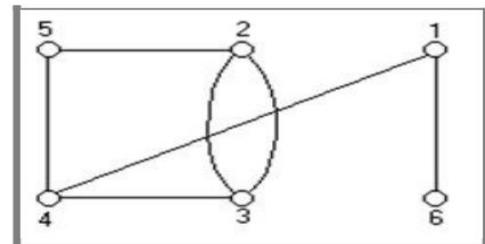
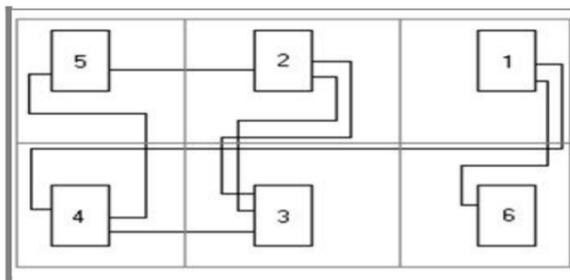
		1*	2*	3*	4*	5*	6	Σd_i
	1	0	1	2	1	2	3	
	2	1	0	1	2	1	2	
D=	3	2	1	0	3	2	1	
	4	1	2	3	0	1	2	
	5	2	1	2	1	0	1	
	6	3	2	1	2	1	0	[9]

		6
	1	1
	2	0
R=	3	0
	4	0
	5	0
	6	0

Порядок размещения элементов схемы в монтажном пространстве представлен в следующей таблице, где X – координата центра ячейки по x; Y – координата центра ячейки по y; N – номер элемента:

X	1	2	3	1	2	3
Y	1	1	1	2	2	2
N	5	2	1	4	3	6

Преобразованные схемы соединений и графа изображены на рисунках 3.а и 3.б.



а

б

Рисунок 3 – Преобразованная схема соединений (а) и преобразованный граф (б)

Результаты вычислений: суммарная длина проводников $L = 9$ у. е.

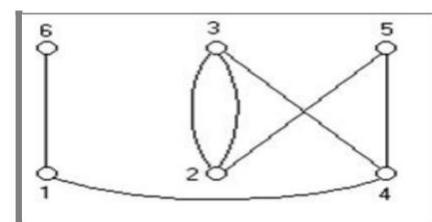
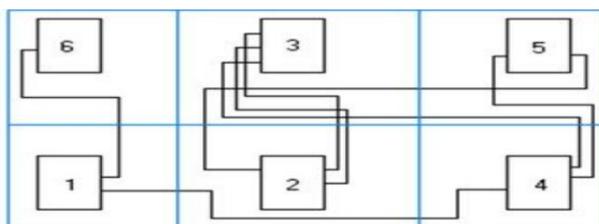
Рассмотрим работу алгоритма обратного размещения. Составим матрицы D и R .

		1	2	3	4	5	6	Σd_i
	1	0	1	2	1	2	3	9
	2	1	0	1	2	1	2	7
D=	3	2	1	0	3	2	1	9
	4	1	2	3	0	1	2	9
	5	2	1	2	1	0	1	7
	6	3	2	1	2	1	0	9

		1	2	3	4	5	6	Σr_i
	1	0	0	0	1	0	1	2
	2	0	0	2	0	1	0	3
R=	3	0	2	0	1	0	0	3
	4	1	0	1	0	1	0	3
	5	0	1	0	1	0	0	2
	6	1	0	0	0	0	0	1

Упорядочим Sr_i по возрастанию: 1(6) 2(5) 2(1) 3(4) 3(2) 3(3). Упорядочим Sd_i по убыванию: 9(1) 9(3) 9(4) 9(6) 7(5) 7(2).

Преобразованные схемы графа и соединений изображены на рисунках 4.а и 4.б.



а

б

Рисунок 4 – Преобразованная схема связей (а) и преобразованный граф (б)

Порядок размещения элементов схемы в монтажном пространстве представлен в следующей таблице:

X	1	2	3	1	2	3
Y	1	1	1	2	2	2
N	6	3	5	1	2	4

В результате работы алгоритма суммарная длина проводников равна: $L = 10$ у. е.

Вывод: наиболее эффективным оказался алгоритм последовательного размещения.

Заключение. В работе предложена методика оценки эффективности применения того или иного алгоритма размещения элементов электрической схемы на основе сравнительного анализа качества работы алгоритмов по критерию минимума суммарной длины соединений. Результаты проведения сравнительного анализа позволяют найти алгоритмы, использование которых обеспечивает минимизацию суммарной длины связей между компонентами (конструктивными модулями) проектируемой печатной платы и, тем самым, приводит к повышению надежности, компактности и долговечности конструкции платы и экономии материальных и финансовых ресурсов. Причем, следует отметить, что эффективность алгоритмов будет отличаться при размещении разного количества конструктивных модулей. Основная практическая ценность работы заключается в разработке и применении нового подхода для решения задач процесса размещения функциональных устройств различного уровня структурной иерархии на ранних этапах проектирования, которые характеризуются недостаточностью априорной информации. Применение предложенной методики оптимального размещения позволит на 20-50 % повысить удельную функциональную емкость в новых разработках ЭС различного назначения. Практические результаты работы могут быть положены в основу создаваемого государственного стандарта "Стандартные электронные модули первого и второго уровней РЭС".

Список использованных источников:

1. Морозов, К.К. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов / К.К. Морозов, В.Г. Одинокоев, В.М. Курейчик. – М.: Радио и связь, 1983. – 280 с.
2. Зыков, А.Г. Алгоритмы конструкторского проектирования ЭВМ / А.Г. Зыков, В.И. Поляков. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 136 с.
3. Иванова, Н.Ю. Технология проектирования печатных плат в САПР P-CAD-2006 / Н.Ю. Иванова, А.С. Петров, В.И. Поляков, Е.Б. Романова. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 - 168 с.
4. Омельченко, А. В. Теория графов / А.В. Омельченко. – М.: МЦНМО, 2018. – 416 с.
5. Емеличев, В. А. Лекции по теории графов. / В. А. Емеличев, О. И. Мельников, В. И. Сарванов, Р. И. Тышкевич. – М.: УРСС, 2009. -392 с.
6. Зыков, А.А. Основы теории графов / А.А. Зыков. – М.: Вузовская книга, 2004. - 664 с.

UDC 621.396

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ALGORITHMS FOR PLACING ELECTRONIC COMPONENTS AT THE EARLY STAGES OF DESIGN

Maloletkin A.B. ¹, Skudnyakov Yu.A. ²

¹ Belarusian State Academy of Communications, Minsk, Republic of Belarus

² Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Skudnyakov Yu.A. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper analyzes the effectiveness of algorithms for placing electronic components of electronic means on a printed circuit board. A comparative analysis of the efficiency of sequential and reverse placement of an equal number of components of the same electrical circuit in accordance with the criterion of the minimum total length of connections on the mounting plane (printed circuit board) is carried out. The best result is shown by a sequential algorithm to meet the specified criterion.

Keywords: analysis of the effectiveness of placement algorithms, sequential and reverse placement algorithms, the criterion of the minimum total length of connections between the elements of the electrical circuit.

УДК 621.3.07, 551.583

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЖИДКИХ СРЕД

Мартинкевич М.С., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В статье приведены результаты проектирования системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред для отопления, горячего водоснабжения и иные жидких сред. Возможен контроль температуры, давления и уровня жидкости, удаленный контроль через интерфейс RS-232. Выполнено схмотехническое проектирование, разработаны алгоритм и программное обеспечение, а также спроектирована конструкция печатного узла, с применением САПР.

Ключевые слова. автоматизированная система, микроконтроллер, контроль температуры, контроль уровня, схмотехническое проектирование, разработка алгоритма и программного обеспечения, конструкторское проектирование.

Введение. В связи с быстрыми темпами развития и расширения теплоэнергетического оборудования, перед специалистами возникают большие перспективы и возможности по разработке и внедрению данного оборудования.

В энергетике широко используются жидкие теплоносители, у которых есть множество параметров, которые необходимо контролировать и иметь возможность регулирования. К основным параметрам можно отнести температуру, давление и уровень теплоносителя. Для возможности контроля данных параметров и управления ими в автоматическом и/или ручном режиме и разрабатывается данная система.

Актуальность разработки заключается в том, что существует необходимость контроля параметров и потребности их регулирования у различных жидких сред, особенно в областях промышленности, медицины и экологии. Разрабатываемая система может контролировать температуру, давление и уровень жидкостей. Использование подобных возможностей позволяет наблюдать за поведением различных жидких сред и регулировать их состояние. Это существенно повышает надежность, долговечность и точность работы систем, в которых используется разрабатываемая система.

Разработка структуры системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред. Система контроля состояния и управления параметрами жидких сред представляет комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих полный контроль за температурным режимом, уровнем и давлением жидкостей в различных ёмкостях или трубах. Разработан микроконтроллерный блок управления системой, который обеспечивает:

1 Автоматическую работу изделия с поддержанием требуемых параметров в заданных пределах.

2 Контроль температуры жидкости.

3 Контроль уровня жидкости.

4 Контроль давления жидкости.

5 Визуальную индикацию на дисплее текущего состояния системы, отображение сообщений, возможность удаленного контроля с ПК.

Технические характеристики разработанной автоматизированной системы управления покрасочной камерой приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики автоматизированной системы управления

Параметр	Значение
Контролируемый диапазон температур жидкостей	-30...+150 °С±5°С
Контролируемый диапазон давления жидкостей	0...600 Па ± 5 Па
Аналоговые входы	4...20 мА, (1х0-10В)
Индикация	LED дисплей
Интерфейс	RS-232
Питание	внешнее 12В ±15%,

Микроконтроллерный блок сохраняет свои параметры в пределах норм, установленных техническим заданием, стандартами или техническими условиями, после и в процессе воздействия климатических факторов, значения которых установлены ГОСТ 15150-69. Устройство устойчиво к воздействию относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С, и до 95 % влажности воздуха при температуре 35 °С.

Разработанная система рассчитана для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемые климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других помещениях (с отсутствием воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения, ветра, песка, пыли, наружного воздуха, отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги), а конкретнее - в лабораториях, капитальных жилых и других подобного типа помещениях. Следовательно, проектируемая система относится к категории исполнения 4.2. Микроконтроллерный блок управления должен соответствовать климатическому исполнению УХЛ 4.2.

Требования к конструкции микроконтроллерного блока управления системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред вытекают из его функционального назначения и условий его эксплуатации. Конструкция блока должна обеспечивать ремонтпригодность, удобство в эксплуатации, иметь, по возможности, малые габариты и вес, и высокую надежность в работе. Эстетические требования должны соответствовать ГОСТ 23852 – 79. Конструкция прибора должна отвечать требованиям к технологичности по ГОСТ18831 – 73 и ГОСТ 14205 – 83.

Для получения информации о температуре жидкости, используются температурные датчики [1,3]. Для жидких сред используют преимущественно термометры сопротивления. Принцип действия этих датчиков основан на изменении сопротивления проводника в зависимости от температуры. Второй тип датчиков – термопары, эти датчики, состоящие из двух проводников различных материалов, соединённых в точке измерения. Измеряемая разница в температуре между двумя концами проводников создает разность электрического потенциала, которая преобразуется в значение температуры в точке измерения.

Для получения информации об уровне жидкости в резервуаре используются датчики уровня [2,3]. Основными датчиками являются: погружные датчики, ультразвуковые, буйковые. Погружные датчики устанавливаются внутри емкости с жидкостью и позволяют измерять уровень жидкости непосредственно. Ультразвуковые работают на основе принципа отражения ультразвуковых волн от поверхности жидкости. Буйковые основаны на принципе закона Архимеда.

Для ручного управления и взаимодействия с устройством управления используются приборные кнопки. Для мобильных устройств используются миниатюрные, тактовые или переключатели. Принцип работы практически одинаков, основными характеристиками являются габариты.

Все входные сигналы подаются и обрабатываются в блоке управления. Данный узел можно реализовать не только на основе микроконтроллера, но и микропроцессора или программируемых логических схем. Чаще всего используют микроконтроллеры архитектуры гарвардской или arm архитектуры [4]. Например: *Atmega, STM, MicroChip*.

Для управления исполнительными устройствами используются транзисторы или силовые реле. Силовые транзисторы используются в системах автоматизации и управления промышленными процессами, таких как робототехника, станки с ЧПУ и автоматизированные производственные линии. Они имеют большую скорость и частоту срабатывания.

Реле используются в промышленных системах для управления и контроля процессов, механизмов и машин. Управляются малым напряжением с возможностью управлять большей нагрузкой.

Для оповещения пользователя о статусе выполнения программы, шаге, ошибках и предупреждениях используется звуковая и световая индикация, а также дисплеи. В качестве световой индикации используются светодиоды и галогеновые лампы с определенными фильтрами. В качестве звуковой индикации используется динамик или высокочастотный зуммер. Для более точного описания информации используется дисплей. Он может выводить информацию в виде текста, иконок, изображений или другой графики. Дисплеи могут быть монохромными или цветными, различных размеров, подключаться могут напрямую или через драйверы.

Для реализации всех перечисленных функций разработана схема электрическая структурная системы в виде, приведённом на рисунке 1.

Для питания системы необходим внешний блок питания. Зачастую схема питания расположена на той же плате, что и вся основная часть блока питания системы. В промышленной электронике используют схемы блоков питания трансформаторные, импульсные; а также с гальванической или без гальванической развязки.

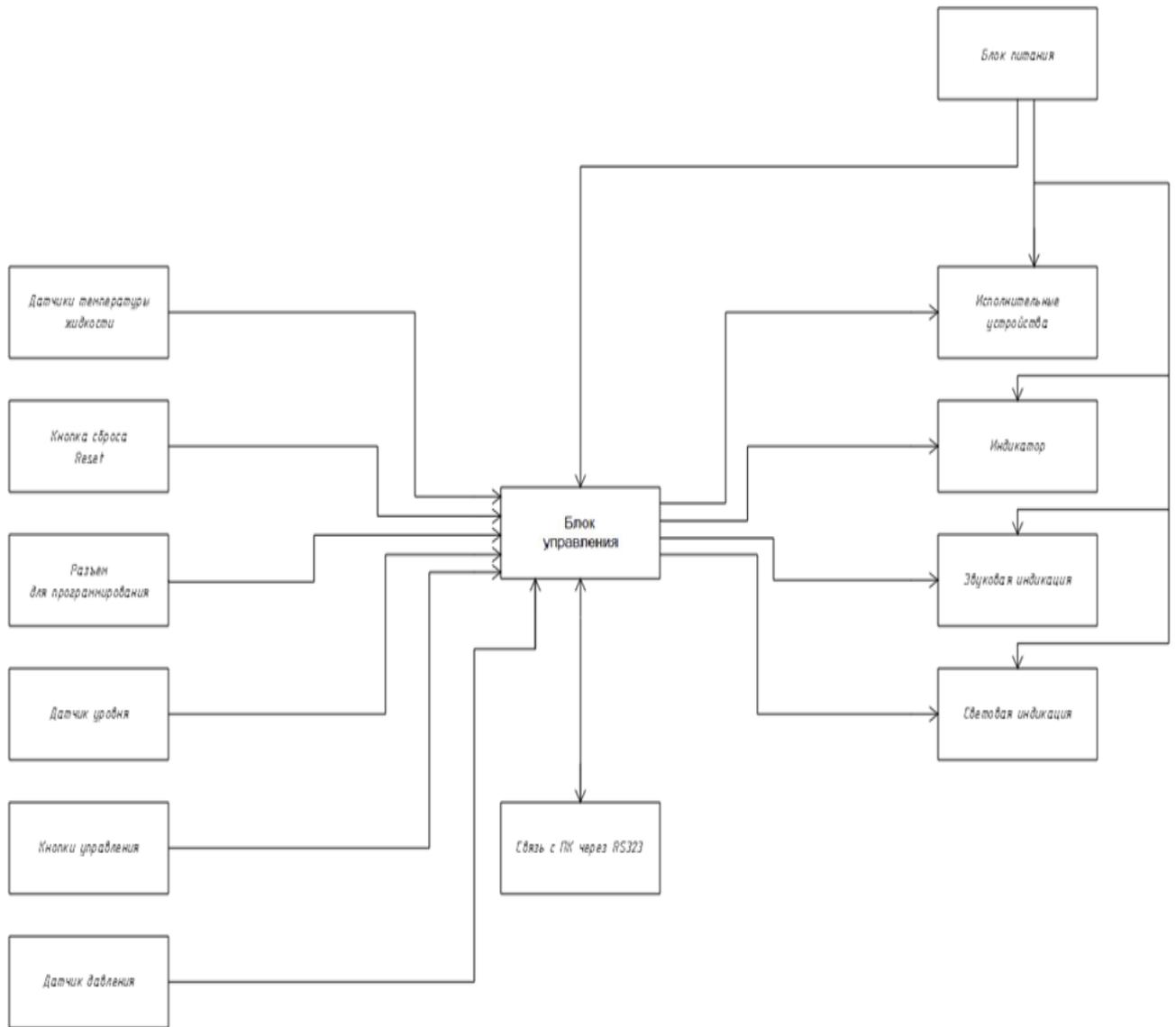


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная системы контроля состояния и управления параметрами жидких сред

Схемотехническое и конструкторское проектирование, а также программное обеспечение системы. Для создания блока управления в проекте необходимо выбрать микроконтроллер со встроенным многоканальным АЦП. Многоканальность означает, что на входе единственного модуля АЦП установлен аналоговый мультиплексор, который может подключать этот вход к различным выводам микроконтроллера для осуществления измерений нескольких независимых аналоговых величин с разнесением по времени. Входы мультиплексора могут работать по отдельности (в несимметричном режиме для измерения напряжения относительно "земли") или (в некоторых моделях) объединяться в пары для измерения дифференциальных сигналов. Иногда АЦП дополнительно снабжается усилителем напряжения с фиксированными значениями коэффициента усиления 10 и 200. Разрешающая способность АЦП в микроконтроллерах AVR – 10 двоичных разрядов, чего для большинства типовых применений достаточно. Для задач, решаемых блоком управления в данном проекте, рассматривались возможности двух моделей AVR-микроконтроллеров: *ATmega328P* и *ATmega324PA*.

ATmega328P используется для встраиваемых, недорогих приложений реального времени. Микроконтроллер имеет высокое соотношение производительность/потребление, максимальную тактовую частоту 20 МГц, весь необходимый набор аппаратных модулей. Имеется выбор программных средств разработки для данных микроконтроллеров и примеров применения.

ATmega324PA – это 8-разрядный AVR-микроконтроллер с внутрисистемно-программируемой *Flash* памятью размером 32 КБайт.

Так как основными характеристиками, которыми должен обладать микроконтроллер для применения в разрабатываемом блоке управления являются следующие:

- 32Кб *Flash* память программ;

- 2 Кб SRAM памяти;
- 1 Кб EEPROM;
- питание 1,8...5,5 В;
- 6 x 10-бит АЦП;
- I2C – 1 шина;
- UART – 1 шины;
- SPI – 1 шина;
- таймер 8 бит – 2;
- таймер 16 бит – 1;
- таймер ШИМ – 6 каналов,

то окончательный выбор остановлен конкретно на первом из двух указанных AVR-микроконтроллеров: ATmega328P [5].

Заключение. Отличительная особенность и преимущество предлагаемой разработки заключается в том, что она представляет собой специализированное компактное программируемое устройство, которое выполняет полный контроль и управление параметрами жидких сред в автоматическом и/или ручном режиме. Для решения подобных задач в настоящее время для управления данным процессом необходимо применять несколько различных приборов или более дорогостоящие решения на базе программируемых логических контроллеров.

Новая система может осуществлять управление клапанами, приводами, насосами для выбранного режима работы и сохранения параметров в заданных пределах. Дисплей блока управления обеспечивает наглядную индикацию текущего состояния системы, отображение сообщений. Предусмотрена возможность удаленного контроля через интерфейс RS-232.

Конструкция блока управления была реализована в виде небольшого блока на основе выбранной современной элементной базы, и проведённого электрического расчёта всех функциональных узлов. Поэтапно были разработаны алгоритм работы блока управления и программное обеспечение [6] для микроконтроллеров.

Топология печатной платы и печатного узла на её основе были спроектированы с использованием системы автоматизированного проектирования Altium Designer.

Список использованных источников:

1. Датчики температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kip.su/info/articles/temperatura/datchiki-temperatury-tipy-i-vidy-datchikov-temperatury/>. Дата доступа: 02.12.2023.
2. Датчики уровня жидкости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.owenkomplekt.ru/datchiki-urovnia-vodi.html>. Дата доступа: 02.12.2023.
3. Свинцов Е.Л. Современные Датчики. Справочник.: справ. пособие / Е.Л. Свинцов, Заболотной Ю.А. Москва.: Техносфера, 2005. – 468с
4. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Мегга: руководство пользователя / А. В. Евстифеев // - Москва: ДМК Пресс, ДОДЭКА, 2015. - 587 с.
5. ATmega 328/328P [Электронный ресурс]: Datasheet/Atmel.– режим доступа: 1425004.pdf
6. Языки программирования микроконтроллеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcscpu.ru/index.php/soft/42-Imcu/67-programmlang>. Дата доступа: 02.12.2023.

UDC 621.3.07, 551.583

SYSTEM OF CONDITION MONITORING AND CONTROL OF LIQUID MEDIA PARAMETERS

Martinkevich M.S.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Shpak I.I. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The paper presents the results obtained in the process of creating a system for monitoring the state and controlling the parameters of liquid media. The developed system controls three independent control loops. Each control loop can be configured for different types of regulation: heating, hot water supply and other liquid media. Temperature, pressure and liquid level are monitored. The possibility of remote control via RS-232 interface is provided. The author of the article carried out circuit design of the system, developed the algorithm and software for its functioning, as well as the design of the printed assembly, with the use of CAD.

Keywords. automated system, microcontroller, temperature control, level control, circuit design, algorithm and software development, design engineering.

УДК 004.42+004.85

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ

Нарвойш П. Ю., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Парамонов А.И. – канд. техн. наук, доцент, зав. каф. ИСиТ

Аннотация. В работе исследуется проблема анализа функционального состояния головного мозга и выявляются перспективные направления разработок в этой области с использованием результатов электроэнцефалографии. Предлагается проектное решение программного средства для мониторинга и анализа электроэнцефалографии с использованием алгоритмов машинного обучения. Описаны исходные данные для обработки и варианты их использования. Представлены результаты экспериментов по преобразованию исходных данных в изображения. Рассмотрены варианты подходов к обучению моделей машинного обучения и пути дальнейшей модернизации.

Ключевые слова. электроэнцефалография, ЭЭГ, спектрограмма, машинное обучение, ML.NET, нейронная сеть, сверточная нейронная сеть, трансферное обучение, головной мозг.

Введение. Электроэнцефалография (ЭЭГ) – неинвазивный метод исследования функционального состояния головного мозга путём регистрации его биоэлектрической активности. Регистрация ЭЭГ производится при помощи электроэнцефалографа через специальные электроды [1]. Для записи ЭЭГ может использоваться бумажная лента или сигнал может преобразовываться с помощью АЦП и записываться в файл. Врачи используют электроэнцефалографию у пациентов в критическом состоянии, чтобы обнаружить судороги и другие виды мозговой активности, которые могут вызвать повреждения головного мозга.

В большинстве случаев мониторинг ЭЭГ основан на ручном анализе, что занимает много времени, а также на точность результатов анализа может влиять человеческий фактор. Возможность автоматического анализа ЭЭГ позволила бы существенно ускорить процесс и повысить точность классификации ЭЭГ. Автоматический анализ ЭЭГ с применениями алгоритмов машинного обучения может помочь врачам быстрее и точнее выявлять судороги и другие виды опасной мозговой активности. Окончательную ответственность за постановку диагноза на основе проведенного анализа несет врач, однако автоматический анализ и интерпретация данных в виде рекомендательных систем может существенно помочь и повысить уровень диагностики заболеваний.

Основная часть. В процессе создания программного средства для автоматического анализа ЭЭГ с применениями алгоритмов машинного обучения необходимо подготовить набор данных для обучения. В большинстве случаев исходные данные для обучения размечены, т.е. содержат пары «входящие данные – метка», собранные из различных источников. Далее данные необходимо подготовить и, опционально, обработать. И только затем выполняется обучение модели. Данный этап происходит итерационно – пробуются различные модели, перебираются гиперпараметры, сравниваются значения выбранной метрики и выбирается лучшая комбинация. Благодаря обучению на тренировочном наборе данных модель впоследствии сможет анализировать незнакомые ей данные и предсказывать результат с определенной точностью. Также программное средство предусматривает графическую визуализацию полученных данных и вывод результатов анализа.

Для проведения компьютерного эксперимента и программной реализации алгоритмов используется язык программирования C#, платформа .NET и её библиотека по работе с алгоритмами машинного обучения ML.NET. Библиотека ML.NET от компании Microsoft позволяет обучать модели, разработанные на платформе .NET, а также позволяет использовать уже предварительно обученные модели из других платформ, что уменьшает количество ограничений, накладываемых выбором только одной платформы.

В качестве исходных данных для программного средства были выбраны заранее размеченные группой экспертов ЭЭГ данные, содержащие в себе шесть паттернов опасной мозговой активности: судороги (SZ), генерализованные периодические разряды (GPD), латерализованные периодические разряды (LPD), латерализованная ритмическая дельта-активность (LRDA), генерализованная ритмическая дельта-активность (GRDA) или «другое» [2].

Исходные данные для программного средства могут быть представлены в виде электроэнцефалограммы, которая является электрическим сигналом, полученным с электродов за определенный промежуток времени. Для лучшего визуального восприятия ЭЭГ человеком, а также для обучения модели классификации мозговой активности, электроэнцефалограмму можно преобразовать в спектрограмму – график со временем по оси абсцисс, частотой по оси ординат и мощностью в виде цвета [3]. Пример спектрограммы и электроэнцефалограммы представлен на рисунке 1.

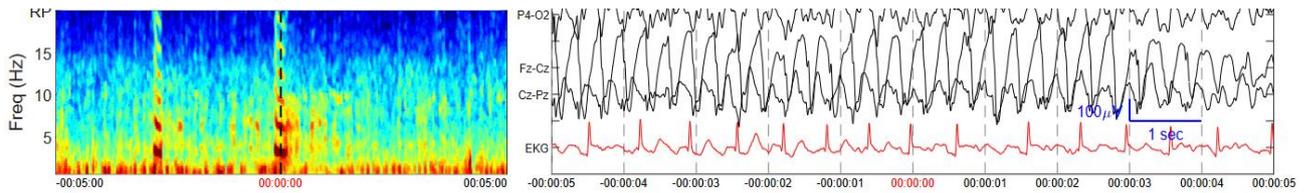


Рисунок 1 – Спектрограмма ЭЭГ (слева) и электроэнцефалограмма (справа) [2]

Спектральный анализ ЭЭГ – метод математической обработки, направленный на количественную характеристику частотных диапазонов. Любая волна на электроэнцефалограмме имеет два количественных параметра: период ее от пика до пика, выраженные во времени (величина, обратная периоду – частота волны, Гц) и амплитуда волны. Спектр ЭЭГ может быть отображен через амплитуду, и тогда это – амплитудный спектр. Другим вариантом, более наглядным, является спектр мощности, где за мощность принято считать квадрат амплитуды волны, привязанный к временному отрезку, в котором выполнено измерение, – эпохе анализа [4].

Спектральный состав позволяет количественно оценить соотношение активности различных диапазонов частот. Одной из причин широкого применения спектрального метода анализа является то, что спектральные характеристики ЭЭГ поддаются математической и статистической обработке и потенциально могут дать эффективные методы анализа ЭЭГ, которые невозможно получить при традиционных методиках. Математическая основа спектрального анализа – преобразование Фурье [4].

В качестве задачи для машинного обучения была выбрана задача классификации изображений, которая прогнозирует распределение изображений по нескольким классам (категориям). Входные данные – это набор помеченных примеров. Результатом работы алгоритма классификации изображений является классификатор, который можно использовать для прогнозирования класса новых изображений. В нашем случае входными данными будут являться спектрограммы ЭЭГ, помеченные одним из шести паттернов мозговой активности. В соответствии с расположением электродов выделяют четыре области получения сигналов, что позволяет создавать четыре спектрограммы на каждую запись ЭЭГ.

Данные спектрограммы для удобства хранения, а также для удобства обучения модели могут быть объединены в одно изображение, состоящее из четырех частей. Таким образом каждая запись сигнала ЭЭГ может быть представлена в виде изображения. Для преобразования исходных сигналов ЭЭГ в спектрограммы была использована библиотека с открытым исходным кодом Spectrogram [5].

Одно из полученных изображений представлено на рисунке 2.

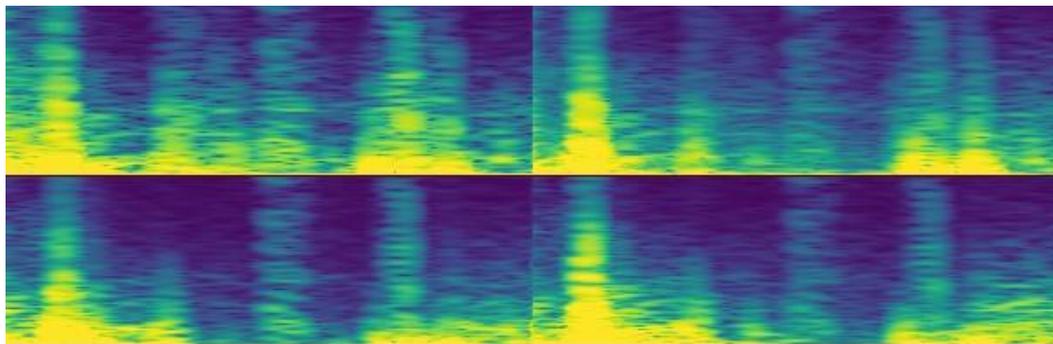


Рисунок 2 – Полученная спектрограмма

Существует множество подходов для классификации изображений. В качестве начальной точки была выбрана сверточная нейронная сеть. Название архитектура сети получила из-за наличия операции свертки, суть которой в том, что каждый фрагмент изображения умножается на матрицу (ядро) свертки поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения. В состав сверточной нейронной сети входит несколько слоев. Слои – это строительные блоки нейронных сетей. Каждый слой состоит из набора нейронов и выполняет определенные преобразования входных данных. Весы – это параметры, которые сеть использует для принятия решений. Вначале значения весов задаются в случайном порядке, но в процессе они корректируются по мере обучения модели на основе полученных данных [6].

Модели классификации изображений имеют множество параметров. Обучение их с нуля требует большого количества размеченных обучающих данных и больших вычислительных мощностей. Трансферное обучение – это метод, позволяющий сократить большую часть этого, используя часть модели, которая уже была обучена для выполнения связанной задачи, и повторно применяя ее в новой модели. Для этого можно зафиксировать веса, полученные в результате обучения модели на большом наборе разнообразных изображений, что позволит модели сохранить все результаты обучения. Затем, опционально, удаляются последние слои модели, так как в

большинстве случаев они отвечают за решение конкретных задач. Следующим этапом в модель внедряются новые слои, которые помогут модели адаптироваться к специализированному характеру новой задачи [6].

ML.NET API классификации изображений позволяет загружать предварительно обученную модель TensorFlow и выбирать гиперпараметры для дообучения модели. В их число входит количество эпох (сколько раз алгоритм обучения будет обрабатывать весь набор обучающих данных), размер пакета (определяет количество выборок, которые необходимо обработать перед обновлением внутренних параметров модели), коэффициент скорости обучения и другие. Выбор правильных значений гиперпараметров важен для эффективности и точности модели. Однако нет оптимальных или стандартных значений гиперпараметров, при соблюдении которых модель выдает наилучший результат. Чтобы найти оптимальный набор гиперпараметров, необходимо экспериментировать.

В качестве начальной точки выбрана предварительно обученная модель архитектуры ResnetV2101, количество эпох выбрано равным 12, размер пакета равным 10 и коэффициент скорости обучения равным 0,01. На данный момент ML.NET API классификации изображений поддерживает обучение на данных, маркированных одним классом, поэтому исходными изображениями для обучения модели были выбраны спектрограммы, где эксперты полностью сошлись во мнении и отнесли сигнал ЭЭГ только к одному классу. На рисунке 3 можно увидеть итоговое количество изображений каждого класса, которые будут участвовать в обучении.

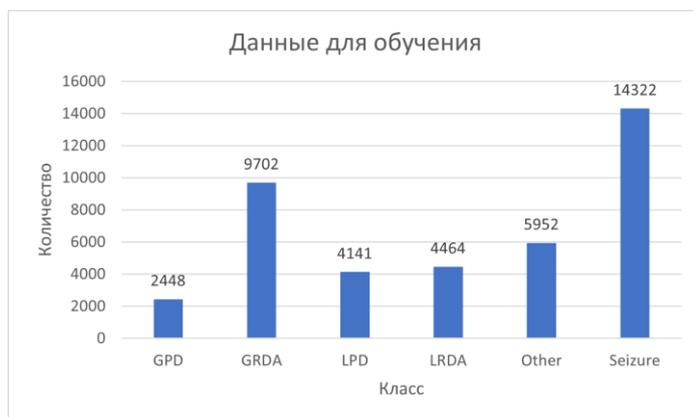


Рисунок 3 – Распределение данных по классам

Балансировку данных можно проводить несколькими способами и планируется произвести во время улучшения модели для разрабатываемого программного средства. В результате обучения модели и проверки ее на тестовых данных была получена матрица несоответствий (или же матрица ошибок), представленная на рисунке 4.

Предсказание \ Реальность	GPD	GRDA	LPD	LRDA	Other	Seizure	Полнота
GPD	403	31	72	22	19	25	572 70.45% 29.55%
GRDA	35	1394	48	288	129	77	1971 70.73% 29.27%
LPD	26	106	645	63	53	28	921 70.03% 29.97%
LRDA	10	505	74	363	97	38	1087 33.39% 66.61%
Other	35	230	141	123	754	251	1534 49.15% 50.85%
Seizure	236	271	302	276	299	2539	3923 64.72% 35.28%
Точность	745 54.09% 45.91%	2537 54.95% 45.05%	1282 50.31% 49.69%	1135 31.98% 68.02%	1351 55.81% 44.19%	2958 85.84% 14.16%	6098 / 10008 60.93% 39.07%

Рисунок 4 – Матрица несоответствий

Из матрицы несоответствий можно увидеть результаты предсказания модели на тестовых данных, метки которых известны. Значения зеленого цвета на главной диагонали показывают количество правильно определенных классов. Каждая строка является ожидаемым, то есть реальным значением, в то время как столбцы являются предсказаниями модели. Точность – соотношение количества правильно предсказанных классификатором объектов класса ко всем объектам, которые классификатор отнес к данному классу. Полнота же позволяет понять, какую долю объектов класса из всех объектов класса классификатор предсказал верно. Также значение в нижнем правом углу позволяет определить общую точность полученной модели.

Улучшить производительность модели можно несколькими способами. Самым простым способом является увеличение количества данных для обучения. Также можно дополнять уже имеющиеся данные путем применения к ним различных преобразований, таких как поворот, сдвиг, обрезка. Эксперименты с гиперпараметрами модели также могут потенциально повысить ее производительность.

Заключение. Благодаря дополнительному обучению на тренировочном наборе модель впоследствии сможет анализировать незнакомые ей данные и определять паттерны мозговой активности с заданной точностью. Для прикладного использования анализа результатов ЭЭГ необходимо создать удобный пользовательский интерфейс, который позволит оперативно загружать новые данные для анализа, получать их графическое представление в виде электроэнцефалограмм и спектрограмм, а также классифицировать новые данные на основе предварительно обученной модели. Таким образом, программное средство позволит просматривать сырые данные ЭЭГ, визуализировать их, а также давать рекомендации на основе обученной модели для классификации паттернов опасной мозговой активности.

В перспективе программное средство будет улучшено, путем повышения качества обработки данных на всех этапах. На этапе получения спектрограмм планируется эксперимент с параметрами, которые используются для получения изображения (разрешение изображения, яркость, количество данных, используемых для быстрого преобразования Фурье). Также планируется подобрать решение для балансировки классов в наборе данных, используемых для обучения модели. Улучшение самой модели предполагает подбор гиперпараметров, что возможно только опытным путем и требует дополнительного времени на эксперименты.

Список использованных источников:

1. Егорова, И. С. Электроэнцефалография / И. С. Егорова. – М.: Медицина, 1973. – 296 с.
2. HMS - Harmful Brain Activity Classification . Kaggle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kaggle.com/competitions/hms-harmful-brain-activity-classification>.
3. Marcus C. Ng, Jin Jing, M. Brandon Westover (2022) A Primer on EEG Spectrograms. *Journal of Clinical Neurophysiology* 39(3) : p 177-183. DOI: 10.1097/WNP.0000000000000736.
4. Спектральный анализ ЭЭГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cmi.to/спектральный-анализ/>.
5. Spectrogram [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/swharden/Spectrogram>.
6. Что такое трансферное обучение? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/transfer-learning/>.

UDC 004.42+004.85

SOFTWARE TOOL FOR MONITORING AND ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY RESULTS

Narvoish P. Yu.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Paramonov A.I. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The work examines the problem of analyzing the functional state of the brain and identifies promising directions for research in this area using the results of electroencephalography. A design solution is proposed for a software tool for monitoring and analyzing electroencephalography using machine learning algorithms. The source data for processing and options for their use are described. The results of experiments on converting source data into images are presented. Options for approaches to training machine learning models and ways for further modernization are considered.

Keywords. Electroencephalography, EEG, spectrogram, machine learning, ML.NET, neural network, convolutional neural network, transfer learning, brain.

УДК 004.9+81

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО КОНТЕКСТА В ТЕКСТАХ

Павлюченко К.А., магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Парамонов А.И. – канд. техн. наук, доцент, зав. каф. ИСиТ

Аннотация. В работе исследуется проблема выявления эмоционального контекста фрагментов текста или текстовых документов на естественном языке. Рассмотрены факторы, влияющие на анализ эмоционального контекста, делается обзор алгоритмов измерения тональности текста. Предлагается новый комплексный подход для выявления эмоционального контекста, основанный на объединении различных методов. Обсуждаются потенциальные перспективы применения предложенного метода и его влияние на развитие анализа текстов с учетом эмоциональной окраски.

Ключевые слова. Анализ текста, тональность текста, эмотивность, контекст.

Введение. Исследования, направленные на выявление эмоций человека через анализ устных и письменных высказываний, являются сегодня очень актуальными, хотя и сложными, многогранными. Лингвисты стараются систематизировать языковые единицы, которые выражают или обозначают эмоции, однако различные авторы придают этому понятию разные значения. Это связано с «расплывчатости самого концепта, принадлежащего ряду смежных с лингвистикой наук» [1].

Сложности в исследовании и описании текстового выражения эмоциональных состояний возникают из-за неоднозначности понятия эмоции. Многие учёные считают, что эмоциональное состояние является отклонением от нейтрального, условного нуля, хотя некоторые из них не признают этот нуль абсолютным, предпочитая говорить о относительно нейтральном эмоциональном состоянии. В настоящее время в психологии эмоций нет единой теории эмоциональных явлений, что приводит к различным интерпретациям термина «эмоция».

Сегодня исследователи, которые занимаются анализом текста и, в частности, выявлением эмоционального контекста, относятся к одному из двух направлений – лингвисты или математики. При этом у обеих сторон прослеживается ряд проблем. Математические методы показывают стабильный и быстрый результат на больших выборках данных, но, в силу своей неповоротливости, зная алгоритм его легко можно сломать. Рассмотрим пример, попробовав обработать фразу: «да нет, мне ужасно понравилось». Алгоритм обратится к заранее подготовленному тональному словарю и увидит два слова с флагом «положительно» и два с «отрицательно», после чего можно сделать логичный (по алгоритму), что результат – эмоция нейтральная. Но это далеко не всегда так.

При лингвистическом подходе к оценке эмоциональной тональности материалов необходимо хорошо разбираться в языковых нормах, уметь выражать эмоции, чувства и действия, а также определять их. Во-вторых, для выявления эмоциональной окраски текста требуется быть внимательным и наблюдательным, отмечать детали описываемых событий и их характеристики. В-третьих, эмоциональный анализ включает как проект в целом, так и его отдельные части: конкретные объекты, действия, результаты, общую картину или позицию автора. Важно объективно воспринимать описываемые явления, правильно их интерпретировать и объяснять. Проще говоря, трудность заключается в том, что лингвистический анализ текста сможет провести только специально обученный человек. На работу он потратит большое количество времени. А если еще и учитывать человеческий фактор, самочувствие человека, какие-то личные взгляды на вещи и так далее – о верном и конструктивном результате можно забыть.

Основная часть. Если брать текущее состояние решения вопроса, то математики в основном располагают методами автоматического определения эмоциональной составляющей (тональности) в тексте и описывают опыт осуществляемой в данный момент практической реализации системы для текстов на естественном языке, в основе которой лежат словари лексической тональности и набор комбинаторных правил объединения отдельных слов и словосочетаний [2].

Известны три основных метода определения тональности текста:

– анализ текста методами векторного анализа (часто с применением n-граммных моделей), сравнение с ранее размеченным эталонным корпусом по выбранной мере близости и отнесение (классификация) текста к негативу или позитиву на основании полученного результата сравнения;

– поиск эмотивной лексики (лексической тональности) в тексте по заранее составленным тональным словарям (спискам паттернов) с применением лингвистического анализа. По совокупности найденной эмотивной лексики текст может быть оценен по шкале, отражающей количество негативной и позитивной лексики. Этот метод может использовать как списки паттернов, подставляемые в регулярные выражения, так и правила соединения тональной лексики внутри предложения.

– смешанный метод (комбинация первого и второго подходов).

Наиболее эффективным и распространённым методом анализа текста является векторный анализ, который включает такие подходы, как «наивный байесовский классификатор», «случайный лес», «рекуррентная нейронная сеть» и другие. В векторном анализе основным показателем успешности считается оценка тональности с точностью около 70-80%, что обычно достигается при анализе естественного языка. Среди перечисленных методов наиболее результативным является «наивный байесовский классификатор». Этот классификатор базируется на алгоритме байесовского классификатора, где для каждого классифицируемого объекта вычисляются функции правдоподобия для всех классов. На основе этих значений определяются апостериорные вероятности классов, и объект относится к тому классу, для которого апостериорная вероятность максимальна. Для работы модели вводится допущение о независимых признаках [3].

По результатам анализа можно определить эмоциональную окраску текста: положительную, нейтральную или отрицательную. Положительная эмоциональная окраска указывает на то, что текст вызывает положительные эмоции, такие как радость, восторг или удовлетворение. Например, описание приятного события или хорошей новости будет иметь положительную эмоциональную окраску. Отрицательная эмоциональная окраска означает, что текст вызывает отрицательные эмоции, такие как грусть, разочарование или злость. Тексты, рассказывающие о трагических событиях или плохих новостях, обычно обладают отрицательной эмоциональной окраской. Нейтральная эмоциональная окраска означает, что текст не вызывает ярко выраженных эмоций и является информативным или объективным, не влияя на эмоциональное состояние читателя. Примерами нейтральной окраски могут быть тексты, содержащие описание фактов или научных данных. [4].

Лингвисты же, в свою очередь, не останавливаются на одном определении «положительный» либо «отрицательный» окрас. С лингвистической точки зрения эмоциональный анализ – это последовательный и насыщенный алгоритм, позволяющий уловить не только общие «краски», логику изложения мыслей, но и ракурс исследования, принадлежность к определенному жанру, выделить специфические черты и манеры изречения и прочее. В данном случае объектом внимания эксперта становятся именно слова и выражения, подчеркивающие состояние героев, авторскую позицию, общий сюжет и характер произведения в целом [6]. Ключевые моменты эмоционального анализа текста представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Ключевые моменты эмоционального анализа текста

<i>Тональность текста</i>	<i>Строение текста</i>	<i>Авторская позиция</i>
Общий характер проекта	Специфические конструкции	Обоснованность и убедительность утверждений, выводов
Впечатления от прочтения	Использование определенных или неординарных слов, фраз	Отношение автора к теме
Эмоции и средства выражения		

Реализация оценки эмоциональной тональности материалов предполагает следование определенной схеме. Диагностика и определение ключевых моментов начинаются с простой вычитки проекта или произведения. Схема проведения эмоционального анализа текста представлена на рисунке 1.

На первом этапе происходит изучение предоставленных материалов для получения общего представления о содержании текста. Эксперт должен понять тему текста, определить его общий характер, отметить стиль речи, границы исследования и другие важные аспекты.

Второй этап эмоционального анализа включает проведение общей стилистической экспертизы. Здесь важно выделить и обосновать стиль изложения, а также отметить наличие или отсутствие средств выражения, подчеркивающих эмоциональную окраску текста. В каждом жанре существуют свои эмоциональные приёмы и средства выражения. Необходимо выделить их в анализируемом материале и показать их принадлежность к конкретной стилистической группе, соответствие языка повествования стилистическим нормам и требованиям или их противоречие.

Третий шаг – лексический анализ. Этот этап крайне важен для оценки тональности текста. Он предполагает детальное рассмотрение каждого слова и фразы, их предназначения, роли в тексте, уместности в логическом и стилистическом контексте. Лексический анализ позволяет выделить эмоционально окрашенные категории и оценить корректность, необходимость и возможности их использования в общем контексте материала.

Четвёртый шаг – синтаксический анализ текста. Эмоции в текстах выражаются не только через отдельные слова и конструкции, но и через особенности построения речи. Синтаксический анализ позволяет определить точное значение и характер выражений, эмоций, а также их место в общем контексте, их предназначение и суть.

Пятый шаг – определение морфологических особенностей интонаций и общей тональности текста. Выделяя части речи и их сочетания, можно определить характер выражений (удивление, восклицание, вопрос, повествование, констатация, убеждение и т.д.). Морфологический анализ также помогает определить читабельность и восприимчивость материала.

Шестой шаг – обобщение результатов анализа и подведение итогов относительно эмоциональной составляющей произведения, а также соответствия тональности стилистическим и лингвистическим параметрам.

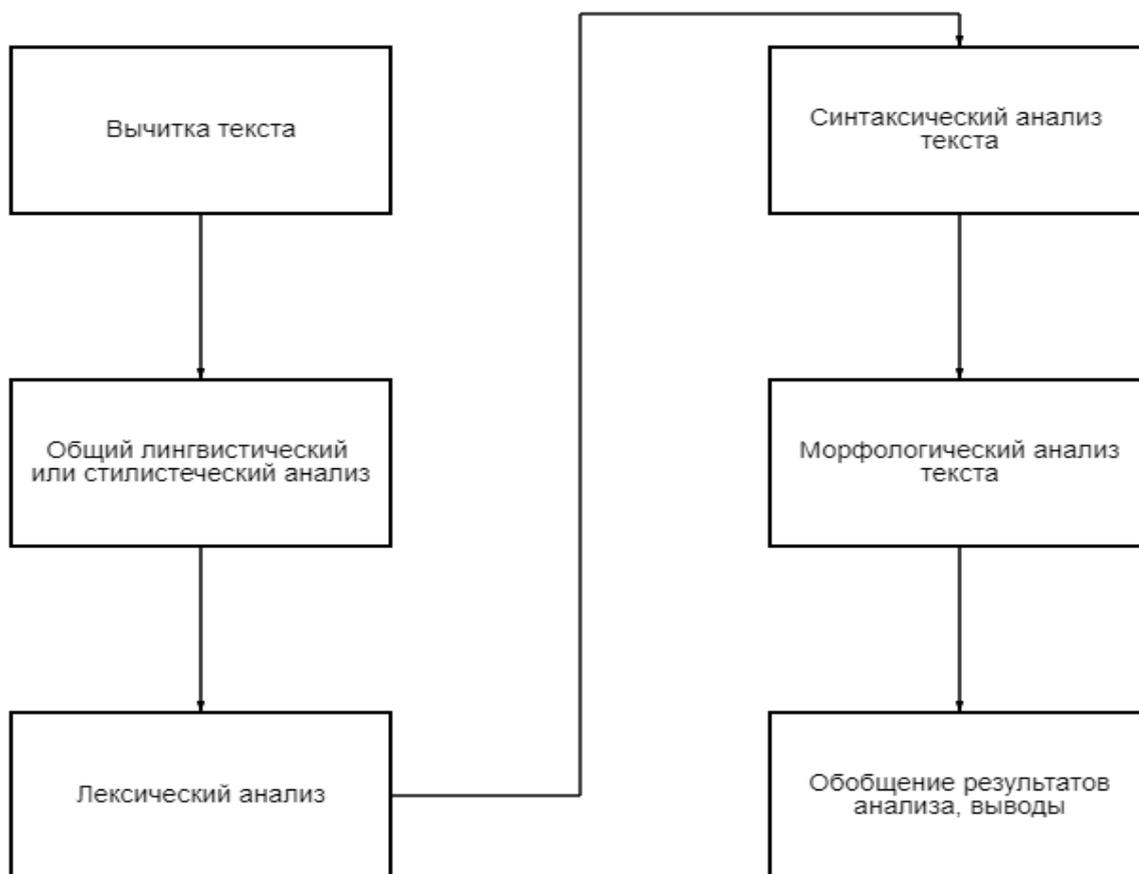


Рисунок 1 – Схема проведения эмоционального анализа текста

Посредством комплексного анализа письменного художественного текста, содержащего описание эмоционального состояния субъекта, можно показать фрагмент языковой картины мира, воплощенный в художественном тексте.

Для этого используются методы лингвистического описания и комплексного анализа текста, сравнительный метод, метод моделирования, анализ и систематизация фактического материала.

Так же лингвисты рассматривают анализ текста со стороны социальной коммуникации. Социальная коммуникация есть движение знаний, эмоциональных переживаний, волевых воздействий в социальном времени и пространстве.

Чтобы получить вещественный результат, необходимо обработать и транслировать лингвистический подход на математическую область. Концепт переноса лингвистических методов может включать в себя автоматизацию эмоционального анализа, что значительно уменьшит время обработки. Благодаря автоматизации и цифровизации эмоционального анализа есть возможность интерпретировать значения результатов в численный вид.

Получив численные данные, перед нами открывается обширный пласт возможностей по использованию математических методов анализа. К примеру, результат вычислений можно представить в виде координатной оси, где отклонение от логического нуля (нейтрального состояния) будет означать отклонение в сторону радости/грусти, злости/сочувствия и так далее.

По числовым данным открывается возможность рассчитать дисперсию, корреляцию и так далее. Высокая дисперсия может указывать на разнообразие эмоциональных реакций в текстах или

коммуникациях. Например, если дисперсия оценок эмоциональной окраски высока, это может означать, что в данных присутствует широкий спектр эмоций, от радости до грусти.

Анализ корреляции между различными эмоциональными состояниями или между эмоциональным состоянием и другими переменными может помочь выявить связи между ними. Например, можно анализировать корреляцию между эмоциональным состоянием и содержанием текста, чтобы выяснить, какие эмоции чаще возникают при обсуждении определенных тем или событий. Например, можно исследовать, какие эмоции наиболее часто проявляются в отзывах о фильмах или политических дебатах, и выявить особенности восприятия различных тем обсуждений.

Заключение. Исследование, рассматривающее факторы, влияющие на анализ эмоционального контекста текста, представляет значительный вклад в развитие области анализа текстов с учетом их эмоциональной окраски. Новый подход, основанный на объединении различных методов, предоставляет перспективу для улучшения точности и эффективности анализа.

Важно отметить, что область применения данного исследования широка и разнообразна. Оно может быть полезным для различных сфер, таких как мониторинг общественного мнения в социальных сетях, анализ тональности отзывов о товарах и услугах, оценка эмоциональной составляющей текстов в новостных изданиях и медиа, а также для поддержки принятия решений в маркетинге и рекламе. Исследование в этой области может способствовать созданию более точных и автоматизированных инструментов для анализа текстов, что позволит компаниям и организациям получать более надежные и информативные данные о восприятии их продуктов или услуг.

Кроме того, развитие методов анализа эмоционального контекста может способствовать улучшению понимания социальных и культурных тенденций, а также помочь в выявлении настроений и трендов в обществе. Таким образом, исследование в этой области имеет потенциал для создания новых инструментов и подходов, которые могут быть применены в различных сферах деятельности, что в свою очередь способствует развитию и улучшению анализа текстов с учетом их эмоциональной окраски.

Список использованных источников:

1. Моделирование как метод комплексного анализа эмотивного текста [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15872>. – Дата доступа : 22.03.20024
2. Метод определения эмоций в текстах на русском языке [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://masters.donntu.ru/2020/fknt/pilipenko/library/t_a_ricle3.htm. – Дата доступа : 21.03.20024
3. Сентимент-анализ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/simbirsoft/articles/539508/>. – Дата доступа : 12.03.20024
4. Как нейронные сети помогают анализировать эмоциональную окраску текста [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/analiz-emocionalnoj-okraski-generiruemogo-teksta-na-osnove-nejronnyh-setej/>. – Дата доступа : 22.03.20024
5. Порядок и правила проведения эмоционального анализа текста [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://disshelp.ru/blog/poryadok-i-pravila-provedeniya-emotsionalnogo-analiza-teksta/>. – Дата доступа : 24.03.20024
6. Введение в теорию социальной коммуникации [Электронный документ] – Режим доступа: http://library.lgaki.info:404/2017/Соколов%20А_Введение%20в%20теорию.pdf. – Дата доступа : 22.03.20024

UDC 004.9+81

METHODS AND MODELS OF TEXT ANALYSIS TO IDENTIFY EMOTIONAL CONTEXT

Paulichenka K.A.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Paramonov A.I. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. In this scientific work, the problem of identifying the emotional context of fragments of text or text documents in natural language is investigated. The factors influencing the analysis of the emotional context are considered, and the algorithms for measuring the tonality of the text are reviewed. A new comprehensive approach is proposed to identify the emotional context based on combining various methods. The potential prospects for the application of the proposed method and its impact on the development of text analysis, taking into account emotional coloring, are discussed.

Keywords. Text analysis, text tonality, emotivity, context.

УДК 004.42

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА СОТРУДНИКА ПРОФСОЮЗНОГО КОМИТЕТА

Сыцевич М.Н., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Власова Г. А. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. Разработанное веб-приложение позволяет автоматизировать основные операции, связанные с деятельностью профсоюзного комитета: вести учет и обработку информации о сотрудниках организации, оформлять заявления, создавать и редактировать протоколы заседаний, хранить и получать доступ к документам, формировать отчеты. Программа свободна от недостатков существующих аналогов, имеет интуитивно понятный интерфейс и учитывает особенности законодательства Республики Беларусь.

Ключевые слова: Автоматизация, профсоюзный комитет, пользователь, сотрудники, защита данных.

Введение. В современном мире все больше предприятий стремятся автоматизировать свои рабочие процессы, чтобы повысить производительность и эффективность труда сотрудников.

Профсоюзный комитет является важной частью организации, он защищает права и интересы работников. Тем не менее, многие операции, необходимые профсоюзным комитетам, выполняются вручную и на бумажных носителях, что может значительно замедлить и усложнить процесс работы [1].

Внедрение системы автоматизации значительно сократит время, необходимое для выполнения повседневных задач, повысит производительность сотрудников профсоюзного комитета и улучшит работу организации в целом.

Основная часть. Проанализировав существующие аналоги (UnionWare, модуль для 1С «Профсоюзная деятельность» и Цифровой профсоюз) было выявлено, что они дороги, требуют обучения пользователей и не учитывают особенности законодательства Республики Беларусь. Эти факторы значительно ограничивают область применения подобных продуктов.

Разработанное веб-приложение автоматизации рабочего места сотрудника профсоюзного комитета позволяет:

- хранить данные о сотрудниках с возможностью добавления, редактирования и удаления информации о сотрудниках, а также хранить необходимые данные для деятельности профсоюзного комитета;
- оформлять заявления с возможностью оформления новых заявлений сотрудниками с обозначением типа заявления, вносить изменения в уже существующие заявления;
- управлять протоколами заседаний: создавать и редактировать протоколы заседаний профсоюзного комитета, вести учет данных, содержащихся в протоколах;
- осуществлять поиск сотрудников и формировать отчеты с возможностью поиска необходимого сотрудника по различным параметрам, формированием отчетов по различным параметрам с возможностью экспорта данных в форматы PDF, Excel, Word;
- формировать отчеты о пенсионерах и несовершеннолетних детях с предоставлением отчета о пенсионерах, состоящих в профсоюзном комитете, для возможности их вознаграждения; с формированием отчета о несовершеннолетних детях сотрудников, не достигших 14 лет;
- формировать пользовательские запросы с возможностью пользователя формировать собственные запросы при наличии соответствующих прав доступа.

Для реализации представленного функционала использованы современные технологии, такие как язык программирования: Java, библиотека Thymeleaf, фреймворк Java SpringBoot, среда разработки IntelliJ IDEA и СУБД MySQL.

Входными данными для работы веб-приложения выступают сведения о сотрудниках, предусмотренные типовым положением [2], такие как: Ф.И.О сотрудников; номер телефона; общественные организации, в которых состоят сотрудники; основания для предоставления материальной помощи; Ф.И.О детей сотрудников; должности сотрудников; заявления сотрудников; типы заявлений; основания для предоставления материальных выплат.

Выходными данными приложения являются протоколы заседаний и различные формы отчетов (о составе пенсионеров; о детях сотрудников, не достигших 14 лет и другие отчеты, составляемые администратором системы по средствам запроса пользователей). Приложение имеет возможность экспортировать данные в Excel, Word.

Система имеет две роли пользователей: Администратор и Секретарь. Диаграммы вариантов использования приложения пользователями представлены на рисунках 1 и 2.

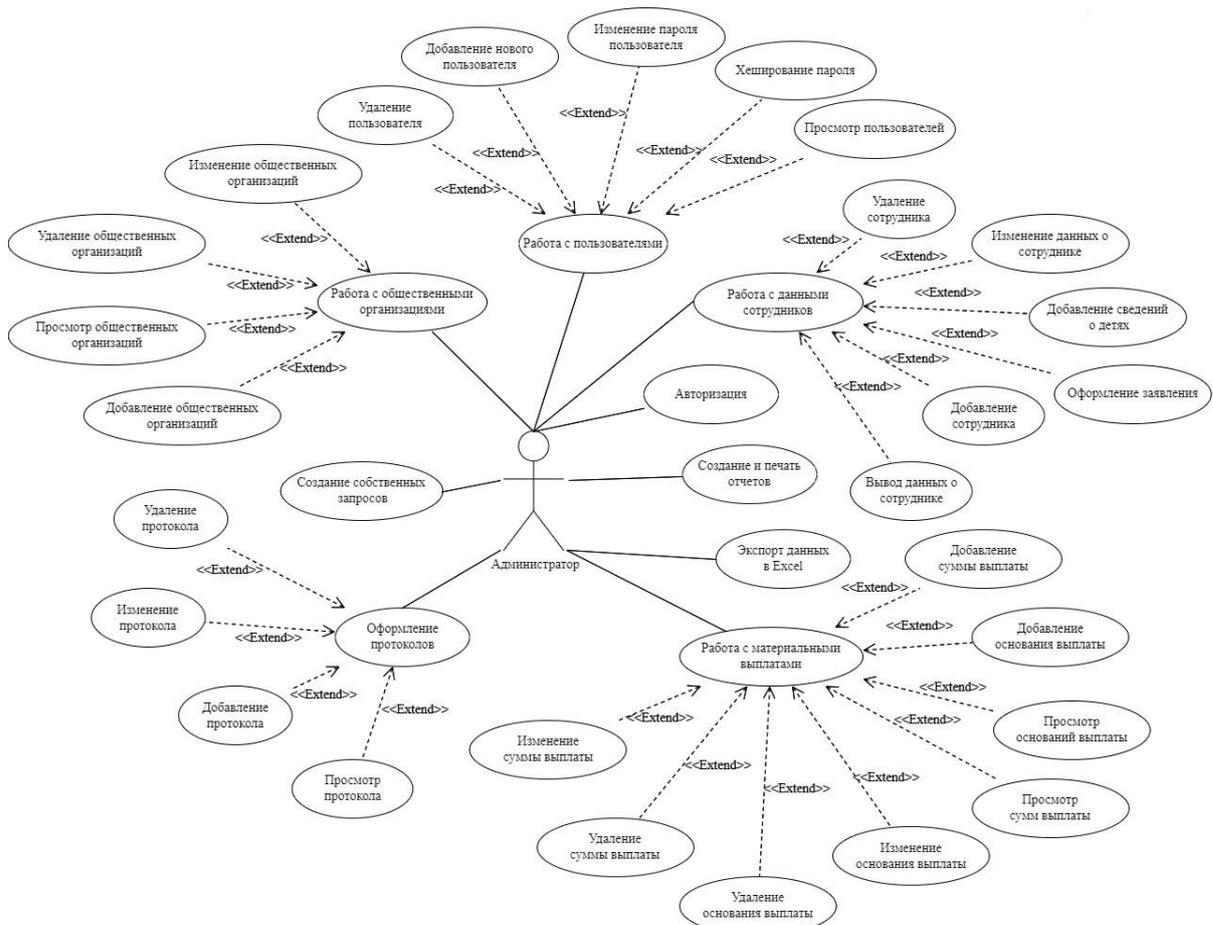


Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования приложения пользователем с ролью «Администратор»

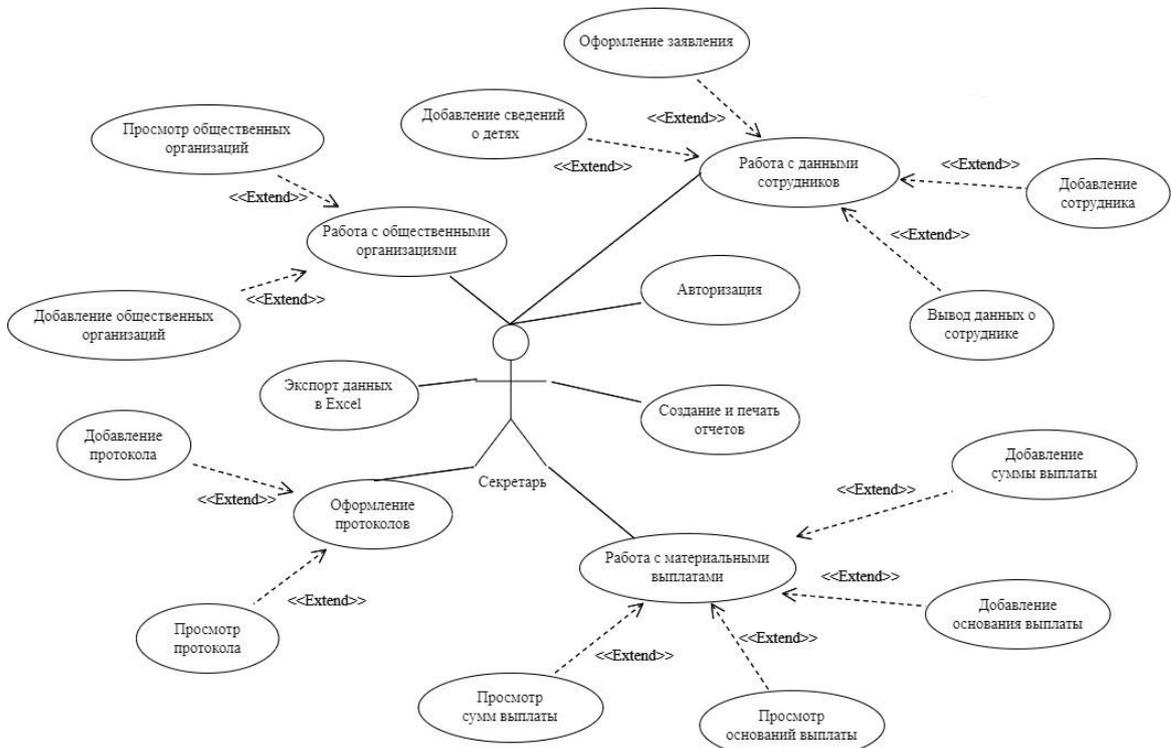


Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования приложения пользователем с ролью «Секретарь»

Веб-приложение можно разделить на несколько частей, в зависимости от разных сочетаний его основных составляющих: Backend (бэкенд или серверная часть приложения) и Frontend (фронтенд или клиентская часть приложения).

Backend работает на удаленном компьютере, который может находиться где угодно. Он написан на языке программирования Java. Если создавать приложение используя только серверную часть, то в результате любых переходов между разделами, отправок форм, обновления данных, сервером будет генерироваться новый HTML-файл и страница в браузере будет перезагружаться.

Frontend выполняется в браузере пользователя. Приложение может состоять только из клиентской части, если не требуется хранить данные пользователя дольше одной сессии. Это могут быть, например, фоторедакторы или простые игры. В данном случае такой вариант не подошел.

Веб-приложение построено на архитектуре «Клиент – Сервер». Используя стандартный протокол HTTPS, клиент получает данные от сервера путем запросов. Для запросов обычно используют методы GET, если необходимо получить данные, и POST, если требуется изменить данные.

Для хранения данных на стороне сервера создана база данных (БД), физическая модель которой представлена на рисунке 3.

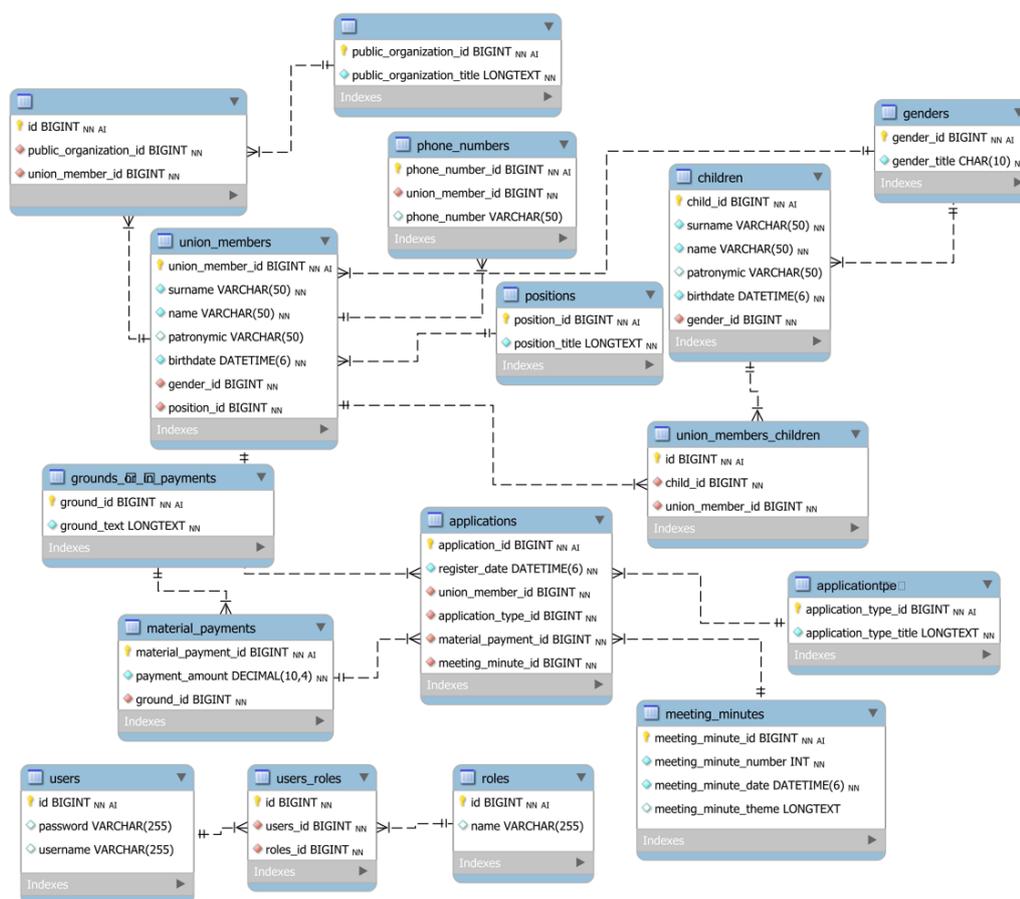


Рисунок 3 – Физическая модель базы данных

Основными сущностями БД являются:

члены профсоюза – основная сущность БД, включающая основную информацию о работниках, состоящих в профсоюзе;

заявления – отражает заявления, подаваемые членами профсоюза;

тип заявлений – показывает различные типы заявлений;

протоколы заседаний – хранит в себе информацию о составленных протоколах;

материальная помощь (МП) – отображает материальную помощь, выданную члену профсоюза на каком-либо основании;

основания МП – отображает основания для выдачи материальной помощи;

дети – сущность, определяющая детей членов профсоюза;

общественные организации – общественные организации, в которых состоят члены профсоюза;

телефоны – отображает номера телефонов сотрудников;

должности – отображает занимаемую должность на рабочем месте члена профсоюза;

гендер – сущность, хранящая пол членов профсоюза и детей членов профсоюза.

В БД предусмотрена возможность хранения информации о пользователях, для разграничения уровней доступа к данным.

Основными сущностями будут являться: пользователи – хранит данные о пользователе, его логин, пароль и принадлежность к уровню доступа; типы пользователя – хранит типы пользователей для разграничения уровней доступа к информации.

В веб-приложении реализована возможность экспорта данных в Excel.

Алгоритм экспорта данных в Excel можно представить следующим образом:

1. начало (получение запроса на экспорт данных в Excel);
2. подготовка данных (извлечение данных, которые должны быть экспортированы из таблицы веб-браузера клиента; преобразование данных в нужный формат для экспорта в Excel);
3. создание файла Excel (использование библиотеки для работы с Excel для создания нового файла; создание листа в файле и установка заголовков столбцов);
4. заполнение данных в файле Excel (циклический проход по списку данных, с записью их в ячейки соответствующих столбцов; применение форматирования ячеек);
5. сохранение файла (сохранение файла, используя заданный пользователем путь и имя файла; отправка файла пользователю для скачивания);
6. обработка возможных ошибок (обработка возможных ошибок, таких как невозможность создания файла, открытие несуществующего файла и т.д.; оповещение пользователя о возникновении ошибки и предоставление дополнительной информации для исправления проблемы);
7. конец (завершение обработки запроса).

Веб-приложение разработано с учетом требований Закона Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» [3] и Приказа Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 20 февраля 2020 г. № 66 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 9 декабря 2019 г. № 449» [4].

Веб-приложение определяется 4-им классом типовых информационных систем, для достижения безопасности данных которого разработана система защиты информации, включающая в себя: верификацию и подтверждение доступа; использование хеширования паролей с добавлением «соли»; управление доступом и привилегиями для разных ролей пользователей; обезличивание персональных данных; ведение журналов событий.

Заключение. Таким образом, автоматизация рутинных задач и учет информации о сотрудниках позволяют сотрудникам комитета сосредоточиться на более важных и стратегических задачах. Веб-приложение легко масштабируется и может быть интегрировано с другими программными продуктами и системами [5], что обуславливает актуальность разработки данного веб-приложения.

Список использованных источников:

1. Типовое положение о первичной профсоюзной организации (профсоюзном комитете) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minsk.1prof.by/kcfinder/upload/files/Типовое_положение_о_первичной_профсоюзной_организации.pdf. – Дата доступа: 03.12.2023.
2. Сыцевич, М. Н. Веб-приложение «Организация работы первичной профсоюзной организации» / М. Н. Сыцевич // Успешен тот, кто творит: XVI открытая международная науч.-практ. конф. учащихся и преподавателей учреждений среднего специального и высшего образования: сб. науч. тр. В 2 ч. / отв. ред. С. В. Маркина, И. В. Корнилович. – Б.: Филiaal БрГТУ Политехнический колледж, 2023. – С. 79–80.
3. Закон Республики Беларусь от 7 мая 2021 г. № 99-З «О защите персональных данных» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://etalonline.by/document/?regnum=h12100099>. – Дата доступа: 03.12.2023.
4. Приказ Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь от 20 февраля 2020 г. № 66 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 9 декабря 2019 г. № 449» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oac.gov.by/public/content/files/files/law/prikaz-oac/2020%20-%2066.pdf>. – Дата доступа: 03.12.2023.
5. Рационализаторское предложение: Введение базы данных электронного профучета и связанного с ним документооборота на базе первичной профсоюзной организации работников УО «Брестский государственный колледж связи», М. Н. Сыцевич [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mpt.gov.by/ru/racionalizatorskie-predlozheniya-uo-brestskiy-gosudarstvennyy-kolledzh-svyazi>. – Дата доступа: 03.12.2023.

UDC 004.42

WEB APPLICATION FOR WORKPLACE AUTOMATION OF A TRADE UNION COMMITTEE EMPLOYEE

Sytsevich M. N.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Vlasova H.A. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. The developed web-application allows to automate the main operations connected with the trade union committee activity: to keep records and process information about the organization's employees, to draw up statements, to create and to edit meeting minutes, to store and get access to documents, to generate reports. The program is free from the disadvantages of existing analogues, has an intuitive interface and takes into account the peculiarities of the legislation of the Republic of Belarus.

Keywords. Automation, trade union committee, user, employees, data protection.

УДК 004.42+64.011.56

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО «SERVICE STATION» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Табанец М.С., студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь

Кунцевич О.Ю. – канд. пед. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы автоматизации работы станции технического обслуживания, представлен пример окна пользовательского интерфейса приложения, обоснован выбор средств разработки, перечислены достоинства и недостатки применения разработки. Разработанное программное средство предназначено для оптимизации работы станции технического обслуживания, ведения учета различной статистической информации. Реализована возможность хранения информации в единой базе данных, ее последующее использование множеством конечных пользователей. Разработка проводилась на языке программирования C# с использованием системы для построения клиентских приложений Windows Presentation Foundation (WPF). В качестве среды разработки использовалась Microsoft Visual Studio.

Ключевые слова. Программное обеспечение, разработка приложений, автоматизация.

Введение. В настоящее время автомобильный рынок является наиболее востребованным и постоянно расширяется. Соответственно расширяется и рынок сопутствующих товаров и услуг, а значит растет и конкуренция. Между фирмами идет борьба за клиентов.

Целью данного проекта является разработка программного средства Service Station для автоматизации работы станции технического обслуживания.

Задачи, способствующие достижению цели: провести анализ существующих аналогичных программных средств; разработать комфортный, интуитивно понятный рабочий интерфейс, ориентированный пользователей с различным техническим уровнем подготовки; создать многоуровневую систему доступа к данным; осуществить управление базой данных для станции технического обслуживания; разработать алгоритмы работы программного средства и выполнить их программную реализацию; произвести тестирование ПС; реализовать внутривнутрипрограммный справочник для простоты освоения ПС даже необученных пользователей.

В качестве объекта исследований выступает станция технического обслуживания.

Автоматизация работы станции технического обслуживания с использованием программных средств позволяет управлять заказами, планировать работу персонала, вести учет и хранение клиентской информации и др. и в целом повышать экономические показатели организации и успешности предприятия в целом.

Основная часть. Перед началом разработки был проведен анализ предметной области и рассмотрены конкурирующие системы автоматизации (таблица 1). Целью рассмотрения аналогов было устранение выявленных недостатков в собственной разработке.

Таблица 1 – Аналоги разрабатываемого программного средства [1-3]

Менеджер СТО	ТурбоСервис	Control365
ограниченные возможности в демоверсии; нагроможденный дизайн интерфейса.	отсутствие бесплатной версии; устаревший дизайн интерфейса.	платная версия, имеется демоверсия на 7 дней; необходимо постоянное подключение к сети.

Далее были определены возможности разрабатываемого ПС и его основные функции:

- сопоставление списков (сотрудников, активных клиентов, поступивших запчастей от клиентов, транспортных средств клиентов и др.);
- добавление, редактирование и удаление данных из таблиц;
- изучение журнала действий; выполнение запросов из программного средства в базу данных;
- отслеживание и редактирование рейтинга персонала; экспорт данных в Microsoft Excel; редактирование пароля от аккаунта, изображения от аккаунта;
- изучение информации из внутривнутрипрограммной справки и возможность поиска необходимых данных в таблицах.

В качестве среды разработки программного средства выбрана среда разработки Microsoft Visual Studio, языка разработки – C#, системы управления базами данных – Microsoft SQL Server и интегрированная среда Server Management Studio [4-6].

Одним из важнейших предпроектных этапов разработки программного обеспечения является этап системного анализа и моделирования соответствующей предметной области. Для этого была построена контекстная диаграмма IDEF0 (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Контекстная диаграмма A-0 в нотации IDEF0

При запуске программного средства необходимо авторизоваться в системе при помощи логина и пароля. При успешной авторизации пользователь переходит в главное меню, которое позволяет переходить на остальные модули программного средства.

В программном средстве имеются основные и вспомогательные (вторичные) формы.

К основным формам относятся: клиенты, запчасти, транспортные средства, сотрудники, заказы, услуги, пользователи. К вспомогательным формам относятся: форма авторизации, главное меню, форма изменения пароля и изображения, справка, завершённые заказы, журнал действий, форма выполнения SQL запросов.

В основных формах (рисунок 2) пользователь может осуществлять сопоставление данных из таблиц, добавление данных в таблицы, редактирование данных из таблиц, удаление данных из таблиц, поиск данных в таблицах, а также экспорт данных в Microsoft Excel.

Название	Описание	Состояние	Цена	ID Владельца
Транзистор	Транзистор VM-30	Новое	30.50	1
Двигатель	Двигатель V12	Б/У	100.00	2
Тормоза	Тормоза MK-ULTRA	Новое	75.35	3
Глушитель	Глушитель VD-40	Новое	15.00	4
Полвеска	Полвеска KZ-32	Новое	20.65	5
Фильтр	Фильтр FRESH-NOVA	Новое	5.85	6
Кондиционер	Кондиционер FRESH-AIR-480	Б/У	30.25	7
Двигатель	Двигатель V16	Новое	300.00	8
Аккумулятор	Аккумулятор SUPER-ENERGY	Новое	75.45	9
Гидросистемитель	Гидросистемитель MG-85	Новое	25.00	10

Дополнительно в нижней части формы присутствуют кнопки: Добавить, Изменить, Удалить, Обновить, Подробнее, и значок Microsoft Excel.

Рисунок 2 – Форма «Запчасти»

Для возможности выполнения действий с данными пользователь должен иметь соответствующие роли в программном средстве, выданные администратором системы.

На вспомогательных формах пользователь может выполнять действия, которые позволяют ему взаимодействовать с восторстепенными данными системы.

Для этого пользователь должен иметь доступ к основным формам, которые связаны с второстепенной формой.

При детальном рассмотрении данной формы можно увидеть следующее: кнопки регулирования состояния формы (свернуть, развернуть, закрыть), список запчастей, кнопка «Добавить» (для добавления новой запчасти), кнопка «Изменить» (для изменения параметров у существующей запчасти), кнопка «Удалить» (позволяет удалить запчасть), кнопка «Обновить» (позволяет обновить состояние формы), кнопка «Подробнее» (для расширенного поиска данных), кнопка со значком Microsoft Excel (для экспорта данных из таблицы в MS Excel).

Каждая из основных форм ПС имеет схожий дизайн интерфейса и отличается лишь колонками в списке и окнами добавления и изменения, что в свою очередь позволяет достаточно быстро пользователю адаптироваться к интерфейсу программного средства.

Для описания механизмов работы модулей программы были разработаны, в частности, алгоритм обработки данных, алгоритм работы программного средства, диаграмма деятельности, база данных и др.

В результате проверки работоспособности ПС были протестированы функции манипуляции с данными, навигация по пунктам главного меню и иные действия. В частности, были протестированы следующие функции: добавление клиента, добавление запчасти, добавление транспортного средства, экспорт данных в Microsoft Excel, удаление клиента.

После тестирования собранные и найденные ошибки в работе программного средства были успешно устранены.

Заключение. Разработанное программное средство позволит каждому из пользователей системы иметь доступ к тем или иным данным и действиям системы. Администраторы системы могут выдавать необходимые роли пользователям через разработанный графический интерфейс с обозначениями прав доступа.

Основные уникальные возможности программного средства, отличающие его от аналогов, заключаются в гибкой настройке прав доступа, доступности и простоте использования, современном дизайне, высокой скорости работы и отсутствии обязательных платежей.

Программное средство находится в работоспособном состоянии и готово к эксплуатации. Имеется возможность дальнейшей модернизации программного средства в зависимости от нужд и потребностей организации.

Список использованных источников:

1. Система учета заказов и клиентов автосервиса Менеджер СТО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://manager100.com.ua/ru/index.html>.
2. TurboService: программа для автоматизации и учета в автосервисе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://turboservice.ru>.
3. Control365: онлайн программа для автомойки шиномонтажа и автосервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://control365.ru>.
4. Документация по Visual Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/windows/?view=vs-2022&preserve-view=true>.
5. Документация по C# [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/>.
6. Техническая документация по SQL Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/sql/sql-server/?view=sql-server-ver16>.

UDC 004.42+64.011.56

SOFTWARE «SERVICE STATION» TO AUTOMATE THE OPERATION OF A TECHNICAL STATION SERVICES

Tabanets M.S.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Kuntsevich O. Yu. – Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor

Annotation. The article discusses the issues of automating the operation of a service station, presents an example of an application user interface window, justifies the choice of development tools, and lists the advantages and disadvantages of using the development. The developed software is designed to optimize the operation of a service station and maintain records of various statistical information. The ability to store information in a single database and its subsequent use by many end users has been implemented. Development was carried out in the C# programming language using the Windows Presentation Foundation (WPF) system for building client applications. Microsoft Visual Studio was used as the development environment.

Keywords. Software, application development, production automation.

УДК 004.023

ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ

Черномордая Я.В., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Институт информационных технологий
г. Минск, Республика Беларусь*

Скюдняков Ю.А. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы разработки программно-алгоритмического обеспечения процесса создания заданий для целевой системы управления логистикой, определены основные концепции создания программного модуля, его преимущества и актуализация.

Ключевые слова. программно-алгоритмическое обеспечение, программный модуль, процесс создания заданий, целевая система управления логистикой.

Введение. Автоматизация логистических операций стала важным фактором для оптимизации деятельности компаний, специализирующихся на логистике. В настоящее время существует разнообразие программных решений, предназначенных для автоматизации различных аспектов логистических процессов, включая создание задач для целевых систем управления логистикой. Эти инновационные технологии позволяют повысить эффективность работы компаний, обеспечивая более точное и эффективное управление логистическими задачами и процессами. Исходя из вышеизложенного следует, что решение задачи разработки и практического применения программно-алгоритмических систем для автоматизации построения и функционирования логистических процессов является актуальным.

Автоматизация процесса создания заданий для автоматизированных транспортных средств в системе логистики играет ключевую роль в оптимизации использования рабочей силы компаний. Эффективное управление заданиями не только ускоряет выполнение логистических операций, но и позволяет более рационально распределять ресурсы, минимизируя временные и финансовые затраты.

Одним из наиболее распространенных и востребованных программных решений в этой области является «Система управления складом (СУС или WMS)». Этот тип программ обеспечивает не только автоматизацию создания заданий, но также предоставляет комплексный инструментарий для управления всеми аспектами складских процессов: от приемки товаров до отгрузки и мониторинга запасов. Интегрированный подход таких систем способствует не только повышению производительности, но и снижению вероятности ошибок в процессе выполнения заданий, что особенно критично в условиях динамичного логистического окружения.

«PULPO WMS» – это облачная платформа для управления складом, которая помогает компаниям электронной коммерции отправлять заказы из любой точки мира, где находятся их клиенты. Она предоставляет услуги фулфилмента для DTC-брендов, B2B и многоканальных ритейлеров по всему миру. «PULPO WMS» предлагает широкий спектр услуг фулфилмента, включая оптимальное размещение запасов, управление складом и логистические решения, такие как 2-дневная доставка и глобальная доставка [1]. «PULPO WMS» – это решение, которое оптимизирует рабочие процессы логистики и снижает операционные расходы для компаний электронной коммерции. Оно предлагает уникальный визуальный конструктор склада без кода, быстрое и простое API-подключение и мобильное приложение для управления операциями на складе.

«Manhattan WMS» – это программное обеспечение для управления складом, которое предоставляет решения для управления запасами, заказами, транспортом и дистрибуцией. Оно использует передовые технологии и алгоритмы машинного обучения для оптимизации процессов управления складом и улучшения операционной эффективности. «Manhattan WMS» является гибким и масштабируемым решением, которое может быть настроено для соответствия требованиям любой компании. Оно также предоставляет интеграцию с другими системами управления, такими как системы управления транспортом и системы управления заказами [2].

Однако, рассмотренные программные решения имеют ряд недостатков: 1) не в полной мере соответствуют требованиям заказчика; 2) не поддаются оптимизации; 3) обладают избыточной функциональностью, что усложняет интерфейс; 4) отсутствует функция валидации задач; 5) нет синхронизации с представленной картой для логистики; 6) отсутствует возможность модифицировать функционал для решения других задач.

Основная часть. Целью данной работы является разработка программно-алгоритмического обеспечения (ПАО) процесса создания заданий для целевой системы управления логистикой.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: 1) провести анализ существующих аналогов разрабатываемого ПАО; 2) разработать структуру ПАО; 3) осуществить процесс реализации ПАО.

Разработанное ПАО представляет собой инструмент для оптимизации операций логистических компаний и повышения качества предоставляемых ими услуг. Его функциональность заключается в создании задач, связанных с различными логистическими операциями, такими как перемещение грузов, погрузка, разгрузка и доставка товаров. Интегрированное в систему управления логистикой, ПАО оптимизирует и автоматизирует процесс создания заданий, улучшая оперативность и точность выполнения логистических операций.

Ручное создание заданий может быть трудоемким и затратным процессом, особенно при обработке большого объема заказов. Для автоматизации этого процесса алгоритмическая часть ПАО реализована в виде программного модуля, использование которого позволяет ускорить обработку заказов, снизить затраты на управление складом, обеспечить автоматическое формирование заданий на основе заказов, оптимизацию маршрутов доставки и эффективное управление запасами, что является важным фактором в повышении операционной эффективности предприятия.

Основными функциональными возможностями разработанного ПАО являются: 1) создание заданий и управление ими для логистики; 2) обработка запроса; 3) преобразование данных. На рисунке 1 представлена схема алгоритма создания задания для логистики.

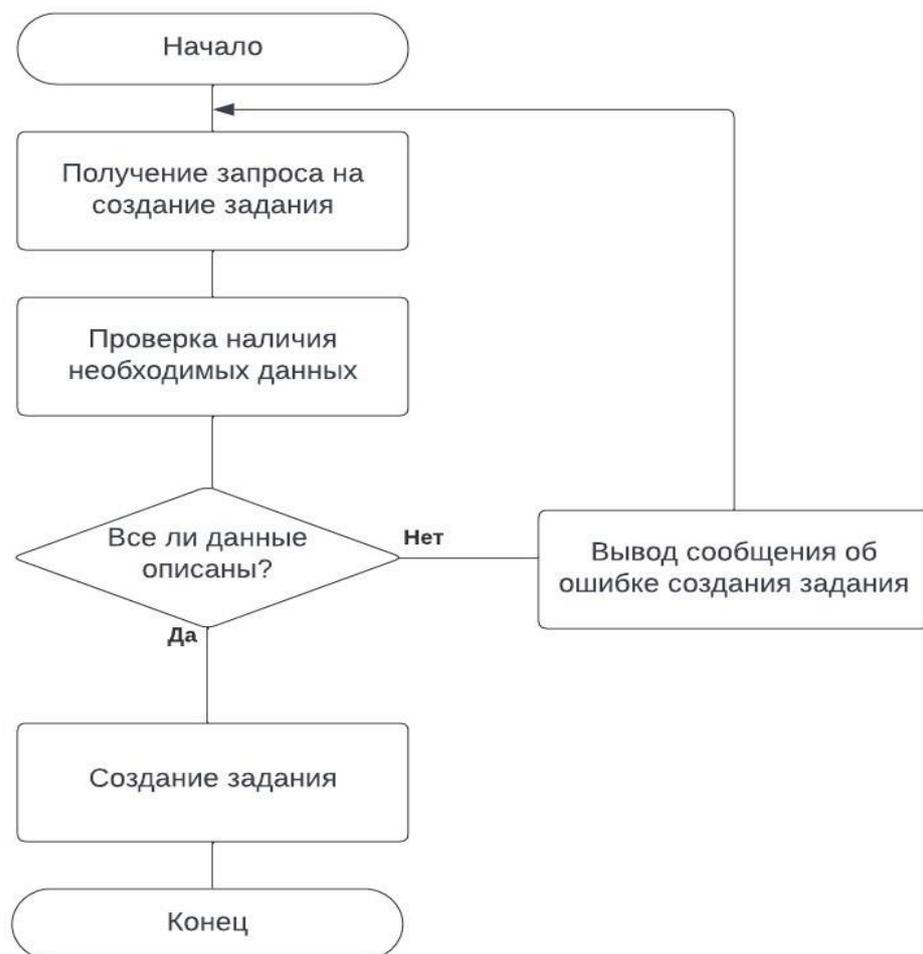


Рисунок 1 – Схема алгоритма создания задания для логистики

Клиентская часть микросервиса принимает учетные данные задания, инициирует HTTP-запрос к серверной части микросервиса управляющей системы. При получении ответа от серверной части микросервиса управляющей системы, данный микросервис отправляет сообщение об успешном создании задачи, либо отображает сообщение об ошибке создания задачи. Ошибками создания задачи могут быть как некорректные данные действий, так и отсутствие локации в логистической системе.

Управление заданием для логистики осуществляется с помощью серверной части программного модуля и стороннего инструмента Apache Kafka. Также применяется фреймворк Spring.

На рисунке 2 представлена схема алгоритма управления заданием для логистики.

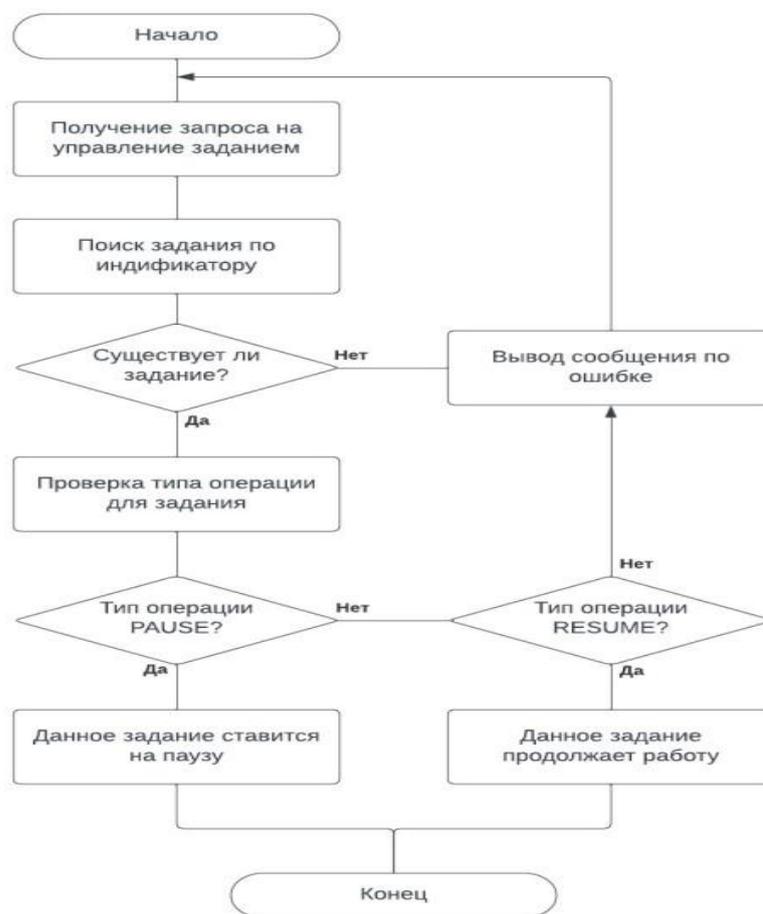


Рисунок 2 – Схема алгоритма управление заданием для логистики

В качестве стратегии проектирования программного модуля в работе используется микросервисная архитектура, где приложение декомпозируется на небольшие и автономные сервисы. Каждый микросервис специализируется на определенной функциональности и может быть развиваем, масштабируем и обслуживаем независимо от остальных частей системы. Этот подход способствует повышению гибкости в разработке, так как каждый микросервис может быть изменен и модернизирован независимо от других. Кроме того, такая архитектура облегчает обслуживание приложения, поскольку проблемы в одном сервисе редко влияют на другие.

В итоге, микросервисная архитектура предоставляет эффективное решение для создания гибких, легко обслуживаемых и масштабируемых приложений [3].

В микросервисной архитектуре каждый сервис представляет собой отдельный компонент, занимающийся конкретной бизнес-логикой. Это позволяет разработчикам легче понимать, изменять и расширять отдельные части приложения. Каждый сервис может использовать свой собственный язык программирования и технологии, что дает возможность выбирать инструменты в соответствии с конкретными потребностями. В данной работе применяются такие паттерны микросервисной архитектуры как Saga, API Gateway, Discover Service, Circuit Breaker.

Паттерн Saga является важным элементом в микросервисной архитектуре. Saga представляет собой координированный набор транзакций, который обеспечивает целостность данных в распределенной системе. Этот подход позволяет управлять последовательностью операций в микросервисах, обеспечивая согласованные изменения состояний [4].

API Gateway является еще одним ключевым компонентом микросервисной архитектуры. Это прокси-сервер, который обеспечивает единую точку входа для клиентов, объединяя запросы и делегируя их соответствующим микросервисам. API Gateway обеспечивает централизованное управление, маршрутизацию и обеспечивает безопасность API [5].

Discovery Service представляет собой механизм, позволяющий микросервисам обнаруживать друг друга в распределенной среде. Этот сервис облегчает динамическое обновление и добавление новых сервисов, поддерживая актуальную информацию о доступных микросервисах [6].

Паттерн Circuit Breaker (переключатель) является важной составляющей микросервисной архитектуры, предназначенной для обеспечения более надежного и устойчивого функционирования распределенных систем.

Circuit Breaker действует аналогично электрическому выключателю в электрической цепи. Он отслеживает количество ошибок, происходящих в распределенной системе, и в случае превышения заданного порога, переключает свое состояние, отключая вызовы к сервису или компоненту, который

испытывает проблемы. Это позволяет избежать каскадного эффекта от ошибок и уменьшает негативное воздействие на весь сервис.

Паттерн Circuit Breaker также предоставляет возможность возвращения системы в нормальное состояние после устранения проблем. Использование Circuit Breaker повышает отказоустойчивость системы, предотвращая распространение сбоев и обеспечивая лучший контроль над взаимодействием микросервисов в условиях нестабильности или высокой нагрузки.

Одним из основных инструментов, применяемых в программном модуле, является Apache Kafka. Apache Kafka представляет собой распределенную систему обмена сообщениями, предназначенную для эффективной передачи потоков данных между различными компонентами приложения. Принцип работы Kafka основан на архитектурном шаблоне "публикация-подписка" и центральной роли очереди сообщений.

В качестве интегрированной среды разработки была выбрана IntelliJ IDEA, поскольку она представляет стандарт для разработки программных модулей, а в качестве языка программирования – язык Java [7].

Заключение. Разработанное ПАО выполняет следующие функции: 1) мониторинг сообщений; 2) отслеживание выполнения сообщений; 3) принятие мер компенсации при возникновении ошибок; 4) управление очередью сообщений; 5) связь с системой «Мастер данных» по получению структур, необходимых для работы; 6) формирование сообщений заданий для целевой системы.

Программный модуль для создания задач в системе управления логистикой, представляет собой технологическое решение, способное автоматизировать процесс формирования задач для эффективного управления логистическими операциями. В современных условиях автоматизация логистических процессов становится ключевым фактором для повышения операционной эффективности компаний, занимающихся логистикой.

Этот модуль также предоставляет гибкую настройку, которая позволяет адаптировать его под уникальные потребности предприятия. Интеграция с другими системами управления, такими как системы управления складом и транспортом, обеспечивает единое и согласованное управление логистическими процессами. Автоматизация создания заданий для автоматизированных транспортных средств не только повышает эффективность работы, но также снижает вероятность ошибок, обеспечивая более надежное и точное выполнение логистических операций.

Разработанный программный модуль может успешно использоваться логистическими компаниями для управления заданиями. В результате успешного завершения работы разработанный программный модуль имеет потенциал для полезного внедрения в реальную деятельность логистических компаний.

Список использованных источников:

1. PulpowMS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pulpowms.com..>
2. Manhattan WMS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gartner.com/reviews/market/warehouse-management-systems/vendor/manhattan-associates>.
3. Ричардсон, К. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга, / К. Ричардсон. – Питер, 2019. – 544с.
4. Паттерн Saga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/427705/> – Дата доступа: 05.11.2023.
5. Паттерн Api Gateway [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/557004/> – Дата доступа: 05.11.2023.
6. Паттерн Discovery Service [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://microservices.io/patterns/server-side-discovery.html> – Дата доступа: 05.11.2023.
7. Эккель, Б. Философия Java / Б. Эккель. – Издательский дом ПИТЕР, 2019. – 1168 с.

UDC 004.023

SOFTWARE AND ALGORITHMIC SUPPORT OF THE TASK CREATION PROCESS FOR THE TARGET LOGISTICS MANAGEMENT SYSTEM

Chernomordaya Ya.V.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Skudnyakov Yu.A. – Candidate of Engineering Sciences, associate professor

Annotation. The paper considers the issues of developing software and algorithmic support for the process of creating tasks for the target logistics management system, defines the basic concepts of creating a software module, its advantages and actualization.

Keywords: software and algorithmic support, software module, task creation process, target logistics management system.

УДК 004.415.2

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ПОЛИКЛИНИК ГОРОДА

Шкадинский А.Р., студент

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий,
г. Минск, Республика Беларусь*

Бакунов А.М. – ст. преп. каф. ИСиТ

Аннотация. В докладе рассмотрены вопросы разработки программного средства, которое стремится автоматизировать и оптимизировать работу поликлиник города. Мы пытаемся обозначить широкий спектр функций и возможностей для управления деятельностью поликлиники. Также был сделан упор на обеспечение безопасности данных в медицинском учреждении. При рассмотрении вопросов исходил из клиентоориентированности в рамках поликлиники, так как это самый важный момент при обсуждении любого медицинского учреждения.

Ключевые слова. Программное обеспечение, поликлиника, медицина, автоматизация, контроль, безопасность.

Введение. Процессом внедрения технологий и оборудования, которые позволяют выполнять задачи без участия человека называется автоматизацией. Примером автоматизации может являться использование автоматизированных систем учета пациентов в поликлинике. Такого рода системы позволяют записывать пациентов на прием, распределять их по врачам, а также отслеживать результаты анализов. Это сокращает время, затрачиваемое на задачи, связанные с управлением, и повышает эффективность работы медицинского персонала в целом.

Поликлиникой называется медицинское учреждение, которое занимается оказанием медицинской помощи населению. Оптимизация позволяет за меньшие ресурсы выполнять такой же объем работ, если не больше, чем было до проведения оптимизации. Автоматизация и оптимизация поликлиники необходимы для улучшения качества предоставляемых услуг. Использование специализированного программного обеспечения позволяет автоматизировать многие рутинные процессы, такие как запись на прием, составление отчетности и т.д. Поликлиника — это своего рода организм, цель которого состоит, в основном, из лечения людей, действия, которые не относятся к лечению людей следует максимально минимизировать со стороны персонала. Кроме того, автоматизация позволяет снизить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

Обеспечение доступа к программному обеспечению используя интернет позволит упростить процесс записи на прием для пациентов, обеспечивая им возможность выбирать удобную дату визита и не только. Это также помогает врачам быстрее находить информацию о пациентах и в целом повышать эффективность их работы. Важно посещать официальные ресурсы с целью минимизации риска получения различных угроз, которые могут исходить в результате работы сайтов в вашем браузере.

Основная часть. Автоматизация процесса регистрации и обработки обращений пациентов, включая запись на прием и выдачу талонов. Клиенты выбирают медицинские центры с максимально комфортными условиями и доступной стоимостью услуг. Процесс регистрации и обработки обращений пациентов является одним из ключевых процессов в работе поликлиники. Он включает в себя запись пациентов на прием к врачу, выдачу им талонов, напоминаний о предстоящих визитах, позволяет отслеживать посещаемость, ход лечения, управлять финансированием. Этот процесс может быть автоматизирован с помощью специализированного программного обеспечения. Пациент может выбрать удобное для него время и дату приема, а также врача, к которому он хочет записаться. После записи на прием пациенту выдается ответ от врача, на которого был назначен запрос и талон, который подтверждает его запись. Талон может быть отправлен на электронную почту пациента или на телефон используя SMS. Напоминания пациенту могут приходиться также по электронной почте или телефону. Это позволит пациенту не забыть о посещении врача и вовремя прийти в поликлинику. Также напоминания могут быть отправлены врачу, чтобы он мог полноценно подготовиться к приему пациента. Выдача талонов в поликлинике может осуществляться автоматически с помощью кода, который высылается пациенту на электронную почту или телефон. Если пациент не пришел на прием, то можно уведомить других пациентов о том, что врач свободен и ожидает следующих людей. Также, если пациент опоздал на прием, то ему может быть выдан новый талон на другое время. Примером того, как может выглядеть обработка посещений в программном средстве продемонстрировал на рисунке 1, скриншотом служит программное средство, выполненное в рамках курсового проекта [1].

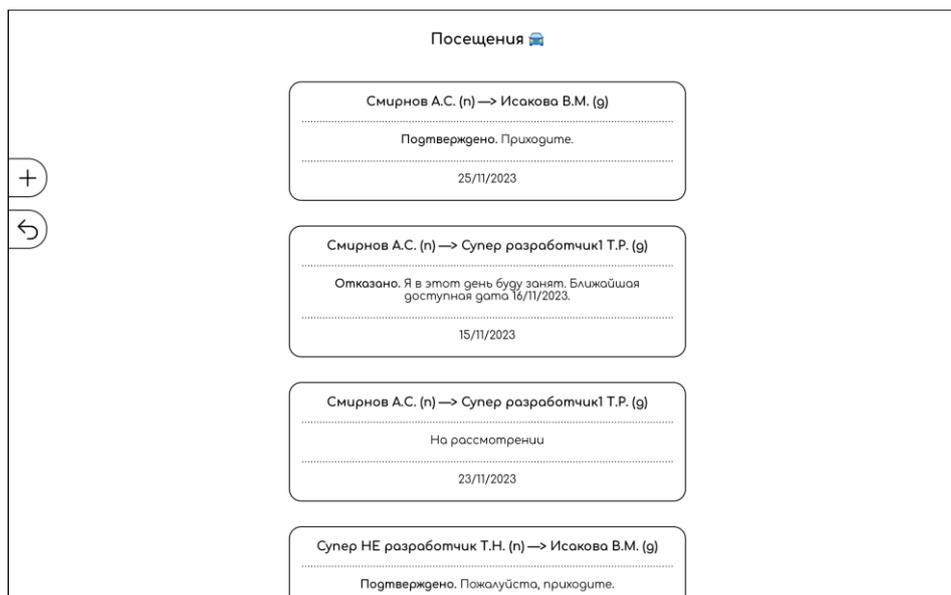


Рисунок 1 – Страница «Список посещений»

Запись и управление расписанием врачей является важным процессом работы любой поликлиники. Планирование расписания начинается с определения количества врачей и их специализации. Затем составляется график работы каждого врача, учитывая его нагрузку и пожелания. После этого проводится резервирование времени для приема пациентов. Также должно присутствовать разделение основных потоков пациентов на плановый и неотложный прием. Для улучшения доступности медицинской помощи осуществление вызовов на дому централизуется и осуществляется силами врачей или фельдшеров выездной бригады отделения неотложной медицинской помощи. Изменение расписания может потребоваться в случае болезни врача, отпуска или других обстоятельств. Для этого администратор поликлиники должен внести изменения в расписание и уведомить пациентов об изменениях. Расписание приема врачей, составленное с учетом разделения потоков по кабинетам на неотложный и плановый прием, позволяет распределить нагрузку на врачей, сокращает время ожидания приема пациентами у кабинетов. Рациональная организация структуры и деятельности работников регистратуры обеспечивает сокращение времени нахождения пациента в регистратуре и ожидания приема врача. В рамках управления расписанием врачей может проводиться анализ загруженности врачей и оптимизация их работы. Это может включать перераспределение нагрузки между врачами, изменение графика работы или добавление дополнительных рабочих мест. Запись и управление расписанием врачей позволяет обеспечить эффективное использование ресурсов поликлиники и качественное обслуживание пациентов.

Ведение электронной медицинской карты пациентов с возможностью хранения и доступа к истории болезни и другой медицинской информации. Электронная медицинская карта представляет собой базу данных, в которой должна храниться вся информация о пациенте: его история болезни, результаты анализов, назначения врачей и другое. Доступ к электронной медицинской карте должен осуществляться через специализированное программное обеспечение, которое можно открыть на компьютерах врачей и администраторов поликлиники. Каждый врач должен иметь свой доступ к системе, что должно обеспечить безопасность и конфиденциальность информации. При первом обращении пациента в поликлинику врач заводит его электронную медицинскую карту (ЭМК). ЭМК может содержать различные данные о пациенте, включая его персональные данные, анамнез заболевания, результаты обследований, информацию о проведенных процедурах и операциях, назначения врачей, рецепты и многое другое. Электронная медицинская карта имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной бумажной картой. Она позволяет сократить время на поиск и обработку информации, улучшить качество медицинского обслуживания, снизить вероятность ошибок и повысить безопасность пациента. Кроме того, ЭМК позволяет улучшить координацию между различными медицинскими учреждениями и обеспечить более эффективное взаимодействие между врачами и пациентами. Электронная медицинская карта также позволяет хранить информацию о предыдущих обращениях пациента в поликлинику, что помогает врачу составить более полную картину о состоянии здоровья пациента и назначить ему наиболее эффективное лечение. Предоставлять информацию из электронной медицинской карты пациенту нужно по требованию, чтобы уменьшить риск попадания конфиденциальной информации в не те руки. Электронная медицинская карта является важным инструментом в работе врача и позволяет повысить качество и эффективность медицинского обслуживания населения. [2]

Управление ресурсами поликлиники, включая распределение и контроль использования оборудования и других материальных ресурсов необходимо для обеспечения эффективного их использования. Для распределения ресурсов нужно составить план, при котором функционирование

поликлиники будет происходить стабильно и без особых проблем. Основой планирования и управления в здравоохранении является ретроспективная и текущая оперативная информация, накопленная в базе данных экономического мониторинга лечебного учреждения. Такая информация делает возможным оценку финансовых, материальных и кадровых ресурсов на период начала разработки плана лечебного учреждения. Управление ресурсами также включает контроль за состоянием оборудования. Администратор проверяет работоспособность оборудования, выявляет проблемы и принимает меры по их устранению. Администратор поликлиники составляет план использования ресурсов на определенный период времени. При необходимости проводится ремонт или замена оборудования. Администратору нужно следить за соблюдением правил хранения ресурсов поликлиники [3].

Формирование и анализ статистических отчетов о деятельности поликлиники, таких как загруженность врачей и статистика посещений. Статистические отчеты о деятельности поликлиники формируются на основе данных из медицинских карт пациентов, результатов лабораторных исследований и других источников информации. «Посещение» – статистическая единица учета, соответствующая одному посещению здоровым (больным) врача (среднего медицинского работника) или одному посещению врачом (средним медицинским работником) здорового (больного) на дому в зависимости от цели обращения. Каждое обращение здорового пациента по поводу конкретных факторов, влияющих на состояние его здоровья, сопровождается первичным посещением. Если эпизод этого контакта пациента с врачом (средним медицинским работником) заканчивается, таким образом, то число посещений будет соответствовать числу обращений. Однако редко врачу удается разрешить проблему пациента в одно посещение. Следовательно, число посещений всегда будет превышать число обращений. Отчеты могут содержать информацию о загруженности врачей, статистике посещений и других показателях. Анализ статистических отчетов позволяет оценить эффективность работы врачей. На основе анализа отчетов принимаются решения о перераспределении нагрузки между врачами, оптимизации расписания и проведении дополнительных обучающих программ для персонала. Не должно возникать ситуаций, в результате которых нагрузка не перераспределена равномерно между сотрудниками.

Обеспечение безопасности и конфиденциальности персональных данных является одним из главных приоритетов в работе любой медицинской организации. В современном мире, где все больше информации хранится и передается через интернет, безопасность пользовательских данных становится все более важной. Одним из основных способов обеспечения безопасности является аутентификация пользователя, то есть проверка его личности. Одним из наиболее распространенных методов аутентификации является использование пароля. Каждому пользователю выдается уникальный логин и надежный пароль, который хранится в базе данных и не доступен для посторонних лиц. При входе в систему пользователь вводит свой логин и пароль, после чего система проверяет правильность введенных данных и разрешает или запрещает доступ к части программного средства. В случае утери пароля пользователь может восстановить его с помощью специальной функции, которая отправляет на указанный пользователем адрес электронной почты ссылку для сброса старого пароля и установки нового. Важно, чтобы доступ даже по логину и паролю был открыт только для определенного компьютера, чтобы минимизировать вероятность доступа к аккаунту не верифицированному лицу [4].

В поликлинике доступ к конфиденциальной информации предоставляется только авторизованным пользователям, которые имеют соответствующие права доступа к системе. Каждый пользователь при входе в систему проходит процедуру авторизации, в ходе которой проверяются его права доступа и полномочия. Если пользователь не имеет необходимых прав доступа, то система отказывает ему в доступе к конфиденциальной информации, даже если введенные логин и пароль подошли. Предполагается, что разная конфиденциальная информация будет отображена пользователю при посещении определенных частей программного средства. [5]

Шифрование данных при передаче их между компьютерами. Криптография играет важную роль в медицинских информационных системах, обеспечивая безопасность и конфиденциальность медицинских данных. При передаче данных между компьютерами в поликлинике используется шифрование, которое обеспечивает защиту информации от перехвата и несанкционированного доступа. Симметричное шифрование использует один и тот же ключ для шифрования и расшифрования данных. Это быстрый и эффективный метод, но требует безопасного обмена ключами между отправителем и получателем. Асимметричное шифрование использует пару ключей – публичный и приватный. Публичный ключ используется для шифрования данных, а приватный ключ – для их расшифровки. Этот метод обеспечивает более высокий уровень безопасности, так как приватный ключ должен быть известен только получателю. Важно регулярно изменять ключи, с помощью которых шифруется информация [6].

Резервное копирование данных на удаленных серверах для предотвращения потери информации в случае сбоев или атак на систему. Резервное копирование данных – это процесс создания дубликатов информации с целью обеспечения ее сохранности и возможности восстановления в случае потери или повреждения оригинальных данных. В поликлинике нужно использовать резервное копирование информации на удаленные серверы. Это позволяет быстро

восстановить данные в случае их потери или повреждения. Резервное копирование данных должно происходить регулярно.

Регулярное обновление программного обеспечения и операционной системы для устранения уязвимостей в системе. В поликлинике нужно регулярно обновлять программное обеспечение и операционную систему для устранения уязвимостей в различных системах. Обновление программного обеспечения позволяет устранить обнаруженные уязвимости и повысить уровень защиты информации. При этом важно удостовериться, что в случае выхода новой версии программного обеспечения, его установка, не нарушит работу других программ, установленных на компьютере.

Документирование конфиденциальной информации является важным шагом для обеспечения ее защиты и безопасности. Это процесс создания и поддержания документов, которые содержат информацию о том, как обрабатывать, хранить и передавать конфиденциальные данные. Разработка инструкции по конфиденциальному делопроизводству является важным шагом в обеспечении безопасности конфиденциальной информации в медицинском учреждении. Эта инструкция определяет правила и процедуры, которые должны быть соблюдены при обработке, хранении и передаче конфиденциальных данных. В поликлинике проводится обучение сотрудников правилам работы с конфиденциальной информацией. Сотрудники знакомятся с правилами работы с персональными данными пациентов, с требованиями к защите информации и с мерами, которые необходимо принимать для обеспечения безопасности данных. Важно, чтобы обучение входило в рабочее время сотрудника, чтобы повысить внимание сотрудника к важной информации [7].

Заключение. В статье представлен один из вариантов автоматизации работы медицинского учреждения. В ходе работы был проведен глубокий и всесторонний анализ работы медицинских учреждений, что позволило выделить несколько важных блоков таких как: автоматизация процесса записи и приема пациентов, управление расписанием медицинских работников, ведение медицинских карт пациентов, формирование статистики для анализа и последующего улучшения обслуживания и модернизации вспомогательных систем, в том числе систем автоматизации работы. Так же важным фактор, на котором необходимо заострить внимание является безопасность персональных данных и системы в целом. Минимизация возможностей несанкционированного доступа к ней. Практическим результатом данной работы является программное средство.

Список использованных источников:

1. Автоматизация медицинских учреждений [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://obrfm.ru/blog/avtomatizatsiya-meditsinskikh-uchrezhdeniy/>. – Дата доступа: 05.02.2024.
2. Все, что нужно знать о электронной медицинской карте: определение, преимущества и принципы работы [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/elektronnaya-mediczinskaya-karta/>. – Дата доступа : 05.02.2024.
3. Планирование деятельности медицинских учреждений [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://izron.ru/articles/aktualnye-problemy-i-dostizheniya-v-meditsine-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezhdunarodnoy-nauch/sektsiya-26-obshchestvennoe-zdorove-i-zdravookhranenie-spetsialnost-14-02-03/planirovanie-deyatelnosti-meditsinskikh-uchrezhdeniy/>. – Дата доступа : 05.02.2024.
4. Криптография: Понятные определения и свойства паролей для безопасной аутентификации пользователей [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/osobennosti-primeneniya-parolya-dlya-autentifikaczi-polzovatelya/>. – Дата доступа : 05.02.2024.
5. Безопасность на первом месте: понимание системы доступа к конфиденциальной информации [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/sistema-dostupa-k-konfidencialnoj-informaczii/>. – Дата доступа : 05.02.2024.
6. Криптография в медицинских информационных системах: принципы, преимущества и примеры применения [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/kriptografiya-v-mediczinskih-informaczionnyh-sistemah/>. – Дата доступа : 05.02.2024.
7. Как защитить конфиденциальную информацию: шаги по разработке инструкции по конфиденциальному делопроизводству [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://nauchniestati.ru/spravka/dokumentirovanie-konfidencialnoj-informaczii-razrabotka-instrukcii-po-konfidencialnomu-deloproizvodstvu/>. – Дата доступа : 05.02.2024.

UDC 004.415.2

THE SOFTWARE TOOL OF THE CITY'S POLYCLINICS

Shkadzinski A.R.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Bakunov A.M. – Senior lecturer

Annotation. The report examines the issues of developing a software tool that seeks to automate and optimize the work of the city's polyclinics. He tries to identify a wide range of functions and opportunities for managing the activities of the polyclinic. Emphasis was also placed on ensuring data security in a medical facility. When considering the issues, I proceeded from customer orientation within the polyclinic, as this is the most important point when discussing any medical institution.

Keywords. Software, clinic, medicine, automation, control, security.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Башура А.И.	5
Блинов В.В.	8
Бобров Б.С.	13
Винт Ту Аунг.....	16, 19
Ганебная П.А.	22
Грищенко Э.А.	25
Коваленко Н.Р.....	28
Малолеткин А.Б.	36
Мартинкевич М.С.....	41
Нарвойш П. Ю.....	45
Павлюченко К.А.	49
Потоцкий Д.С.	13, 25
Скудняков Ю.А.....	36
Сыцевич М.Н.....	53
Табанец М.С.	57
Черномордая Я.В.	60
Шкадинский А.Р.	64

Руководители

Бакунов А.М.	64
Власова Г.А.	53
Дмитренко А.А.	16, 19
Кунцевич О.Ю.	5, 22, 57
Парамонов А.И.	45, 49
Потоцкий Д.С.	13, 25
Савенко А.Г.	8
Скудняков Ю.А.	36, 60
Шпак И.И.	28, 41

Научное издание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Сборник статей

60-й юбилейной научной конференции

аспирантов, магистрантов и студентов

(Минск, 22-26 апреля 2024 года)

В авторской редакции

Ответственный за выпуск: А.И. Парамонов

Компьютерная верстка: Д.М. Карнаух