

межвузовский сборник научных трудов

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

РГРТУ, 2022

## Редакционная коллегия

д-р техн. наук, проф., зав. каф. Г.В. Овечкин (отв. редактор, Рязанский государственный радиотехнический университет); д-р техн. наук, проф., засл. работник высшей школы РФ А.Н. Пылькин (Рязанский государственный радиотехнический университет); д-р техн. наук, проф. Е.Е. Ковшов (Московский государственный технологический университет «Станкин»); д-р техн. наук, проф. К.А. Майков (МГТУ им. Н.Э. Баумана); д-р техн. наук, проф. В.В. Белов (Рязанский государственный радиотехнический университет); д-р техн. наук, проф. В.В. Золотарев (Институт космических исследований РАН, г. Москва); д-р техн. наук, проф. И.Ю. Каширин (Рязанский государственный радиотехнический университет); д-р техн. наук, проф. В.Н. Малыш («Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» г. Липецк); Н.Ф. Пахомова (Рязанский государственный радиотехнический университет).

*Рецензент: к.т.н., доцент, зав. каф. «Информатики, информационных технологий и защиты информации» Липецкого государственного педагогического института Скуднев Д.М.*

**Математическое и программное обеспечение вычислительных систем:** Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г.В. Овечкина – Рязань: Издательство ИП Коняхин А.В. (Book Jet), июнь 2022. – 92 с.

**ISBN 978-5-907568-20-4**

Представлены статьи, посвященные различным аспектам разработки программных средств ЭВМ, вычислительных систем и сетей, вопросам математического моделирования, методам обработки информации.

Предназначен для научно-педагогических работников вузов, инженеров, аспирантов и студентов старших курсов.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

**ISBN 978-5-907568-20-4**

© Коллектив авторов, 2022

© ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Межвузовский сборник научных трудов содержит результаты научных исследований и разработок по следующим направлениям:

- программное обеспечение вычислительных систем, новые информационные технологии;
- прикладная математика, теория информации, искусственный интеллект;
- ЭВМ в системах обработки, управления и обучения;
- автоматизированное проектирование аппаратных средств вычислительных систем;
- информационные технологии в экономических и социальных системах.

Сборник сформирован на основе статей, в которых рассматриваются различные аспекты разработки программных средств ЭВМ, вычислительных систем и сетей, включая вопросы автоматизации проектирования, теории обработки информации и математического моделирования, и предназначен для студентов, аспирантов и преподавателей технических вузов и научных работников.

Материалы для сборника предоставлены сотрудниками и студентами:

- Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;
- Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань;
- Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

УДК 004.422

**Климкин К.С., Жулева С.Ю.****РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРА НА REACT-THREE-FIBER**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье представлена разработка клиентской части приложения для моделирования интерьера на react-three-fiber с использованием различных вспомогательных библиотек и возможностей three.js.

В настоящее время при организации пространства помещений активно используются программы-дизайнеры, в которых визуализация и моделирование интерьеров выполняется за счет использования различных ресурсов.

Для создания приложения, реализующего основной набор дизайнера, требуется подключить к проекту библиотеки: `@react-three/drei`, `@react-three/fiber`, `react`, `react-dom`, `three`.

Библиотека `three.js` используется для создания и отображения анимированной компьютерной 3D графики при разработке веб-приложений.

Библиотека `@react-three/drei` предоставляет базовый набор `jsx` компонентов для ориентации в пространстве:

1. `OrbitControls` – реализует управление камерой с помощью кнопок мыши.

2. `PerspectiveCamera` – камера с перспективным искажением, которая устанавливает начальное положение для просмотра `three.js` сцены.

3. `TransformControls` – позволяет перемещать, масштабировать, поворачивать объекты сцены с помощью мыши.

Библиотека `@react-three/fiber` обеспечивает взаимодействие с `three.js` объектами, как с обычными `react` компонентами. Это позволяет описывать декларативно всю `three.js` сцену внутри компонента `Canvas`, что значительно упрощает программный код.

Библиотека `React` — предназначена для создания пользовательских интерфейсов. В отличие от `javascript` [1] она значительно облегчает создание интерфейсов перерисовки отдельных компонентов на странице, позволяя работать с данными, напрямую не задумываясь над отображением (Рис.1). При этом для перерисовок используется `Virtual DOM`, что делает возможным обновлять только изменившиеся узлы `DOM`-дерева, не перерисовывая всю страницу (Рис. 2). Эти возможности позволяют приложению не расходовать лишние ресурсы.

```
JavaScript

function setName(name) {
  const nameWrapper = document.querySelector(".js-name");

  if (nameWrapper) {
    nameWrapper.textContent = name;
  }
}

React

function HelloWorld (props) {
  return (<h1>Привет, Мир!!! Меня зовут <b>{props.name}</b></h1>);
}
```

Рис. 1. Отличие взаимодействия с элементами DOM

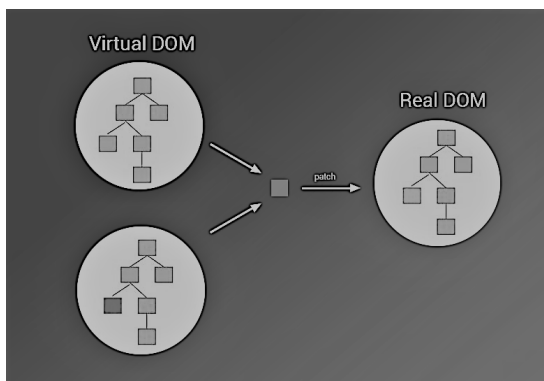


Рис. 2. Схема перерисовки компонента через Virtual DOM

Для отображения любых объектов на Canvas целесообразно использовать компонент `Primitive`, где в свойстве `object` указывается необходимый для отображения 3D объект.

Взаимодействие с готовыми объектами в динамике осуществляет компонент `TransformControls`. При этом необходимо воспользоваться `react-hook useState` и установить состояние `target` для всего Canvas, в котором будет храниться ссылка на выбранный с помощью мыши объект.

Динамика процесса прорисовки `Primitive` на Canvas достигается за счет метода массива `map`, где выполняется обращение к объекту `three.js Scene[3]`, в свойстве `children` которого содержатся все элементы сцены. Такой способ позволяет присвоить всем объектам одинаковые возможности по их управлению, одновременно при импортировании новых объектов, они тоже будут обладать всеми теми свойствами, что и первоначальные объекты на сцене.

Для экспортирования `glTF` моделей понадобится класс `GLTFExporter`. С помощью метода `parse` записываем объект `Scene` в файл с расширением `glTF`, который будет доступен не только в приложении,

написанном с помощью three.js, но и в любом 3D редакторе. Это позволяет файлам-эскизам, созданным таким образом быть ресурсонезависимыми.

Для импортирования gltf моделей понадобится класс GLTFLoader, который при помощи метода parse регулирует загрузку файлов сцены из разных директорий.

В статье описан принцип создания клиентской части приложения для визуализации и моделирования интерьеров, который основан на компонентном подходе с использованием React и React-three-fiber. Рассмотрены общие концепции при работе с 3D моделями: перемещение, масштабирование, вращение, импортирование, экспортирование.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Турецкий В. Зачем фронтендерам React, если есть JavaScript? [Internet]. HTML Academy. 2022 [cited 2022 May 5]. Available from: <https://htmlacademy.ru/blog/articles/react-js>

2. React three fiber documentation [Internet]. React Three Fiber Documentation. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://docs.pmnd.rs/react-three-fiber/getting-started/introduction>

3. Three.js – JavaScript 3D library [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://threejs.org>

УДК 004.413.2

**Шигаев Д.К., Жулева С.Ю.**

### РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ В ОДИН АГРЕГАТОР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье представлена разработка архитектуры веб-приложения для сбора и обработки сообщений в один агрегатор.

При создании веб-приложения разрабатываются два независимых друг от друга слоя, фронтенд, который представляет из себя интерфейс приложения и бэкенд – внутренняя часть продукта, которая находится на сервере.

Для создания веб-приложения я выбрал одностраничную архитектуру, где фронтенд будет написан с помощью Vue.js, (JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом для создания пользовательских интерфейсов) [1]. Он легко интегрируется в проекты с использованием других JavaScript-библиотек.

Для написания бэкенда я выбрал технологию Java Servlets[3] из-за ее плюсов:

- 1.Производительность намного лучше.
- 2.Сервлет используется, когда вам не нравится создавать отдельный процесс для обработки каждого запроса клиента.
- 3.Разработчики могут использовать сервлеты, когда им приходится использовать все возможности Java.
- 4.Библиотеки классов Java, доступные сервлету, могут взаимодействовать с апплетами, базами данных или другим программным обеспечением через механизмы RMI и сокетов.

Эти два слоя будут общаться через HTTP запросы, поэтому будет целесообразно сделать RESTful[2] бэкенд приложение. Что позволит нам подключать сторонние сервисы через их API. Сервер будет обращаться к другим серверам, выступая клиентом, собирая информацию, и отдавая изначальному клиенту. Использование RESTful архитектуры позволяет уйти от вертикального масштабирования и использовать горизонтальное, при этом не нужно тратить ресурсы на синхронизацию состояния.

Для работы веб-приложения целесообразно использовать архитектурный паттерн MVC model 2. Запросы от клиентского браузера будут поступать на контроллер. Контроллер выполняет любую логику, необходимую для получения правильного содержимого для отображения. Затем он помещает контент в запрос и решает, в какое представление он будет передавать запрос, далее представление отображает содержимое, переданное контроллером.

В качестве хранения клиентских данных я выбрал базу данных Oracle, т.к. она имеет преимущества:

- 1.Поддерживает самые большие многозадачные базы данных, с большим количеством пользователей.
- 2.СУБД Oracle хорошо обрабатывает транзакции. Система сохраняет высокую производительность, в результате чего пользователи не страдают от низкой скорости обработки.
- 3.Система обладает высокой степенью готовности. В разных установках, продолжительность работы Oracle индивидуальная. Так, например, в некоторых, система способна работать круглосуточно. При этом откат БД или какие-либо сбои системы не приводят к остановке работы базы.
- 4.Эта система обладает локальной управляемостью. Например, чтобы перезагрузить данные какого-то определенного приложения, не обязательно отключать всю систему. Администратору достаточно выключить доступ к нужному приложению и выполнить с ним требуемые манипуляции.
- 5.Данная СУБД легко переносится с одной ОС на другую. Приложения, которые были разработаны специально для Oracle, легко

переносятся на любую операционную систему с минимальными изменениями, а иногда даже без них.

На серверной части будет использоваться структурный шаблон DAO (Data Access Object), который позволит отделить бизнес логику приложения от хранения данных, что позволит менять источники данных, не изменяя старый код.

Для организации работы с мессенджерами будет использоваться их публичное API. Чтобы упростить внедрение поддержки новых мессенджеров в веб-приложение, следует создать общий интерфейс, где будут описаны общие методы для работы с API мессенджеров.

Получение сообщений на клиенте будет осуществляться через веб-сокеты – продвинутая технология, позволяющая открыть постоянное двунаправленное сетевое соединение между браузером пользователя и сервером. С помощью его API вы можете отправить сообщение на сервер и получить ответ без выполнения http запроса, причём этот процесс будет событийно-управляемым.

Чтобы передавать данных между слоями я буду использовать шаблон проектирования TO (Transfer Object). Этот объект не содержит никакой логики, потому что его задача лишь в передаче данных. Это позволит нам добавить дополнительный уровень абстракции.

Общая схема приложения будет выглядеть следующим образом (рис. 1):

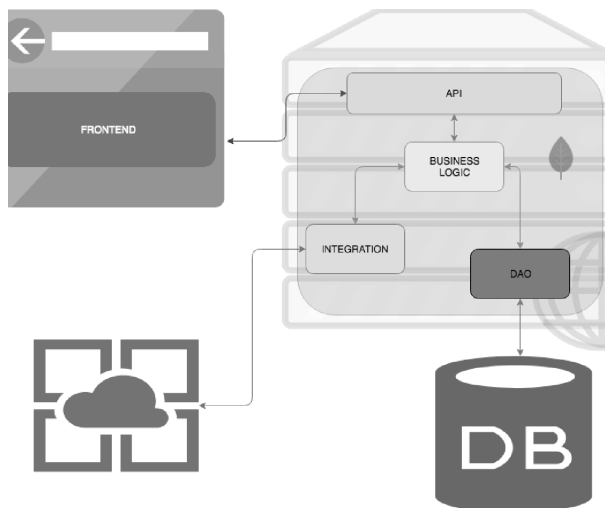


Рис. 1. Общая схема разрабатываемой системы

В статье была представлена разработка архитектуры веб-приложения для сбора и обработки сообщений в один агрегатор с



использованием фреймворка Vue.js для фронтенда и технологии Java Servlets для бэкенда.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Руководство по Vue.js [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://ru.vuejs.org>
2. Руководство по REST [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://restapitutorial.ru>
3. Документация по Java Servlets Technology [Internet]. [cited 2022 May 5]. Available from: <https://docs.oracle.com/javaee/7/tutorial/servlets.htm>

УДК 519.876.5

**Камордин А.А., Крошилин А.В., Шашкова И.Г.**

### **КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД В МОДЕЛИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

Моделирование социальных и экономических систем имеет свои особенности и проблемы в связи с тем, что данные системы являются динамичными. Нечеткая логика позволяет создать достаточно достоверную модель для её исследования и изучения.

Для анализа и исследования социально-экономических систем широко применяется математическое моделирование. Построение упрощенного образа исследуемой системы позволит определить её потенциальные возможности, отследить её реакции на изменения, а также провести различные эксперименты и выбрать оптимальные способы воздействия.

Модель социально-экономической системы представляет собой воспроизведение взаимосвязанных элементов социальной и экономической среды, процессов их взаимодействия и реакции на изменение окружающей среды [1].

Выделяются следующие классы моделей социально-экономических систем:

1. эконометрические модели;
2. нейросетевое моделирование;
3. модели общего экономического равновесия;
4. имитационное моделирование.

Допускается использование нескольких классов моделей, что позволит создать гибридную модель, более оптимально подходящую к заданным критериям.

Так как социальные и экономические системы затрудняют получение из них конкретных параметров из-за динамических изменений

в работе её структуры, построить её точную модель классическими методами затруднительно. Применение когнитивного моделирования позволит обойти плохо определенные ситуации и разработать модель пригодную для анализа и разработки на её основе систем поддержки принятия решений.

Когнитивное моделирование – это визуализированное построение причинно-следственных связей между сущностями, описывающими систему [2]. Наиболее распространено для визуального отображения использование знаковых и взвешенных ориентированных графов (рис. 1).

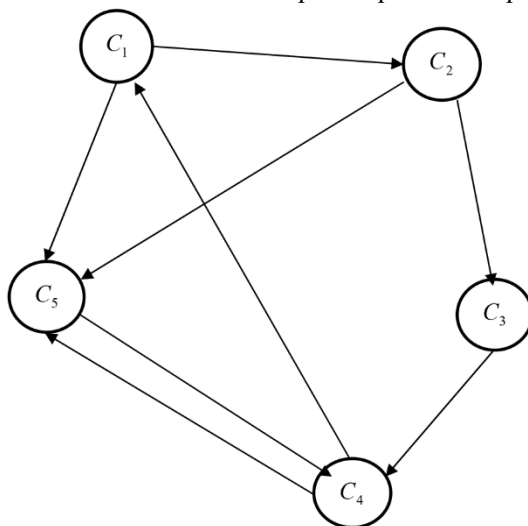


Рис. 1. Когнитивная модель на основе ориентированных графов

Для обозначения причинно-следственных связей применяется нечеткая логика, что является развитием когнитивного моделирования, позволяя получить нечеткие когнитивные модели [3].

На рисунке ниже (рис. 2) изображена нечеткая когнитивная карта, где  $W$ - веса дуг. Веса дуг позволяют показать силу влияния объектов внутри модели друг на друга.

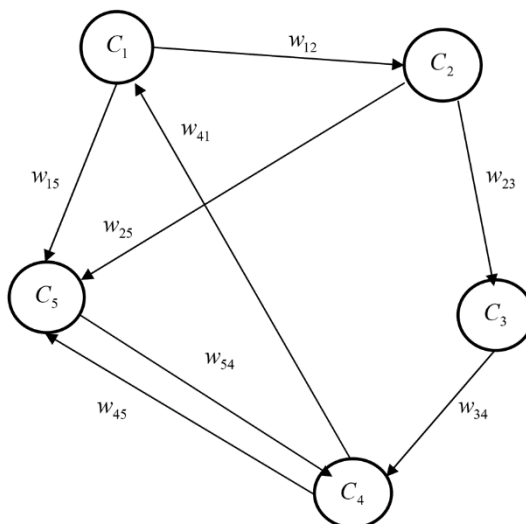


Рис. 2. Нечеткая когнитивная карта

Весовые коэффициенты в нечетких когнитивных моделях ищутся при помощи статистической обработки информации, или же экспертным путем. Изменение весов дуг позволяет отследить реакцию системы на вмешательства, позволяя определить силу и направленность воздействий на систему для получения благоприятных результатов при исследовании задачи [4].

Одним из наиболее значимых достоинств когнитивного моделирования в социальных и экономических системах является возможность исследовать моделируемую систему, применяя к модели различные подходы в управленческих стратегиях, проверяя её устойчивость и реакцию на различные воздействия. Позволяет проводить анализ и поддержку принятых решений. Всё это делает когнитивное моделирование достаточно мощным и гибким методом исследования социальных и экономических систем.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самсонова Н. А. Методология моделирования социально-экономических систем // Вестник ЦЭМИ РАН. 2018. Выпуск 4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://cemi.jes.su/s11111110000000-3-1/> (дата обращения: 10.05.2022).
2. Савчук О.В., Ладанюк А.П., Герасименко Т.М. Нечеткое когнитивное моделирование в системах управления технологическим процессом молокоперерабатывающего предприятия // Новый Университет. Серия: технические науки. 2015. № 1-2(35-36). С. 13-19.

3. Кулинич А.А. Субъектно-ориентированная система концептуального моделирования «Канва». // Матер. 1-й Междунар. конф.: Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций. Москва, октябрь, 2001 г.

4. Жулёва С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Пылькин А.Н. Применение нечетких когнитивных карт при управлении медицинскими материальными потоками / Биомедицинская радиоэлектроника. 2019. том 22 № 4. С. 77-84.

УДК 004.4

**Давыдов А.И., Жулева С.Ю.**

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОГО АГЕНТСТВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье представлена разработка программного обеспечения кадрового агентства, описаны этапы его разработки.

Поиск работы реализует задачи: со стороны лица, ищущего работу – это высокая заработная плата и социальные гарантии, а со стороны работодателя – это квалифицированный специалист.

Создание информационных систем для автоматизации работы кадрового агентства упрощает отбор соискателей по направлениям трудоустройства, а именно уменьшает временные затраты для работодателя и позволяет соискателю оценить свои возможности в конкретном направлении.

При разработке программного обеспечения необходимо:

- повести анализ особенностей работы кадровых агентств;
- оптимизировать процесс поиска работы соискателей;
- реализовать механизм отбора квалифицированных сотрудников

для работодателя.

Важным направлением поиска сотрудников является их отбор по профессиональным качествам, основанный на резюме и результатах тестирования по данной квалификации. Проведенный анализ программного обеспечения, используемого в России (таблица 1), показывает, что необходимо разработать информационную систему реализующую работу кадрового агентства с оценкой квалификации соискателя по наличию резюме и результатам профессионального тестирования.

Таблица 1 Программное обеспечение для кадрового агентства

| Программное обеспечение | Вакансии от подтвержденных источников | Территория обслуживания | Возможность добавления резюме | Цена услуг |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------|
| HoReCa Talents[1]       | Нет                                   | Москва                  | Нет                           | Не указано |
| Сириус[2]               | Нет                                   | Москва                  | Нет                           | Высокая    |
| Ресурс Менеджмент[3]    | Нет                                   | Крупные города          | Нет, только заявка            | Не указано |

Реализовать систему для сбора и обработки вакансий с учетом профессионального тестирования соискателей целесообразно на основе клиент-серверной архитектуры (Рис.1).

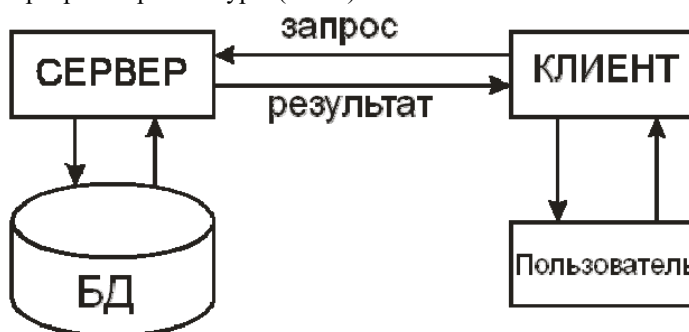


Рис. 1. Схема работы кадрового агентства

При разработке программного обеспечения клиентскую часть реализуем как jsp-страницу с предварительной настройкой, обеспечивающей требования кадрового агентства.

Для хранения данных целесообразно использовать базу данных Oracle.

Программную реализацию сервера выполним на языке Java с использованием абстрактного класса HttpServlet.

Взаимодействие между работодателем и соискателем в кадровом агентстве осуществим с использованием любого доступного браузера.

В статье представлены этапы создания программного обеспечения, решающего задачи по поиску сотрудников для организаций, и поиску работы для соискателей, а также задачи, обеспечивающие более эффективное функционирование кадрового агентства.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. HoReCa Talents <https://horecatalents.com/>
2. Сириус <https://sirius-hr.ru/>
3. Ресурс Менеджмент <https://rm-info.ru/autsorsing-upravleniya-personalom>

4. Аллин, О.Н., Сальникова Н.И. Кадры для эффективного бизнеса. Подбор и мотивация персонала / О.Н. Аллин. - М.: Генезис, 2005. - 248 с.;

5. Гутгарц, Р. Отбор претендентов на вакантные должности/ Р. Гутгарц// Служба кадров и персонал. - 2007. - № 4. - с. 67 - 69;

6. Магура, М.И. Поиск и отбор персонала. Настольная книга для предпринимателей, руководителей и специалистов кадровых служб и менеджеров / М.И. Магура. - М.: ООО «Журнал «Управление персоналом», 2003. - 304 с.

УДК 004.32.26

**Александров В.В., Цуканова Н.И., Головкин Н.В., Шурыгина О.В.**

## **МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЛЕКТИВНЫХ ДОГОВОРОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

Рассматриваются вопросы применимости современных методов обработки информации к задаче оценки эффективности коллективных договоров. Предлагается проводить индексацию статей договора с помощью нейронных сетей.

Коллективный договор (КД) организации заключается между работниками и работодателем в лице их представителей и является правовым актом, предназначенным для дополнительного регулирования социально-трудовых отношений в данной организации. С учетом финансово-экономического положения в организации стороны могут устанавливать в КД условия труда и его оплаты, охраны труда, социально-бытовые условия, льготы и гарантии более благоприятные, высокие по сравнению с тем, что установлены в трудовом законодательстве. Считается, что чем выше дополнительный уровень трудовых прав и гарантий, предоставленных работнику, тем выше эффективность КД.

В данной работе, как и в работе [1], рассматривается реализация количественного метода оценки правовой эффективности КД, характеризуемой значением количественного показателя Эф. Такой показатель, а также сама методика, позволяют сравнивать коллективные договоры разных учреждений между собой и определять организации, в которых созданы более благоприятные условия труда для работников, а также проводить анализ причин неэффективности отдельных КД.

Анализ КД связан с обработкой текстов статей КД, т.е. с обработкой текстовой информации. Текстовая информация относится к слабоструктурированным данным, к данным, связанным с обработкой

естественного языка. А эта задача с давних пор считается задачей интеллектуального анализа данных.

Методы обработки текстовой информации совершенствуются быстрыми темпами. И в настоящее время имеется много новых подходов к анализу текстов, к их сравнению между собой, к выделению смысла предложений и фрагментов текста.

Поэтому целью работы является анализ применимости современных методов обработки текстовой информации к задаче оценки правовой эффективности КД.

Предложенная в [1] методика количественной оценки эффективности КД состоит из следующих этапов.

Этап 1. Разбивка КД на фрагменты (Фр). Каждый фрагмент касается одного и только одного социально-трудового параметра или одной правовой нормы. Весь КД можно рассматривать как совокупность фрагментов.

Этап 2. Индексация фрагментов КД. За счет индексации помечается правовой смысл каждого фрагмента, т. е. указывается, какие социально-трудовые параметры или правовые нормы он отражает. Для передачи смысла выбраны два индекса. Первый индекс («Раздел») указывает на принадлежность фрагмента к определенному разделу трудового права, например: Оплата труда или Рабочее время, Время отдыха. Всего 11 разделов. Второй индекс («Вопрос») уточняет, какой вопрос внутри раздела определен во фрагменте, например, Даты выплаты заработной платы, Гарантии оплаты, Нормы учебной нагрузки, Перечень дополнительных отпусков. Для каждого раздела свой список вопросов. С учетом обоих индексов фрагменты могут принадлежать 80 разным классам. Процесс разметки фрагментов является задачей классификации. Он очень трудоемкий, требует наличия опытных экспертов и автоматизации.

Этап 3. Оценка эффективности КД. Ее определяют фрагменты, в содержании которых реализуется правовое предназначение КД: повышать уровень трудовых прав, льгот и социальных гарантий для работников. Для выявления таких фрагментов вводится третий индекс «Качество». Он характеризует правовое качество содержания фрагмента: показывает лучше ли определенные в нем социально-трудовые параметры или правовые нормы по сравнению с теми значениями, что установлены в трудовом законодательстве, или нет. Значение характеристики «Качество» определяется по результату сравнения содержания фрагмента анализируемого договора с содержанием соответствующей статьи трудового законодательства. Для преодоления возникающих при этом семантических сложностей в работе [1] предлагается содержание анализируемого фрагмента сравнивать с содержанием фрагментов ранее проанализированных договоров и найти аналог. Значения индексов

найденного аналога присваиваются индексам «Раздел», «Вопрос», «Качество» анализируемого фрагмента. Для поиска аналога используется специально разработанный морфологический анализ фрагментов и рассчитываемый на его основе коэффициент сходства двух фрагментов.

Этап 4. После определения значений классификационных характеристик («Раздел», «Вопрос», «Качество») для всех фрагментов анализируемого КД они заносятся в БД и на их основе автоматизированная система рассчитывает значения коэффициентов эффективности по различным видам отношений (трудовым, социально-бытовым, гарантиям деятельности профсоюза, правилам социального партнерства) и общий показатель правовой эффективности коллективного договора – значение коэффициента Эф. Одновременно, множество сохраненных в базе данных фрагментов из ранее проанализированных КД будет образовывать выборку, которую можно использовать, например, в машинном обучении нейронной сети.

На этом заканчивается работа системы.

Рассмотрим иной подход к реализации второго и третьего этапов анализа КД.

При реализации второго этапа в настоящей работе предлагается решать задачу иерархической классификации с помощью ансамбля нейронных сетей (НС) [2, 3, 4]. Для реализации нейронных сетей были выбраны следующие инструментальные средства: язык Python, библиотеки TensorFlow, Keras, виртуальная среда Google Colab [2]. Этот выбор обоснован тем, что в настоящее время большинство новых результатов в области нейронных сетей получены и опубликованы на основе перечисленных инструментальных средств.

Чтобы решить задачу классификации с помощью нейронной сети нужно иметь в наличии размеченную выборку большого размера фрагментов различных договоров. Такая выборка была получена из базы данных коллективных договоров Вузов России ведомственной лаборатории РГРТУ по автоматизированному контролю, анализу и оценке эффективности коллективно-договорных актов в сфере образования. Полученная выборка содержит текстовые фрагменты из множества ранее проанализированных коллективных договоров, содержание которых определено значениями классификационных характеристик («Раздел», «Вопрос», «Качество»). Выборка сохранена в файле Excel, что позволило легко провести ее анализ. Анализ показал, что классы в выборке представлены неравномерно, что примеров для идентификации «Вопроса» мало, что очень осложняет классификацию по 80 классам.

Существуют следующие виды классификации: плоская, иерархическая и сетевая. При плоской классификации алгоритм (одна нейронная сеть) должен получить правила (процедуру) отнесения



фрагмента к одному из 80 классов без учета подчиненности вопроса теме раздела. Классов много и потеряна дополнительная информация о связи раздела с вопросом, поэтому при эксперименте эта методика показала плохой результат: точность менее 60%.

Для реализации иерархической классификации была предложена система, состоящая из двух взаимосвязанных классификаторов. Один классификатор (первой ступени) должен решать классификацию по разделам, другой в зависимости от полученного первым классификатором результата (раздела) должен выполнить классификацию (второй ступени) по вопросам внутри этого раздела.

Т.к. классификация по вопросам зависит от раздела, то для каждого раздела нужен свой классификатор. Следовательно, необходимо иметь столько классификаторов (нейронных сетей) второй ступени, сколько разделов.

Если все классификаторы обучены, их модели сохранены в долговременной памяти, то работа системы нейронных сетей происходит следующим образом. В оперативную память загружается классификатор первой ступени, на него подается текст фрагмента, на выходе нейронной сети получаем индекс раздела фрагмента. Далее по индексу раздела в память загружается классификатор второй ступени. На него подается тот же фрагмент текста и на выходе второго классификатора получаем индекс вопроса.

Вся система иерархической двухуровневой классификации состоит из трех модулей: модуль предобработки текстовых фрагментов, модуль обучения классификаторов первой и второй ступеней и модуль эксплуатации системы, который отвечает за синхронную работу классификаторов первой и второй ступеней, а также за оценку качества работы всей системы.

Общая выборка составила 46894 фрагмента, каждый фрагмент – это обучающий пример, т.к. для каждого фрагмента заданы оба индекса: раздел и вопрос. В качестве обучающей выборки при разработке классификатора первой ступени использовались 37514 примеров, в качестве тестовой 9379.

Оценка качества классификаторов каждой ступени проводилась на основе тестовой выборки. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка качества нейронных сетей

|                                 | <b>Классификатор<br/>первой ступени</b> | <b>Классификатор<br/>второй ступени<br/>(среднее значение по<br/>классификаторам<br/>всех разделов)</b> |
|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Точность на обучающей выборке   | 0.8753                                  | 0.8954                                                                                                  |
| Точность на проверочной выборке | 0.8645                                  | 0.8134                                                                                                  |
| Точность на тестовой выборке    | 0.8574                                  | 0.8053                                                                                                  |

Результаты достаточно хорошие и есть пути для дальнейшего повышения точности классификаторов: 1) возможно увеличение обучающей выборки и размера словаря; 2) появились новые методы нейронной классификации текстов. Все эти вопросы требуют дальнейшего исследования.

Наиболее сложный и в то же время важный третий этап. На нем необходимо сравнивать анализируемые фрагменты с фрагментами из множества разных договоров, содержащихся в БД. Предполагается создать модель фрагмента на основе двух методов Word2Vec и Doc2Vec [5]. Первый из них отвечает за представление слов плотными векторами заданной размерности [5]. А второй позволяет на основе множества всех слов фрагмента, заданных плотными векторами, получить вектор, характеризующий весь фрагмент. Если каждый фрагмент будет представлен плотным вектором, то сходство между ними можно оценивать с помощью косинусного расстояния между векторами, а различие получать как разность векторов.

Однако этот подход требует проведения дальнейших исследований.

Предложенная методика реализации второго этапа в виде иерархического классификатора, построенного на нейронных сетях, позволила автоматизировать и значительно ускорить трудоемкий процесс индексации фрагментов КД.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Александров В.В., Макаров Н.П., Шустов А.С. Автоматизированный анализ и оценка статей коллективных договоров // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 3 (45). – С. 71-75.

2. Цуканова Н.И., Головкин Н.В., Шурыгина О.В. О решении практических задач с использованием глубоких нейронных сетей на базе облачных технологий. //IV Международный научно-технический форум СТНО-2021. Сборник трудов. Том 4.Стр. 14-18

3. Брюхнова В.О., Цуканова Н.И. Ансамбли нейронных сетей при прогнозировании объемов продаж в торговой сети. //Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66. Часть 1. С.90-98

4. Цуканова Н.И., Шитова К.Г. Поиск допустимых значений параметров заявки на кредитование с помощью нейронной сети. //Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2021. № 78. С.89-101

5. Lena Voita. NLP Course| For You. [https://lena-voita.github.io/nlp\\_course/word\\_embeddings.html](https://lena-voita.github.io/nlp_course/word_embeddings.html).

УДК 004.4

**Белокуров А.И., Жулева С.Ю.**

## **РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье описана разработка серверной части образовательной платформы для онлайн обучения с использованием основных технологий для работы сайтов.

В настоящее время каждый может получить знания в любой интересующей его области, не выходя из дома, используя различные интернет-ресурсы. Однако проблема таких ресурсов заключается в том, что информация в них, в большинстве случаев, неструктурированная и неактуальная. Именно поэтому лучше всего получать знания используя образовательные платформы, в которых изучаемый материал представлен в структурированном виде в упорядоченных модулях. Создание подобных ресурсов делает процесс обучения более продуктивным в освоении.

Разработка платформы будет осуществляться с использованием следующих технологий и языков программирования: html, css, js, java, maven, spring boot, docker, jpa и hibernate, H2. Приложение будет развернуто на облачной PaaS-платформе Heroku.

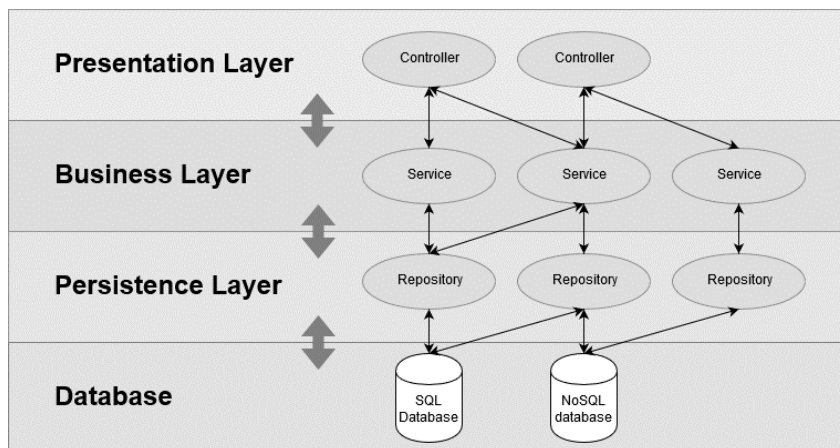


Рис.1. Схема слоев приложения

Инструмент Maven предназначен для автоматизации сборки проектов. Одна из главных особенностей фреймворка — это декларативное описание проекта. При этом разработчик не уделяет внимание каждому аспекту сборки, все необходимые параметры настроены по умолчанию. Изменения вносятся в случае отклонения от стандартных настроек [1].

Spring Boot — это полезный проект, целью которого является упрощение создания приложений на основе Spring. Он позволяет наиболее простым способом создать web-приложение, требуя от разработчиков минимум усилий по его настройке и написанию кода. Spring Boot обладает большим функционалом, но его наиболее значимыми особенностями являются: управление зависимостями, автоматическая конфигурация и встроенные контейнеры сервлетов [2].

JPA (Java Persistence API) — это спецификация Java EE и Java SE, описывающая систему управления сохранением java-объектов в таблицы реляционных баз данных в удобном виде. Сама Java не содержит реализации JPA, однако существует много реализаций данной спецификации от разных компаний (открытых и нет). Это не единственный способ сохранения java-объектов в базы данных (ORM систем), но один из самых популярных в Java мире.

ORM устраняет несоответствие между объектной моделью и реляционной базой данных. Технология ORM преобразует объекты в реляционные данные и обратно.

Hibernate — одна из наиболее популярных реализаций ORM-модели. Объектно-реляционная модель описывает отношения между программными объектами и записями в БД [3].

Hibernate имеет многоуровневую архитектуру и позволяет работать, даже не зная базовых API, реализующих объектно-реляционное сопоставление (Рис.1). Hibernate находится между Java-приложением и базой данных. Архитектура Hibernate подразделяется на четыре уровня:

1. уровень Java-приложения;
2. уровень фреймворка;
3. уровень API;
4. уровень базы данных.

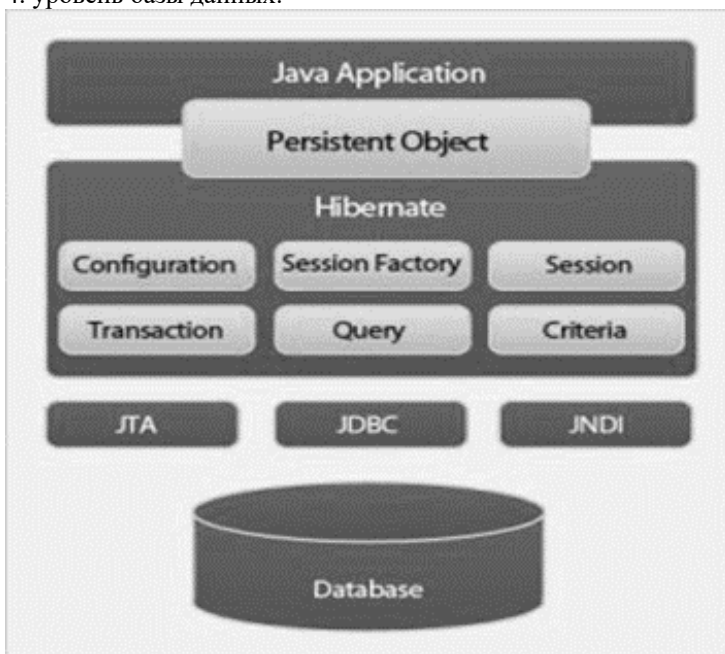


Рис.2. Схема слоев приложения

H2 — это система управления реляционными базами данных, написанная на Java. Она может быть встроена в Java-приложение или запущена в режиме клиент-сервера.

Разрабатываемая платформа предусматривает подключение ресурсов для обучения по разным направлениям подготовки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сергей Штукатуров. Краткое знакомство с Maven [Internet]. [cited 2019 Feb 25]. Available from: <https://tproger.ru/articles/maven-short-intro>
2. Introducing Spring Boot [Internet]. Spring Boot Documentation. [cited 2018 Mar 13]. Available from: <https://dzone.com/articles/introducing-spring-boot>
3. Рудольф Коршун. Java Hibernate [Internet]. Hibernate Academy. 2022 [cited 2021 Nov 5]. Available from: <https://medium.com/nuances-of-programming/java-hibernate>

УДК 614.1

**Исаева М.А.**

### РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ СОСТАВЛЕНИЯ СТАНДАРТНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В данной работе рассмотрено применение метода анализа иерархий в сфере здравоохранения. Показано, что при применении этого метода можно принять нужное решение в сфере здравоохранения, чтобы улучшить качество медицинской помощи или решить ряд других важных проблем.

На современном этапе развития здравоохранения оказание медицинских услуг населению являются основными задачами в управлении здравоохранением. В связи с этим разработка и создание эффективных систем управления качеством медицинской помощи является одним из актуальных вопросов реформирования здравоохранения.

Обеспечение качества медицинской помощи одна из наиболее важных и наиболее сложно решаемых задач здравоохранения. Управление качеством работы медицинских организаций в целом без сомнения является очень важной и актуальной проблемой.

Чтобы разработать программное обеспечение информационной системы, предоставляющей возможность поддержки принятия решения в сфере здравоохранения, использование которой будет способствовать повышению эффективности работы поликлиники, переходу на качественно новый уровень обслуживания пациентов, которая будет удобна для использования как со стороны пациента, так и со стороны сотрудника поликлиники, нужно изучить различные методы принятия решений, затем выбрать самый подходящий и реализовать его. После изучения различных методов принятия решений для реализации

поддержки принятия решений в сфере здравоохранения был выбран метод анализа иерархии (МАИ).

В результате матричного анализа данный метод позволяет выделить наиболее предпочтительную альтернативу исходя из оценок и значимости критериев, выбранных лицами принимающих решения (ЛПР). Несмотря на кажущуюся простоту и линейность данного метода он является достаточно действенным инструментом [2].

К достоинствам данного метода можно отнести простоту и однозначность получаемых результатов. МАИ можно рекомендовать к применению во многих сферах деятельности, включая государственное управление, ведение бизнеса, сфера здравоохранения (например, задачи выбора сценария развития медицинского обслуживания в поликлинике).

Идея метода состоит в следующем.

*Имеется:* общая цель решения задачи; критерии оценки альтернатив; альтернативы.

*Нужно:* выбрать наилучшую альтернативу.

Подход состоит из этапов.

1. Структуризация задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями. А именно: цели – критерии – альтернативы.
2. Парное сравнение элементов каждого уровня лицом, принимающим решения. Результаты сравнения имеют числовой характер.
3. Вычисление коэффициентов важности для элементов каждого уровня. Проверка согласованности суждений ЛПР.
4. Синтез приоритетов альтернатив относительно главной цели. Выбор лучшей альтернативы. Оценка общей согласованности иерархии.

Для реализации МАИ изобразим иерархическое представление задачи выбора сценария развития медицинского обслуживания, например, в поликлинике.

### **Алгоритмы «Реализации сбора данных» и «Реализации получения результата методом анализа иерархии»**

Алгоритм «Реализация сбора данных» представляет собой:

- ввод количества критериев, ввод количества альтернатив;
- ввод названий критериев, ввод названий альтернатив;
- обновление базы данных;
- формирование опросников для сотрудников, пациентов и составителя;
- заполнение и отправка оценок составителем;
- обновление базы данных;
- вывод сообщения об обновлении опросника.

Алгоритм «Реализации получения результата методом анализа иерархии» представляет собой:

- заполнение и отправка оценок пациентами;
- заполнение и отправка оценок сотрудниками;
- обновление базы данных;
- иерархический синтез;
- вывод результатов.

Выше представлены алгоритмы для реализации модели составления стандартной программы для поддержки принятия решений методом анализа иерархии. После ввода данных, программа формирует и обновляет заданные опросники для пациентов и сотрудников для того, чтобы после их прохождения несколькими пользователями выдать актуальное решение, которое нужно предпринять в поликлинике, например, по улучшению качества медицинского обслуживания (Рисунок 3), выдачи премии (Рисунок 2) и так далее.

Все данные (названия критериев и альтернатив в том числе) записываются в базу данных. При составлении матриц берутся последние записи из таблиц, кроме данных при опросе пациентов и сотрудников на страницах «Опрос пациенту» и «Опрос сотруднику» (берется среднее арифметическое, но для начала строки с данными об оценках матриц парных сравнений, которые не удовлетворяют отношению согласованности, строки с данными не зарегистрированного в поликлинике пользователя, строки, содержащие повторное ФИО пользователя в таблице, удаляются). Страницы «Опрос пациенту» и «Опрос сотруднику» обновляются при каждом новом варианте разработки решения (при разработке нового решения старые данные удаляются). Были разработаны таблицы, изображенные на рисунке 1.

Модель будет состояться для четырехуровневой иерархии. Уровень  $L_0$  – это главная цель «Повышение качества медицинского обслуживания» (Рисунок 3). Уровень  $L_1$  – это заинтересованные лица «Пациенты» и «Сотрудники». Уровень  $L_2$  – это множество критериев, которые вводит главный врач. Уровень  $L_3$  – это возможные альтернативы, которые вводит главный врач. Примеры графического представления иерархий, содержащих четыре уровня, приведены на рисунках 2 и 3.

Все эти примеры можно использовать для решения в соответствующей программе. Программное обеспечение должно реализовать сайт, имеющий обратную связь с пользователями, которые при желании могут пройти опросники и оставляют свое мнение, а именно оценки при выборе. Система также позволит составлять эти опросники, чтобы их проанализировать и принять в дальнейшем нужное решение в сфере здравоохранения, чтобы улучшить качество медицинской помощи или решить ряд других важных проблем. Управление качеством работы



медицинских заведений в целом без сомнения является очень важной и актуальной проблемой.

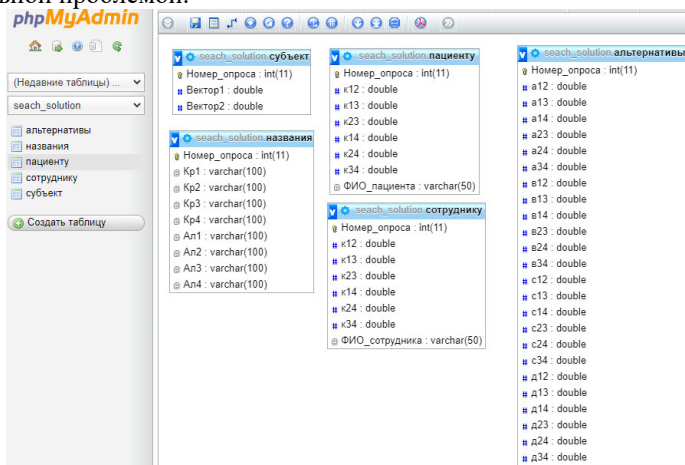


Рис. 1. Список таблиц, использовавшие при реализации поиска решения

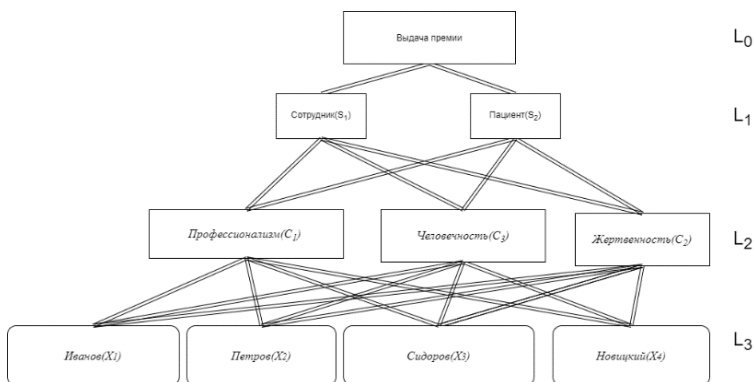


Рис. 2. Иерархическое представление задачи выбора сценария для выдачи премии сотрудникам поликлиники

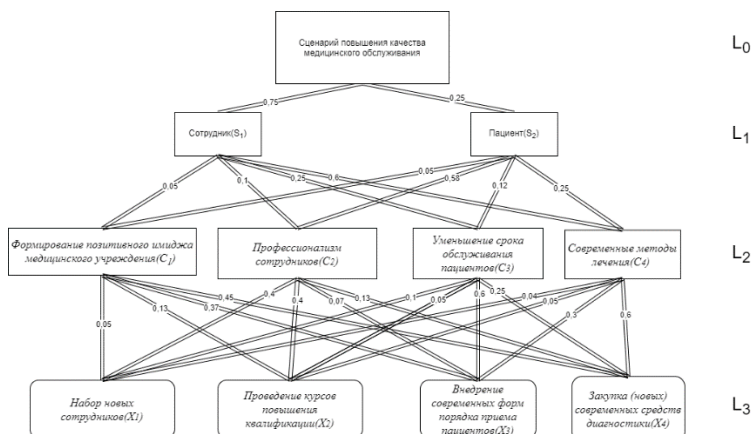


Рис. 3. Иерархическое представление задачи выбора сценария развития медицинского обслуживания

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
2. Метод анализа иерархий [Электронный ресурс] // [https://ru.wikipedia.org/wiki/URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_анализа\\_иерархий](https://ru.wikipedia.org/wiki/URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_анализа_иерархий) (дата обращения: 02.11.2021).

УДК 004.942

Костиков М.Г., Юров Т.В.

## ИССЛЕДОВАНИЕ, ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАСЧЁТА РЕАКЦИИ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ КОНТУРОВ НА ИМПУЛЬСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье приводятся результаты научно-исследовательской работы по анализу и выбору средств расчёта реакции индуктивно связанных контуров на заданный импульсный сигнал при всех режимах их работы от аperiodических до слабоколебательных.

При ранее проделанных исследованиях реакций на импульсные сигналы индуктивно связанных контуров (ИСК) [1-5] была обнаружена необходимость в информационной системе для эффективного получения и сопоставления характеристик передаваемых сигналов. Настоящая публикация посвящена выявлению способа ускорить процесс сравнения характеристик ИСК для импульсных сигналов.

Вычисление данных для сравнения характеристик ИСК – это длительный процесс. Действиями, на которые больше всего затрачивается время при расчётах, являются: получение формулы реакции, нахождения характеристик реакции. Все типы передаваемых сигналов описываются формулами реакции на сигнал, но в силу особенностей ИСК, формула реакции будет разной в зависимости от режима работы ИСК. Схема определения конечной формулы представлена на рисунке 1.

## Выбор конечной формулы реакции

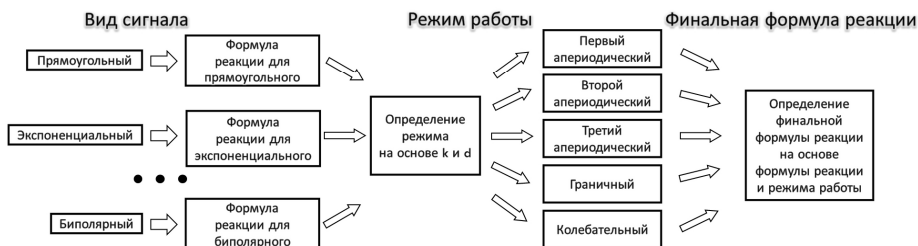


Рис. 1. Определение формулы реакции

Выходная формула зависит от трёх параметров: коэффициента связи между контурами  $k$ , коэффициента затухания  $d$  и длительности сигнала  $\tau$ . Реакция при конкретных значениях  $k$ ,  $d$ ,  $\tau$  представлена на рисунке 2. Эта реакция описывается формулами 1-3.

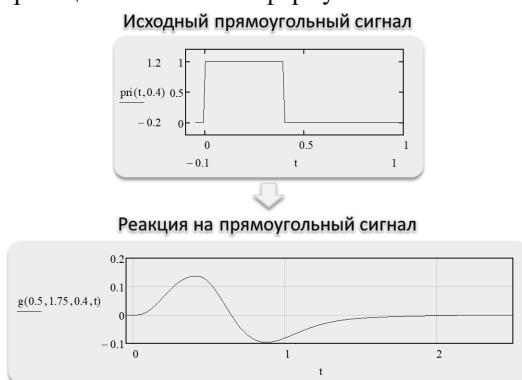


Рис. 2. График формулы реакции ИСК

$$\text{pri}(t, \tau) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ 1, & t \leq 0.4, \\ 0, & t > \tau. \end{cases} \quad (1)$$

$$g(k, d, \tau, t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ s(k, d, t), & t \leq \tau, \\ s(k, d, t) - s(k, d, t - \tau), & t > \tau, \end{cases} \quad (2)$$

где  $s(k, d, t)$  при  $k=0.5$ ,  $d=1.75$  равно:

$$s(k, d, t) = \left( \frac{\sinh\left(\sqrt{d^2 - \frac{4}{1+k}} \pi t\right)}{\sqrt{d^2 - \frac{4}{1+k}}} - \frac{\sin\left(\sqrt{\frac{4}{1-k} - d^2} \pi t\right)}{\sqrt{\frac{4}{1-k} - d^2}} \right) \exp(-\pi d t) \quad (3)$$

Для реальных задач, связанных со сравнением характеристик, требуется многократно проводить моделирования экспериментов. При моделировании эксперимента необходимо получать характеристики каждой полуволны: момент амплитуды, значение амплитуды, длительность полуволны, при этом каждая последующая характеристика вычисляется на основе предыдущих.

Для оптимизации процесса сравнения характеристик была создана база данных, в которой хранятся все ранее полученные характеристики реакций. При повторных анализах это позволяет не вычислять функции, содержащие сложные математические операции. Логическая модель базы данных представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Логическая модель базы данных

Процесс моделирования эксперимента модифицирован с учётом возможности хранения и получения ранее рассчитанных характеристик из базы данных. UML-диаграмма изменённого алгоритма сравнения результатов экспериментов представлена на рисунке 4.



Рис. 4. Модифицированный процесс сравнения характеристик

В исследовании было проведено сравнительное тестирование на двух стендах: в программе MathCad [6] и в программе, созданной с применением языка программирования C# [7], которая способна рассчитывать значения характеристик самостоятельно или использовать базу данных для получения ранее вычисленных характеристик, во избежание повторных расчётов.

Эксперимент заключается в получении характеристик первых двух полувольт реакции ИСК. После получения формулы реакции, аналогичной той, что приведена на рисунке 2, используется производная для нахождения момента амплитуды первой полувольты ( $t_{ma1}$ ), это значение подставляется в формулу реакции ИСК для нахождения значения амплитуды первой полувольты ( $ma1$ ), далее находится момент конца полувольты ( $dl1$ ). Аналогичные характеристики получаются для второй полувольты ( $t_{ma2}$ ,  $ma2$ ,  $dl2$ ), но за начальную точку берётся момент  $dl1$ .

При применении программы MathCad было замерено время работы для получения характеристик первых двух полувольт реакций ИСК на экспоненциальные сигналы с постоянными значениями  $k$ ,  $d$ ,  $t$ : 0.5 мкс.,

1.5 мкс., 0.4 мкс.; с диапазонами значений  $k$ ,  $d$ ,  $\tau$ : 0.2 – 0.7 мкс., 1.5 – 4 мкс., 0.1 – 0.45 мкс.; с несколькими  $k$ ,  $d$ ,  $\tau$ : [0.2, 0.3, 0.4] мкс., [1.5, 2.5, 3.5] мкс., [0.25, 0.35, 0.45] мкс. При данных входных параметрах получается сто сорок четыре эксперимента, в каждом определяется по шесть характеристик. Результаты работы программы MathCad представлены на рисунке 5. Вычисление заняло 563 секунды.

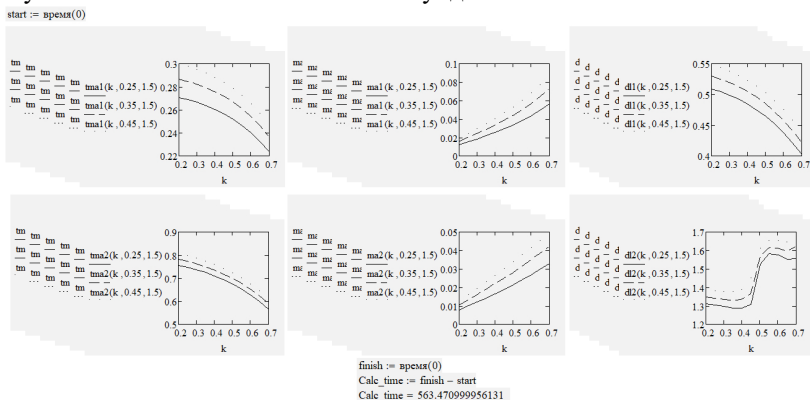


Рис. 5. Построение графиков характеристик в MathCad

Аналогичное исследование было проведено в программе, написанной при помощи языка C#. Результат представлен на рисунке 6. При вычислении данных программа затратила 5 минут и 12 секунд. При наличии вычисленных характеристик в базе данных, программа затратила 21 секунду.

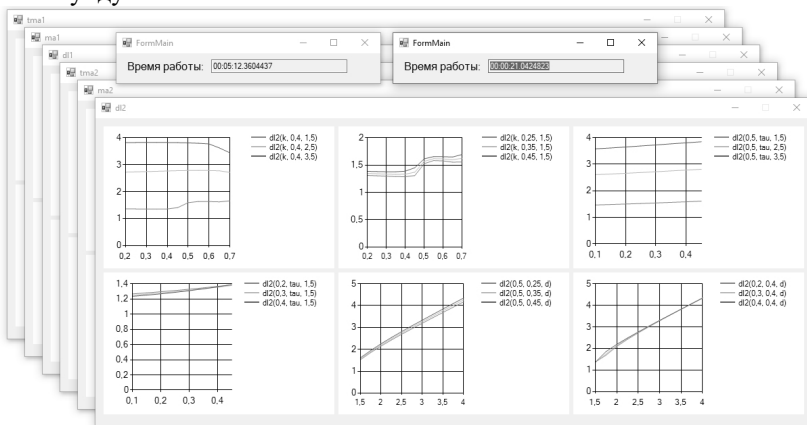


Рис. 6. Построение графиков характеристик в программе на языке C#

Подводя итоги исследования, можно заметить, что с использованием базы данных время получения графиков сравнения

характеристик реакций ИСК на заданные импульсные воздействия, сократилось в 27 раз по сравнению вычислением в программе MathCad. При многочисленных повторных анализах данных этот способ сравнения позволяет экономить общее затрачиваемое время исследования ИСК.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Зилотова М.А., Карасев В.В. Анализ эффективности некоторых способов возбуждения индуктивно связанных контуров // Современные инновации в науке и технике: Сб. науч. тр. IV межд. науч.-техн. конф., г. Курск, 17 апреля 2014 г. / Мин-во образования и науки РФ, Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2014. – Т.2. – С. 131-134.

2. Карасев В.В., Кольцов Д.Б. Слабоколебательные реакции индуктивно связанных контуров на экспоненциальный импульс // Современные материалы, техника и технологии, 2016. – № 5 (8). – С. 97-102.

3. Карасев В.В., Юров Т.В. Реакция индуктивно связанных контуров в слабоколебательных режимах на синусоидальный импульс // Качество в производственных и социально-экономических системах. Сборник научных трудов 8-й международной научно-технической конференции, 2020. – С. 169-174.

4. Карасев В.В., Юров Т.В. Исследование реакции индуктивно связанных контуров в слабоколебательных режимах на биполярные прямоугольные импульсы // Перспективное развитие науки, техники и технологий. Сборник научных статей 10-ой Международной научно-практической конференции, 2020. – С. 61-65.

5. Карасев В.В., Юров Т.В. Сквозные по затуханию характеристики реакций индуктивно связанных контуров на экспоненту // Качество в производственных и социально-экономических системах. Сборник научных статей 10-й Международной научно-технической конференции, 2022. – С. 172-176.

6. Mathcad: Math Software for Engineering Calculations | Mathcad [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mathcad.com/en/>, свободный. Дата обращения: 14 апреля 2022 г.

7. Руководство по программированию на C# | Microsoft Docs [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/>, свободный. Дата обращения: 14 апреля 2022 г.

УДК 004.032.26

Кузовлев Р.Г.

## АНАЛИЗ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТОРГОВЫХ СИСТЕМАХ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье кратко рассматриваются нейронные сети, применяемые для анализа финансовых временных рядов. Их принципе работы, достоинства и недостатки.

Процесс обработки данных для прогнозирования дальнейшего поведения рынка с помощью нейронных сетей можно разделить на следующие этапы:

1. Сбор данных.
2. Предобработка данных.
3. Разработка и внедрение модели. Выбирается тип модели, параметры и создается архитектура сети в целом.
4. Тестирование модели.
5. Оптимизация.

На текущий момент в торговых системах часто используют модели многослойный персептрон и долгая краткосрочная память.

Многослойный персептрон – это класс искусственных нейронных сетей прямого распространения. Данная сеть может состоять как минимум из трех слоев: входного, скрытого и выходного. Схема этой нейронной сети представлено на рисунке 1.

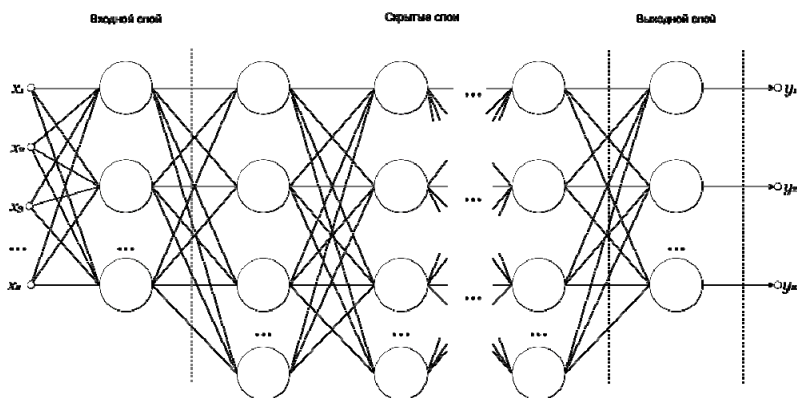


Рис. 1. Нейронная сеть "Многослойный персептрон"

Внутри сети все нейроны используют нелинейные (сигмоидальные) функции активации: логистическая или гиперболический тангенс,



исключением могут быть нейроны входного слоя. Обучение такой сети происходит с учителем по алгоритму обратного распространения ошибки. В основе алгоритма использование выходной ошибки нейронной сети для вычисления величин коррекции весов нейронов в ее скрытых слоях лежит формула (1):

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (y - y')^2, \quad (1)$$

где  $k$  – число выходных нейронов сети;

$y$  – целевое значение;

$y'$  – фактическое выходное значение.

Алгоритм является пошаговым и итеративным. На каждой итерации происходит прямой и обратный проходы сети. При прямом проходе входной вектор распространяется от входов сети к ее выходам, формируется некоторый выходной вектор, соответствующий текущему (фактическому) состоянию весов. После вычисляется ошибка нейронной сети как разность между фактическим и целевым значениями. Обратный проход позволяет передать эту ошибку от выхода сети к ее входам, и производится коррекция весов нейронов в соответствии с правилом (2):

$$\Delta \omega_{j,i}(n) = -\eta \frac{\partial E_{av}}{\partial \omega_{ij}}, \quad (2)$$

где  $\omega(j,i)$  – вес  $i$ -й связи  $j$ -го нейрона;

$\eta$  – параметр скорости обучения, который позволяет дополнительно управлять величиной шага коррекции  $\Delta \omega(j,i)$  с целью более точной настройки на минимум ошибки и подбирается экспериментально в процессе обучения (изменяется в интервале от 0 до 1).

На практике обучение продолжают не до точной настройки сети на минимум функции ошибки, а до тех пор, пока не будет достигнуто достаточно точное его приближение. Это позволяет избежать переобучения сети и уменьшить число итераций обучения.

В настоящее время многослойные персептроны по-прежнему являются популярными инструментом анализа данных и входят в большинство платформ бизнес-аналитики. К преимуществам алгоритма обратного распространения ошибки относятся простота реализации и устойчивость к аномалиям и выбросам в данных. Недостатками данной сетевой модели являются нехватка памяти и отсутствие возможности определения что случилось в предыдущих тренировочных данных и как это может повлиять на будущие тренировочные данные.

Долгая краткосрочная память или LSTM сеть – это искусственная рекуррентная нейронная сеть. Данная сеть основана на принципе накопления «мыслей», которые могут влиять друг на друга. Как, например, люди понимают слова и их смысл в предложении на основе

уже прочитанных слов. Простые нейронные сети лишены этой возможности, что является существенным недостатком. В рекуррентных нейронных сетях сохранение информации реализовано путем обратной связи, представленной на рисунке 2.

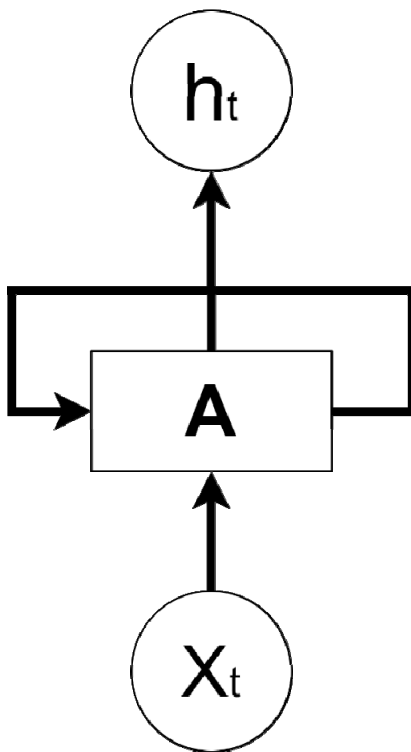


Рис.2. Фрагмент рекуррентной нейронной сети с обратной связью

Способность использовать предшествующую информацию для решения текущей задачи, что очень важно при работе с финансовыми временными рядами. Для выполнения задачи иногда требуется только недавняя информация, например предсказания слова на основе предыдущих. Однако необходимая информация также может оказаться «далеко» от места, где она востребована. При большом «расстоянии» рекуррентная нейронная сеть теряет способность использовать подобную информацию. LSTM сеть была разработана, чтобы решить проблему долговременных зависимостей. Все рекуррентные нейронные сети представляют структуру с единственным слоем функции активации «гиперболический тангенс». Эта структура показана на рисунке 3.

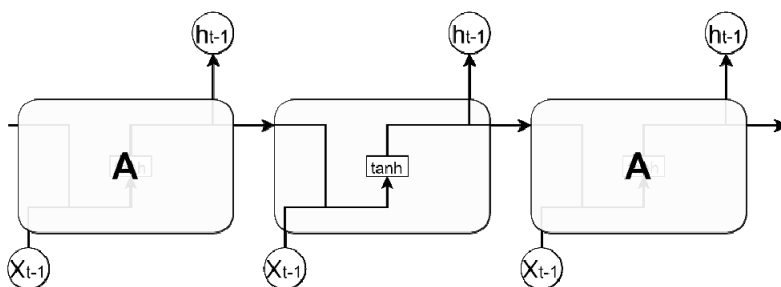


Рис.3. Повторяющийся модуль рекуррентной сети, состоящий из одного слоя

LSTM сеть представлена такой же цепочкой из повторяющихся модулей. Однако структура модуля иная и состоит из четырех слоев. Показана на рисунке 4.

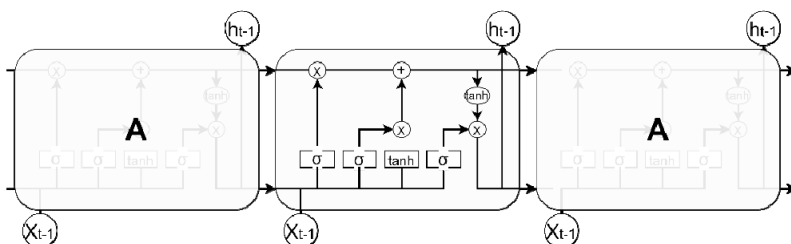


Рис.4. Повторяющийся модуль LSTM сети, состоящий из четырех слоев

На первом этапе необходимо решить какая информация будет удалена из ячейки. Это решение принимается сигмовидным слоем, на основе входных данных, он возвращает число от 0 до 1. 0 означает «полностью удалить», а 1 – полностью сохранить.

Следующий шаг решает какая информация будет сохранена. Сигмоидальный слой определяет какие значения следует обновить, а затем  $\tanh$ -слой (слой с функцией активации «гиперболический тангенс») строит вектор новых значений-кандидатов. Далее старое состояние ячейки меняется на новое.

На последнем шаге нужно определить какая информация будет сформирована на выходе. Выходные данные будут основаны на текущем состоянии ячейки, к которому применяются некоторые фильтры. Сигмоидальный слой решает какую информацию получать из состояния ячейки.  $\tanh$ -слой на основе состояния ячейки выдает значение из диапазона от -1 до 1 и перемножается с выходными значениями

сигмоидального слоя, что позволяет получить только необходимую информацию.

Преимуществами данной сети является то, что она способна моделировать долгосрочные зависимые последовательности. Из основных недостатков можно выделить увеличение вычислительной сложности из-за большого количества параметров для обучения, а также увеличение потребления памяти.

Даже использование известных архитектур этих сетей дает результат прогнозирования только в 50%. Что означает, что нужно дальше искать способы модифицирования данных сетей или другие варианты использования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Nick Moyes. Long short-term memory. [Электронный ресурс] / Nick Moyes // Wikipedia. — 2022. — Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Long\\_short-term\\_memory](https://en.wikipedia.org/wiki/Long_short-term_memory).
2. Manurung, A. H. Algorithm and modeling of stock prices forecasting based on long short-term memory / A. H. Manurung // ICIC Express Letters. — 2018. — Т. 12, № 12. — С. 1277.
3. Сергеев, А. П. Введение в нейросетевое моделирование / Сергеев, А. П., Д. А. Тарасов // Электронный научный архив УрФУ. — 2017. — Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/53028>.
4. Robert Keim. How to Train a Multilayer Perceptron Neural Network. [Электронный ресурс] / Robert Keim // All about circuits. — 2020. — Режим доступа: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/how-to-train-a-multilayer-perceptron-neural-network/>.

УДК 004.421

**Иванова Е.С.**

### АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ АЦП И РАСЧЕТА АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье предлагается алгоритм обработки результатов АЦП и расчета абсолютного давления.

В основе работы электронного преобразователя лежит непосредственная зависимость измеряемого давления от электрических характеристик, например, сопротивления.

Из всех методов измерения сопротивлений наиболее точным является мостовой метод [1]. Самая распространённая схема — четырёхплечевой мост Уитстона (рисунок 1).

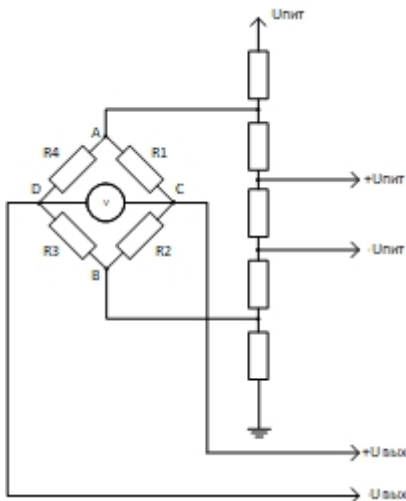


Рис. 1. Четырехплечевой мост Уитстона

Напряжение с измерительной диагонали моста (между вершинами C-D) –  $U_{\text{вых}}$  почти линейно зависит от давления. Необходимо также учитывать зависимость сопротивления тензомоста от температуры, поэтому, зная  $I_{\text{пит}}$ , и, измерив напряжение с питающей диагонали (между вершинами A-B) –  $U_{\text{пит}}$ , можно оценить сопротивление моста.

Давление будем вычислять как функцию двух переменных  $p = f(U_{\text{вых}}, U_{\text{пит}})$ .

Алгоритм обработки результатов аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и расчета давления удобно представить в виде диаграммы автомата в UML-нотации [2]. Диаграмма автомата, изображенная на рисунке 2, иллюстрирует работу задачи по расчету давления.

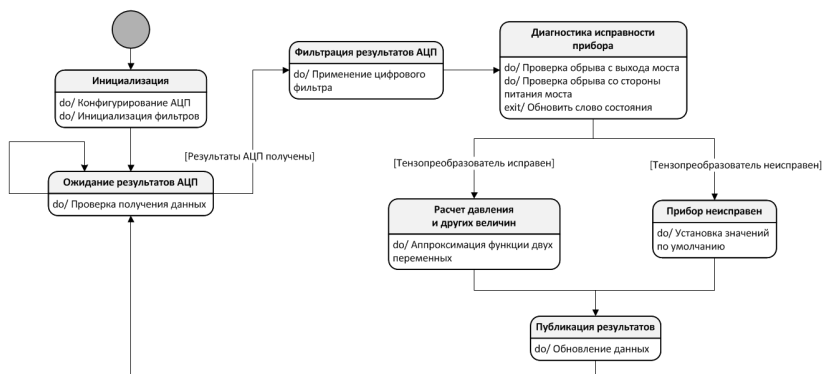


Рис. 2. Диаграмма автомата

Рассмотрим каждое состояние автомата подробнее.

«Инициализация»: начальное состояние автомата. Конфигурирование АЦП, входящего в состав микроконтроллера, подразумевает настройку тактирования, настройку используемых каналов и коэффициентов усиления по каждому из них, а также задание некоторой первичной конфигурации. Производится инициализация медианных фильтров.

При нахождении в состоянии «Ожидание результатов АЦП» выполняется ожидание на семафоре результатов АЦП по двум каналам: с измерительной диагонали – для получения  $U_{\text{изм}}$  и питающей диагонали – для получения  $U_{\text{пит}}$ . Если семафор становится доступен, то переходим в состояние «Фильтрация результатов АЦП», в котором применяем цифровой фильтр (или их комбинацию) и переходим в состояние «Диагностика неисправности прибора».

В состоянии «Диагностика неисправности прибора» необходимо проверить обрыв со стороны питания и выхода тензомоста. При выходе обновляем слово состояния прибора.

Если неисправность тензопреобразователя не зафиксирована, то переходим в состояние «Расчет давления и других величин». Вычисляем  $U_{\text{изм}}$ ,  $U_{\text{пит}}$  в базовых единицах и абсолютное давление как функцию двух переменных  $P = f(U_{\text{изм}}, U_{\text{пит}})$ . При необходимости выполняется усреднение результатов вычисления давления с помощью экспоненциального фильтра.

При фиксации неисправности тензопреобразователя переходим в состояние «Прибор неисправен», где устанавливаем значения по умолчанию (заведомо большие).

Переход в состояние «Публикация результатов» осуществляется как из состояния «Расчет давления и других величин», так и из состояния

«Прибор неисправен». Из промежуточных переменных заносим результаты в глобальную структуру ядра, обновляем слово состояния. Следующим шагом осуществляем переход в состояние «Ожидание результатов АЦП» для нового цикла преобразований.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шушкевич, В.А. Основы электротензометрии / В.А. Шушкевич.- Минск: Высшейшая школа, 1975. - 352 с.4
2. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Введение в UML от создателей языка. 2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 496 с.: ил.

УДК 004.93'1

**Артамонов А.Ю., Заикин С.Ю., Пасынков М.И., Ужегова М.Н.**

### **АЛГОРИТМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛАСТИ НАХОЖДЕНИЯ ВОЛЕЙБОЛЬНОГО МЯЧА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

Рассматривается алгоритм предварительной обработки изображения для ускорения процесса обнаружения на нем волейбольного мяча с помощью нейронной сети.

Несмотря на развитие технологий компьютерного зрения, ведение счета и оценка спорных моментов на спортивных мероприятиях, в том числе по волейболу, производится судейским составом в ручном режиме, что занимает длительное время и может приводить к ошибочным решениям. В связи с этим предлагается разработать систему отслеживания положения волейбольного мяча на площадке для автоматизированного ведения счета и решения таких вопросов, как выход мяча за границы игровой площадки, касание мяча игроками и т.д.

На первом этапе разработки была обучена модель сверточной нейронной сети, определяющая изображения волейбольного мяча [3]. Однако модель-классификатор позволяет обрабатывать только те изображения, на которых мяч занимает большую площадь. Таким образом, требуется провести предварительную обработку общего изображения, выделив на нем некоторые области, и передать нейронной сети лишь эти области.

В качестве первого решения этой проблемы предлагалось разделять общее изображение на квадраты размером 32x32 пикселя. Однако обработка изображения с разрешением 1280x720 пикселей в этом случае занимала 3-4 минуты (рисунок 1), что не подходит для решения задачи в режиме реального времени.

Для уменьшения количества областей изображения, передаваемых нейронной сети, предлагается алгоритмическим образом определять

контуры объектов, которые с наибольшей вероятностью являются волейбольным мячом. С учетом того, что волейбольный мяч практически всегда окрашен в одинаковые цвета, в качестве алгоритма определения контуров объектов был выбран цветовой фильтр, реализуемый средствами библиотеки OpenCV [1].

Вероятность обнаружения мяча: [98.493835] %    Вероятность обнаружения мяча: [99.87691] %  
 Время: 181.88853859901428 секунд    Время: 276.3595929145813 секунд

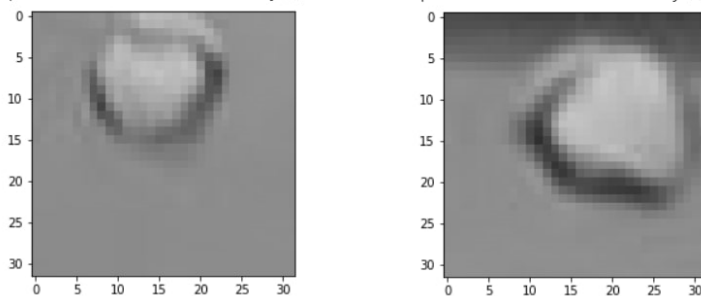


Рис. 2. Пример обнаружения волейбольного мяча на изображении

Цветовой фильтр – алгоритм, позволяющий выделять на изображении объекты по цветовому признаку. Для реализации этого алгоритма задаётся цветовой диапазон, который содержит в себе цвета необходимого объекта. В нашем случае это жёлтые оттенки мяча.

В результате применения цветового фильтра получается черно-белое изображение (рисунок 2), на котором белым цветом выделяются области, входящие в заданный цветовой диапазон.



Рис. 3. Применение цветового фильтра

Далее с помощью полученного черно-белого изображения методом `findContours()` библиотеки OpenCV [2] определяются контуры на основном изображении (рисунок 3).

Те контуры, площадь которых соответствует площади мяча (от 40 до 250 пикселей), передаются нейронной сети. Контур, получивший наибольшую оценку, принимается за искомый контур волейбольного мяча.





Рис. 4. Определение контуров на изображении (слева), искомый контур (справа)

Таким образом, был разработан алгоритм предварительной обработки изображения перед передачей его нейронной сети, что позволило ускорить процесс обнаружения мяча на изображении. Полученная система обрабатывает от 5 до 25 кадров в секунду в зависимости от настроек цветового фильтра. Однако при увеличении скорости обработки сокращается точность обнаружения мяча. Поэтому в качестве следующего этапа разработки предлагается поиск более эффективного метода предварительной обработки изображения для достижения лучшей скорости обнаружения без потери точности.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Howse J., Joshi P., Beyeler M. OpenCV: Computer Vision Projects with Python. UK: Packt Publishing Ltd. 2016. – 539 с.
2. Joshi P., Escriva D. M., Godoy V. OpenCV By Example. UK: Packt Publishing Ltd. 2016. – 270 с.
3. Артамонов А.Ю., Заикин С.Ю., Пасынков М.И., Ужегова М.Н. Применение технологии машинного обучения для обнаружения волейбольного мяча на изображении // Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2022. с. 20-23.

УДК 519.95

**Бабкин Д.И.**

### АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С СЕРДЦА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В данной работе рассматриваются и анализируются методы обработки ЭКГ сигнала с сердца, а также разработан виртуальный блок для считывания и работы с данными.

В процессе работы сердца, оно издаёт звуки, которые можно зарегистрировать с помощью специального прибора-фонокардиографа. Полученный сигнал с данного аппарата проходит обработку через

виртуальную программную систему в среде Labview. Для того чтобы найти параметры работы сердца выявить патологию или другие нарушения в работе органа, нужно провести анализ данных полученных с ЭКГ записей, данные записи загружаются в компьютер на котором по известным формулам идёт расчёт амплитуды и частоты ЭКГ сигналов, также сигнал будет проходить через обработку, выводиться на экран, масштабироваться и проходить через фильтры четвёртого порядка. Исследования будут проводится в сборе и анализе данных, полученных со специальных приборов таких как фонокардиографов или кардиомоторов в реальном времени при этом для удобства, мы можем просто использовать банк уже известных и собранных данных для оценки параметров работы сердечной системы. В ходе анализа исследуются как временные характеристики: последовательность и длительность интервалов, так и амплитудные: max и min сигнала. Классическая структурная схема канала ЭКГ приведена на рисунке номер 1. Основная задача структурной схемы фонокардиографа является использование USB интерфейса для приёма готовых данных по ЭКГ сигналу для компьютера. Основной нашей целью является разработка программной системы для компьютера, поэтому от части структурной схемы до USB интерфейса мы можем абстрагироваться и в будущем принимать во внимание только программное обеспечение разработанную в среде Labview. А для того, чтобы сигнал с сердца поступал в читаемой форме было принято решение построить структурную схему фильтрации электрокардиосигнала. А после этого был написан программный системный блок, для канала ЭКГ, который позволит исследовать параметры сердечных ритмов. Что в свою очередь даёт возможность к разработке более масштабной системы исследования.



Рис. 1. Структурная схема фильтрации сигнала ЭКГ.

### **Разработка упрощенной блок-диаграммы виртуального прибора для канала ЭКГ**

#### **Вывод исходного сигнала**

Собранный сигнал указывается в ключе Path. После он проходит конвертацию в другой формат, который с лёгкостью и без проблем понимаем наша программа. Этот сигнал проходит через фильтрацию,

проверку и последующую обработку, дальше строится огибающая, по которой находятся тах и min (см рис.2).

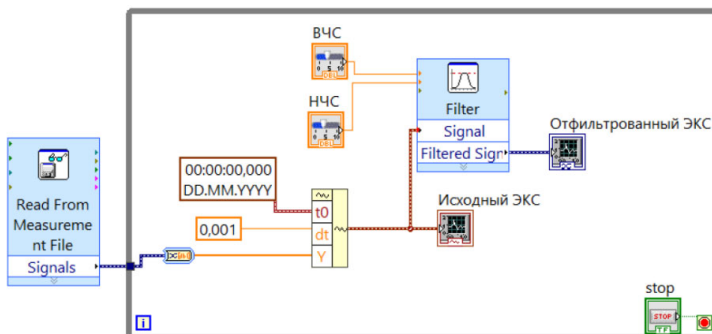


Рис. 2. Упрощенная концепция виртуального прибора.

Здесь можно увидеть блок считывания информации с файла, после идёт обработка и отделение шумов вчс и нчс, дальше этот сигнал переходит в графическую форму изображения, где мы уже можем выделить пики и вершины qrst комплексов. В дальнейшем было принято решение применить эвристический метод поиска всех параметров работы сердца.

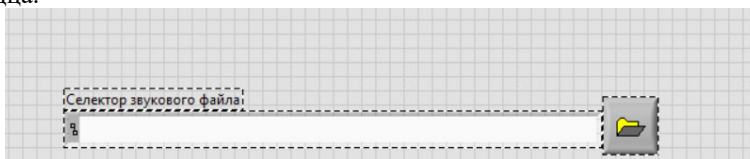


Рис.3. Выбор и считывание звукового файла и преобразование исходного сигнала

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. LabVIEW. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>, свободный доступ.
2. Physionet.org. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://physionet.org>, свободный доступ
3. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. Пособие / под ред. В.П. Федосова. – М.: ДМК Пресс. – 456с.
4. Клиническое значение исследования вариабельности сердечного ритма и методики ее оценки. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: [www.hrv.rcbkb.com/2010/05/klinicheskoe-znachenie-issledovaniya\\_7695.html](http://www.hrv.rcbkb.com/2010/05/klinicheskoe-znachenie-issledovaniya_7695.html), свободный доступ.

УДК 005.519.8

Головкин Н.В., Цуканова Н.И.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДОБРАБОТКИ ТЕКСТА НА ТОЧНОСТЬ  
МНОГОКЛАССОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», РязаньРассматриваются различные способы предобработки  
текста и их влияние на точность решения задачи  
многоклассовой классификации

В настоящее время для обработки текстов на естественном языке всё чаще применяются нейронные сети. Однако, чтобы получить более качественные результаты, текст, являющийся для них входными данными, необходимо предобработать. Это позволит повысить точность нейронной сети.

Чаще всего используемые способы предобработки текста зависят от конкретной задачи, но из всего этого множества можно выделить основные. Целью данной статьи является их рассмотрение и оценка.

Основными этапами предобработки текста являются:

- приведение слов к одному регистру;
- удаление символов пунктуации;
- удаление стоп-слов.

При приведении слов к одному регистру все слова в тексте приводятся к нижнему или верхнему регистру. Например, при приведении к нижнему регистру предложение «Термин *interpunctio* – римского происхождения, но само начало её неясно.» примет вид «термин *interpunctio* – римского происхождения, но само начало её неясно.», а при приведении к верхнему регистру – «ТЕРМИН INTERPUNCTIO – РИМСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, НО САМО НАЧАЛО ЕЁ НЕЯСНО.».

Чаще всего смысл текста остается понятным и после удаления из него символов пунктуации. Например, предложение «Термин *interpunctio* – римского происхождения, но само начало её неясно.» примет вид «Термин *interpunctio* римского происхождения, но само начало её неясно.».

Стоп-слова – это слова, которые часто встречаются в естественном языке, но при этом не несут большой смысловой нагрузки. Например, в русском языке это такие слова, как «а», «но», «и» и т.д. При удалении стоп-слов предложение «Термин *interpunctio* – римского происхождения, но само начало её неясно.» примет вид «Термин *interpunctio* – римского происхождения, само начало её неясно.».

В естественном языке существует множество слов, значения которых схожи, но написание различается окончаниями, приставками, суффиксами и т.д., что существенно усложняет предобработку текста. Для решения этой проблемы можно использовать стемминг и лемматизацию.

Стемминг – это нахождение основы слова. Основа слова не всегда совпадает с его корнем. Сам термин стемминг (stemming) образован от слова «stem» – ствол, стебель, основа. Например, при стемминге слова «работа», «работу», «работы» примут вид «работ».

Лемматизация – это приведения словоформы к лемме – её словарной форме. В русском языке словарными формами считаются следующие морфологические формы:

- для существительных – именительный падеж, единственное число;
- для прилагательных – именительный падеж, единственное число, мужской род;
- для глаголов, причастий, деепричастий – глагол в неопределённой форме несовершенного вида.

Например, при лемматизации слово «работы» примет вид «работа».

Для исследования влияния предобработки текста на точность нейронной сети был выбран набор данных на русском языке, состоящий из 14 классов. В каждом классе находится по 2000 примеров. Словарь состоит из 1000 наиболее часто встречающихся в тексте слов. Работа с нейронной сетью и предобработкой текста велась на языке программирования Python. В качестве основы нейронной сети была выбрана нейронная сеть LSTM, содержащая 100 блоков.

```
model = Sequential()  
model.add(Embedding(1000, 100,  
input_length=X_train.shape[1]))  
model.add(SpatialDropout1D(0.2))  
model.add(LSTM(100, dropout=0.2))  
model.add(Dense(Y_train.shape[1],  
activation='softmax'))  
model.compile(loss='categorical_crossentropy',  
optimizer='adam', metrics=['accuracy'])
```

Для стемминга применялась библиотека NLTK, а для лемматизации – PyMorphy2.

Результаты приведены в таблице 1. Под базовым вариантом понимается вариант без предобработки текста.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что предобработка текста действительно позволяет улучшить точность нейронной сети. В данном случае наибольший прирост точности обеспечил метод лемматизации и применение всех вышеперечисленных этапов – они позволили увеличить её на 6.5% в сравнении с базовым вариантом.

Таблица 1 – Результаты исследования

| Метод           | Этап                         | Точность | Отклонение от базового варианта |
|-----------------|------------------------------|----------|---------------------------------|
| Базовый вариант | -                            | 82.2%    | -                               |
|                 | Приведение к одному регистру | 83.8%    | +1.6%                           |
|                 | Удаление символов пунктуации | 83.6%    | +1.4%                           |
| -               | Удаление стоп-слов           | 85.4%    | +3.2%                           |
|                 | Все вышеперечисленные        | 86.7%    | +4.5%                           |
| Стемминг        | -                            | 86.3%    | +4.1%                           |
|                 | Приведение к одному регистру | 86.8%    | +4.6%                           |
|                 | Удаление символов пунктуации | 86.9%    | +4.7%                           |
|                 | Удаление стоп-слов           | 87.6%    | +5.4%                           |
|                 | Все вышеперечисленные        | 88.3%    | +6.1%                           |
| Лемматизация    | -                            | 86.1%    | +3.9%                           |
|                 | Приведение к одному регистру | 86.3%    | +4.1%                           |
|                 | Удаление символов пунктуации | 86.5%    | +4.3%                           |
|                 | Удаление стоп-слов           | 87.2%    | +5%                             |
|                 | Все вышеперечисленные        | 88.7%    | +6.5%                           |

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лейн Х. Обработка естественного языка в действии / Лейн Х., Хапке Х., Ховард К. — СПб.: Питер, 2020. — 576 с.
2. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем / пер. с англ. — СПб.: ООО “Альфа-книга”, 2018. — 688 с.

УДК 004.32.26

Шурыгина О.В., Цуканова Н.И.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ИЕРАРХИЧЕСКОГО КЛАССИФИКАТОРА ТЕКСТА ОТ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА АНСАМБЛЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

Рассматриваются вопросы применения ансамбля нейронных сетей для повышения точности иерархического классификатора текста.

На сегодняшний день автоматическая классификация текста, т.е. определение принадлежности текста к некой категории в условиях постоянно возрастающего объема используемой информации является актуальной и крайне интересной задачей. Для классификации текста в работе предлагается использовать нейронные сети.

Целью работы является исследование зависимости точности классификации текста от структуры и состава ансамбля нейронных сетей [1], принимающих решение о классе, к которому принадлежит новая статья.

Постановка задачи: на вход поступает текст произвольной длины и содержания. Этот текст нужно проанализировать и классифицировать по двум характеристикам, связанным между собой: раздел и тема. Раздел определяет список возможных тем. Может быть присвоено только одно значение для каждой характеристики.

| Техника / технология                                        | Созданные вещи                                         | Естественные / социальные науки                   |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Строительство / архитектура                                 | Государственные науки                                  | Математика                                        |
| Электроника / электронная техника / микро- и нанотехнологии | Экономика / бизнес                                     | Компьютерные и информационные науки               |
| Механика и машиностроение                                   | Наука об образовании                                   | Химические науки                                  |
| Химические технологии                                       | Социологические науки                                  | Наука о Земле / планетные и астрономические науки |
| Технологии материалов                                       | Геоэкология                                            | Биологические науки                               |
| Энергетика / возобновляемые источники энергии               | Социология и социальная психология                     | Физика                                            |
| Биотехнологии                                               | Суд (наука) / правовые науки / юриспруденция           |                                                   |
| Человеческие науки                                          | Самостоятельные науки                                  | Универсальные науки                               |
| Фундаментальная медицина                                    | Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство | История / археология                              |
| Климатическая медицина                                      | Животноводство / сельскохозяйственное производство     | Религия / философия / философия образования       |
| Наука о здоровье                                            | Ветеринарные науки                                     | Искусствоведение                                  |

Рис. 1. Иерархия разделов и тем

Набор возможных значений для каждой характеристики известен (рисунок 1). Имеется несколько тысяч уже классифицированных статей, которые можно использовать в качестве обучающей выборки. На рисунке





Успешность обучения нейронных сетей в значительной степени зависит от наличия и качества обучающей выборки. В большинстве подобных текстовых задач выборка неравномерная, что подтверждается рис.3,4 и добиться на ней хорошей точности не удастся. Полученные на основе такой выборки модели оказываются слабыми [1]. В этом случае для повышения точности классификации используются ансамбли моделей [1].

Ансамбль моделей – это совокупность независимых моделей, каждая из которых получает свой ответ (класс). Ассоциативно, ответы ансамбля можно сравнить с мнением нескольких экспертов, на основе которых нужно принять окончательное решение. При разработке ансамбля моделей необходимо решить следующие вопросы: 1) какие разновидности моделей должны войти в состав ансамбля; 2) выбрать архитектуру ансамбля (состав и связи между моделями); 3) определить стратегию принятия окончательного решения на основе нескольких ответов. К известным стратегиям относятся: стратегия большинства голосов и стратегия наиболее вероятного ответа.

В настоящей работе рассмотрены и проанализированы следующие конфигурации нейронных сетей при решении поставленной задачи:

1. Нейронная сеть на основе LSTM слоя, классифицирующая текст по темам.

2. Нейронная сеть на основе сверточного слоя, классифицирующая текст по темам.

3. Ансамбль нейронных сетей на основе LSTM слоя и сверточного слоя. Если нейронные сети возвращают разные результаты, выбирается тот, вероятность которого больше.

4. Иерархическая модель на основе LSTM слоя. На первой ступени нейронная сеть на основе LSTM определяет, к какому разделу относится статья. Полученный раздел ограничивает список возможных тем. На второй ступени нейронная сеть на основе LSTM-слоя определяет, к какой из этих тем относится статья.

5. Иерархическая модель на основе сверточного слоя. На первой ступени нейронная сеть на основе сверточного слоя определяет, к какому разделу относится статья. Полученный раздел ограничивает список возможных тем. На второй ступени нейронная сеть на основе сверточного слоя определяет, к какой из этих тем относится статья.

6. Ансамбль иерархических моделей на основе LSTM слоя и сверточного слоя. Конфигурации из пунктов 4 и 5 объединяются в ансамбль.

7. Иерархическое объединение ансамблей. На первой ступени классификации с помощью ансамбля нейронной сети на основе LSTM слоя и сверточного слоя определяется раздел и ограничивается список

тем. На второй ступени с помощью ансамбля нейронной сети на основе LSTM слоя и сверточного слоя определяется тема из списка.

8. Иерархическое объединение ансамблей с 5 моделями. Повторяет пункт 7, но вместо двух нейронных сетей в ансамбле используется 5.

Для каждой из конфигураций была определена точность на тестовой выборке (таблица 1).

Таблица 1 – Точность классификации нейронных сетей

| № | Нейронная сеть                                   | Точность |
|---|--------------------------------------------------|----------|
| 1 | LSTM по темам                                    | 62,1%    |
| 2 | Сверточная по темам                              | 61,3%    |
| 3 | Ансамбль по теме                                 | 71,9%    |
| 4 | LSTM иерархическая                               | 71,8%    |
| 5 | Сверточная иерархическая                         | 72,5%    |
| 6 | Ансамбль иерархических нейронных сетей           | 74%      |
| 7 | Иерархическое объединение ансамблей              | 74,5%    |
| 8 | Иерархическое объединение ансамблей с 5 моделями | 75,6%    |

Выводы. Ансамбль нейронных сетей и иерархическая классификация позволяет увеличить точность классификации текста. Объединение этих способов и увеличение количества нейронных сетей, используемых в ансамбле, также повышает точность классификации.

В результате в среде Google Colab на базе языка Python и библиотеки Keras было разработано программное обеспечение оценки точности классификации текста по разделам и темам, которое позволило выполнить исследование и предложить рекомендации по выбору архитектуры и гиперпараметров ансамбля нейронных сетей иерархического классификатора.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цуканова Н.И., Брюхнова В.О. Ансамбли нейронных сетей при прогнозировании объемов продаж в торговой сети. / Вестник РГРТУ. 2018. №66. Часть 1. Стр. 90-97

УДК 004.891.2

Артёмов Я.А.

### АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье описывается общий алгоритм для распознавания человека по лицу.

Искусственный интеллект — это одно из наиболее востребованных направлений в области анализа данных, позволяющее решать задачи машинного обучения, одной из которых является задача распознавания

лиц. Эта технология применяется повсеместно: в банках для ускоренного подбора услуг известным клиентам, на улицах города для обеспечения безопасности и даже в социальных сетях для нахождения лиц на фотографиях, например Вы могли видеть, как Facebook отмечает Ваших друзей на загружаемых фотографиях. Это и есть наглядный пример работы технологии распознавания лиц. Рассмотрим как работает система распознавания лиц в общем виде.

### **Общий алгоритм распознавания лиц**

Распознавание лиц требует выполнение 4 основных операций:

- 1) Нахождение лиц на фотографии.
- 2) Выделить лицо и изменить его ракурс так, чтобы в дальнейшем его было легче распознать.
- 3) Выделить уникальные черты лица и закодировать их.
- 4) Сравнить полученные черты лица с данными и найти наиболее похожего человека.

Рассмотрим каждую операцию детальнее.

### **Нахождение лиц на фотографии**

Первый шаг в работе программы — это нахождение лиц. Разумеется, ведь нам необходимо сначала найти то, что мы будем сравнивать. Чтобы найти лицо на фотографии мы сначала сделаем изображение чёрно-белым, поскольку для этого этапа нам не нужны данные о цвете. Затем по очереди рассмотрим каждый пиксель изображения. Нам нужна информация о пикселях, окружающих рассматриваемый, поскольку нужно выяснить, насколько тёмный текущий пиксель по сравнению с пикселями, окружающими его. После этого нам нужно указать направление, в котором изображение становится темнее. Прделав эту операцию для каждого пикселя, мы получим изображение со множеством стрелок. Эти стрелки называются градиентами. Они показывают направление перехода от света к темноте по всему изображению. Градиенты строят для того, чтобы уменьшить погрешность при анализе изображения на дальнейших этапах. Мы можем анализировать и сами пиксели, но тогда многое будет зависеть от освещения на фото, что увеличит вероятность ошибки при анализе. Однако полученная карта градиентов всё ещё слишком сложна для анализа, поэтому мы разобьём изображение на квадраты  $16 \times 16$  и выделим на них основной вектор градиента, а затем сложим их в новую карту, таким образом мы сконцентрируем признаки и понизим сложность анализа. Теперь, чтобы найти лицо на фотографии нам необходимо лишь сравнить полученную карту с шаблоном лица и выделить наиболее подходящие участки изображения.

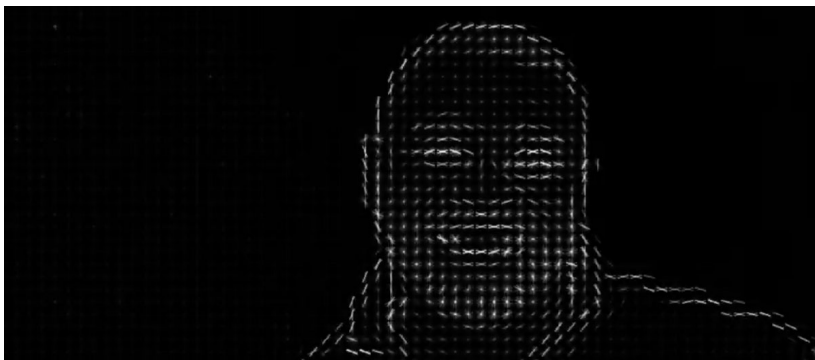


Рис. 1. Карта градиентов

#### Выделение и позиционирование лиц

На этом этапе нам необходимо изменить положение лица так, чтобы в дальнейшем было легче провести его анализ. Для этого нужно, чтобы глаза и губы рассматриваемого человека находились как можно ближе к центру, иными словами, нам нужно повернуть изображение лица так, чтобы человек смотрел как можно более прямо.

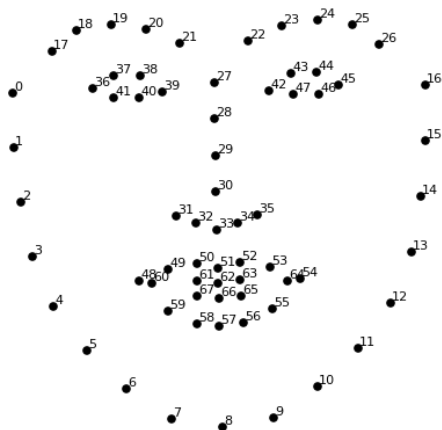


Рис. 2. Шаблон основных признаков лица

#### Выделение и кодирование уникальных черт лица

Самый простой подход к распознаванию лиц — это напрямую сравнить полученное лицо со всеми известными нам лицами. Когда мы находим соответствие рассматриваемому лицу среди лиц, имеющихся в базе, можно утверждать, что мы распознали человека. Кажется, что всё очень просто, но в этом подходе есть несколько проблем. Нам необходимо хранить огромную базу лиц, что влечёт большие затраты памяти. Также если мы будем при каждом анализе сравнивать все

имеющиеся лица попиксельно с тем, что рассматриваем, это займёт очень много времени. Значит нам нужно извлекать из каждого лица несколько основных измерений и хранить только их. Идея сокращения сложных необработанных данных, таких как картинка, в список сгенерированных компьютером чисел часто встречается в машинном обучении (особенно в языковом переводе). Точный подход для лиц, которые мы используем, был изобретен в 2015 году исследователями Google, но существует много подобных подходов. Учёные доказали, что необходимо всего 128 измерений, чтобы идентифицировать человека и сохранить его уникальность. Так что же это за измерения? это расстояние от центра изображения до точек, расположенных на основных элементах лица (глазах, ушах, носе, губах и овале лица). Таким образом мы получаем массив из 128 чисел, который храним в базе, как идентификатор лица. Получаем мы эти измерения при помощи специально обученной глубокой сверточной нейронной сети. Теперь для анализа нам необходимо лишь направить полученное ранее изображение на анализ нейронной сети и в дальнейшем работать с полученными 128 измерениями рассматриваемого лица.

#### Поиск и сравнение данных

Итак, у нас есть всё необходимое для распознавания человека на фотографии по лицу, а именно 128 измерений лица и база из известных нам лиц людей с их измерениями. Нам осталось лишь сравнить имеющиеся данные с теми, что мы получили на предыдущих этапах. Для этого мы будем использовать методику нахождения евклидова расстояния между точками. Таким образом мы находим то, что можно назвать различием между лицами. Если это различие меньше определённого порогового значения, то можно утверждать, что мы успешно распознали человека по его лицу.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Collobert R. et al. Natural language processing (almost) from scratch // Journal of Machine Learning Research. – 2011. – Т. 12. – №. Aug. – С. 2493-2537
2. Trofimov I. V. Person name recognition in news articles based on the persons-1000/1111-F collections // 16th All-Russian Scientific Conference Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collection, RCDL. – 2014. – С. 217- 221.
3. <https://sysblok.ru/glossary/named-entity-recognition-ner/>
4. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕДАКТИРОВАНИЯ ОНТОЛОГИЙ, Гончаренко А. В., Сибирский федеральный университет
5. Боярский К. К. Введение в компьютерную лингвистику. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 72 с.

УДК 004.021

**Ромашкова В.В.**

## **ИНСТРУМЕНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ИНВЕСТИРОВАНИИ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье описаны популярные инструменты  
прогнозирования и алгоритмы действий при  
использовании модели опорных векторов.

В последнее время прогнозирование цен акций и поведения биржевых индексов на основе данных о предыдущих торговых периодах является одним из известных направлений финансового анализа. Для достижения актуальных результатов необходимо применение подходящих инструментов и алгоритмов.

Необходимо разработать программное обеспечение, которое позволит прогнозировать поведение фондовых индексов с помощью предиктивных алгоритмов и математических правил.

Фондовые индексы непредсказуемы, так как зависят от экономических и политических событий и факторов по всему миру. Таким образом, задача разработать математическую модель для обработки подобных непредсказуемых, нелинейных и непараметрических временных рядов очень сложна.

Одним из распространенных инструментов, который применяется для решения задач прогнозирования цен акций, является дерево принятия решений [1]. Data mining зарекомендовал себя как самый прогрессивный способ сбора и анализа данных [2]. Существует ряд моделей использования data mining, которые осуществляют разного рода способы анализа полученной информации.

После этапа сбора данных для принятия решений применяется дерево классификации. Базовые преимущества дерева классификации: данный подход быстрый, не сложный и дает высокоточные результаты. Для моделирования необходимо выбрать параметры модели. В нашем случае используются: предыдущая цена, цена открытия, максимальная цена, минимальная цена, цена закрытия и целевое действие (previous, open, max, min, last, action).

Когда точная связь между элементами модели неизвестна или она вовсе отсутствует, то для прогнозирования применяются генетические алгоритмы [3].

Задача ставится так, чтобы ее решение могло быть закодировано в виде генотипа (вектора генов), где каждый ген – это какой-либо объект, число или бит. После этого случайным образом создается множество генотипов начальной «популяции». С помощью специальной функции приспособленности данные генотипы должны быть оценены. В

результате, чтобы определить, насколько хорошо генотип решает задачу, каждому из них присваивается значение «приспособленности».

Помимо вышеописанного применяются методы оптимизации, которые необходимы для усовершенствования параметров, задействованных в торговой стратегии [4].

Машинное обучение – это еще один метод предсказания будущего движения цен [5].

Модель опорных векторов применяется для увеличения прибыли и сокращения рисков. Модель подразумевает разделение данных на три группы: позитивную, негативную и нейтральную. Это может помочь искать и отклонять наиболее рискованные прогнозы.

Выше уже говорили о том, что данные, которые собираются, имеют шесть атрибутов. Данные должны быть представлены в виде дискретных значений, чтобы их можно было применить в дереве принятия решений. Для этой цели допустимо использование критерия, основанного на цене закрытия рынка. В случае, если такие величины как цена открытия, максимальная цена, минимальная цена и цена закрытия превышают свое предыдущее значение в течение текущего торгового дня, то позитивное значение должно быть заменено на предыдущий атрибут. Точно также с негативным значением, которое ставится на место предыдущего атрибута. Если значения равно, то устанавливается текущий атрибут.

После того, как будет получен набор дискретных значений, необходимо с помощью дерева принятия решения построить модель классификации.

Исходя из того, что было описано ранее, рассмотрим два алгоритма действий.

#### Алгоритм 1.

Требуется выполнить следующий алгоритм:

1. Собрать статистические данные о торгах за тридцать дней.
2. Собрать данные по шести атрибутам в течение торгового дня в девять моментов времени.
3. Сформировать матрицу для каждого набора атрибутов.
4. Для получения собственного значения применить метод опорных векторов.
5. Вычислить средний объём продаж и покупок.
6. Вычислить среднее значение каждого торгового дня.
7. Для первого, седьмого и тридцатого дня, а также среднее значение месяца присвоить разные веса.
8. Сравнить текущее значение с первым, седьмым и тридцатым днем, а также средним значением за весь месяц, для генерирования рекомендации о действии.
9. Риска нет и следует совершить покупку, если результат предсказания за четырех торговых дня одинаковый. Если есть совпадение

для трех торговых дней, то риск при покупке будет равен 25%. Если есть совпадение для двух торговых дней, то риск при покупке будет равен 50%.

Для каждого торгового дня требуется сгенерировать матрицу, в которой представить девять разных моментов в течение одного дня.

Далее каждую матрицу нужно умножить на транспонированную версию, подсчитывается опорный вектор и его собственное значение.

Алгоритм 2.

Здесь выполняются такие же шаги, что и в алгоритме 1. Однако метод опорных векторов применяется не к исходным данным, а к матрице, полученной после автокорреляции. Такая матрица автокорреляции строится для всех торговых дней.

После автокорреляции получим новую матрицу (матрицу Теплица). Для новой матрицы необходимо подсчитывается собственное значение и опорный вектор. Для сравнения отклонения от среднего значения в торговые дни, вычисляется среднее значение, дисперсия и стандартное отклонение и хранятся в виде вектора.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грас Дж. Data Science. Наука о данных с нуля – БХВ-Петербург, 2017 – 336 с. ISBN 9785977537582

2. Барсегян А. Технологии анализа данных: Data Mining, Text Mining, Visual Mining, OLAP. 2 изд. – БХВ-Петербург, 2008 – 384 с. ISBN 9785941579914

3. Гладков Л., Курейчик Владимир, Курейчик Виктор Генетические алгоритмы – ЛитРес, 2017 – ISBN 9785457965997

4. Струченков В. Методы оптимизации в прикладных задачах – ЛитРес, 2021 – ISBN 9785040186457

5. Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М. Машинное обучение – "Издательский дом «Питер»", 2017 – 336 с. ISBN 9785496029896

УДК 910.4

**Исаева М.А.**

### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ВЫДАЧЕ ТУРА В КРЕДИТ МЕТОДОМ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В работе рассматривается система кредитного скоринга о выдаче тура в кредит с помощью алгоритма принятия решения методом дерева решений.

Внедрение алгоритмов машинного обучения для принятия решения в деятельности туристических фирм позволяет выйти на новый уровень, повышает количество и качество оказываемых услуг, упрощает и



улучшает взаимодействие клиента с организацией, увеличивает конкурентоспособность, прибыль.

Для улучшения качества обслуживания и ускорения процесса оформления кредитных договоров, используют систему скоринга. Он позволяет автоматизировать процесс принятия решения о выдаче кредита потребителю, с помощью разделения потенциальных кредитных операций на группы риска: хорошие и плохие, не пересекающиеся между собой.

«Метод построения деревьев решений» («Decision Trees») [1-3] один из методов, который используется для решения задач по классификации и прогнозированию. Метод основан на структуре дерева, и состоит из элементов трех категорий:

1. узлы – это атрибуты, по которым различают элементы, подлежащие классификации.

2. листья, метки со значениями решений для классификации данных.

3. ребра – значения атрибута, из которого исходит ребро.

При построении дерева решения, нужно найти такие условия (узлы), которые будут разбивать множества на несколько более узких, объединенные по одинаковому критерию. Используются атрибуты. Каждый атрибут разделяет множество на классы, в каждом классе должны быть объекты, максимально приближены к друг другу, и нахождение других объектов из других классов должно быть минимальным. Классы, на основании которых строится дерево должны быть известны. Определить по какому критерию разбивать множество сложно. Для этого используется показатель меры неопределенности – энтропия. При разбиении выбираются те показатели, при которых эта неопределенность устраняется. Следовательно, при классификации наиболее важные критерии расположены на более близком расстоянии (глубине) от корня дерева, чем менее значимые. Например, атрибут «Возраст» более значим, чем атрибут «Собственное жилье».

Рассмотрим построение дерева решений. Допустим у нас имеются количественные признаки. Например, будем разбивать множество по признаку «Возраст». Он имеет много уникальных значений. По приросту информации при разбиении дерево решений будет искать лучшее значение, проверяя бинарные признаки типа «Возраст < 20», «Возраст от 20 до 40» и т.д.. Также есть еще другие количественные признаки, как «Зарплата», «Проживание», «Наличие детей» и т.д., и их тоже можно кластеризовать на множества несколькими способами. В результате выходит много лучших бинарных признаков, по которым можно разбить множество на каждом шаге при построении дерева решений. В такой ситуации применяются эвристики (прием для упрощения процесса анализа сложных ситуаций и вероятностей). С помощью эвристики

ограничивается число порогов, с которыми мы сравниваем количественный признак.

Рассмотрим самую простую эвристику при обработке количественных признаков в дереве решений. В дереве решения применяются только те пороги (условия), которые меняют целевое значение (их может быть много), и дальше количественный признак сортируется по возрастанию. Рассмотрим, пример с возрастом.

Таблица 1 – Выборка «Возраст»

| № | Возраст   | Возврат кредита |
|---|-----------|-----------------|
| 1 | меньше 20 | 1               |
| 2 | 20-40     | 1               |
| 3 | 41-60     | 0               |
| 4 | более 60  | 0               |

На таблице 1 показано, что при возрасте «более 40» целевой класс меняет значение с 1 на 0. То есть в качестве порогов для разбиения количественного признака, дерево нацелено на те значения, при которых целевой класс меняет свое значение.

Когда мы имеем несколько количественных признаков с многими уникальными значениями, то можно отбирать не все пороги, а только N-первые, максимально уменьшающие неопределенность (энтропию). С помощью построения дерева глубиной 1 для каждого порога, с которым сравнивается количественный признак, посчитывается энтропия, которая показывает, насколько снизилась неопределенность, и выбираются лучшие пороги.

В качестве входных параметров были выбраны 9 основных характеристик, указываемых при оформлении кредитных заявок. Так как каждый из указанных характеристик обычно указывается пользователем из выпадающего списка, для систематизации входных параметров были сформированы справочники, где каждому свойству соответствует натуральное число (порядковый номер):

Возраст:

- 1) меньше 20;
- 2) 20-40 лет;
- 3) 41-60 лет;
- 4) 61 и больше.

Место проживания:

- 1) аренда;
- 2) жильё у родственников;
- 3) воинская часть;
- 4) собственное жильё.

Семейное положение:

- 1) разведен(а), вдовец(а);
- 2) холост (не замужем);
- 3) женат (замужем).

Наличие или количество детей:

- 1) 3 и более;
- 2) 2;
- 3) 1;
- 4) нет.

Занимаемая должность:

- 1) пенсионер;
- 2) студент;
- 3) специалист/рабочий;
- 4) госслужащий;
- 5) ип (индивидуальный предприниматель);
- 6) руководитель/работник в компании.

Стаж на данном месте работы:

- 1) менее 1 года;
- 2) от 1 до 3 лет;
- 3) от 3 до 5 и более.

Среднемесячные доходы:

- 1) от 8000-15000 рублей;
- 2) от 15 000- 25 000 рублей;
- 3) от 25000-40000 рублей;
- 4) от 40000 рублей и выше.

Наличие транспортного средства:

- 1) нет;
- 2) да.

Кредитная история:

- 1) не погашенный кредит;
- 2) нет;
- 3) да, погашен.

Я разработала свое дерево классификации (см. рисунок 1 ниже).

Клиент заполняет данные, и по ним по дереву классификации принимается решение, выдавать ли тур в кредит.

Вне зависимости от алгоритма построения дерева метод имеет некоторые достоинства. Среди которых простота в истолковании и понимании, не требуется подготовка и предобработка данных, метод может содержать пропуски данных, может работать одновременно с переменными, измеряемыми по разным шкалам, имеющие разный тип, не требует шкалирования, нормировки, позволяет работать с большим объемом информации. Метод быстрый и интерпретируемый (понятный), поддерживает числовые и категориальные признаки.

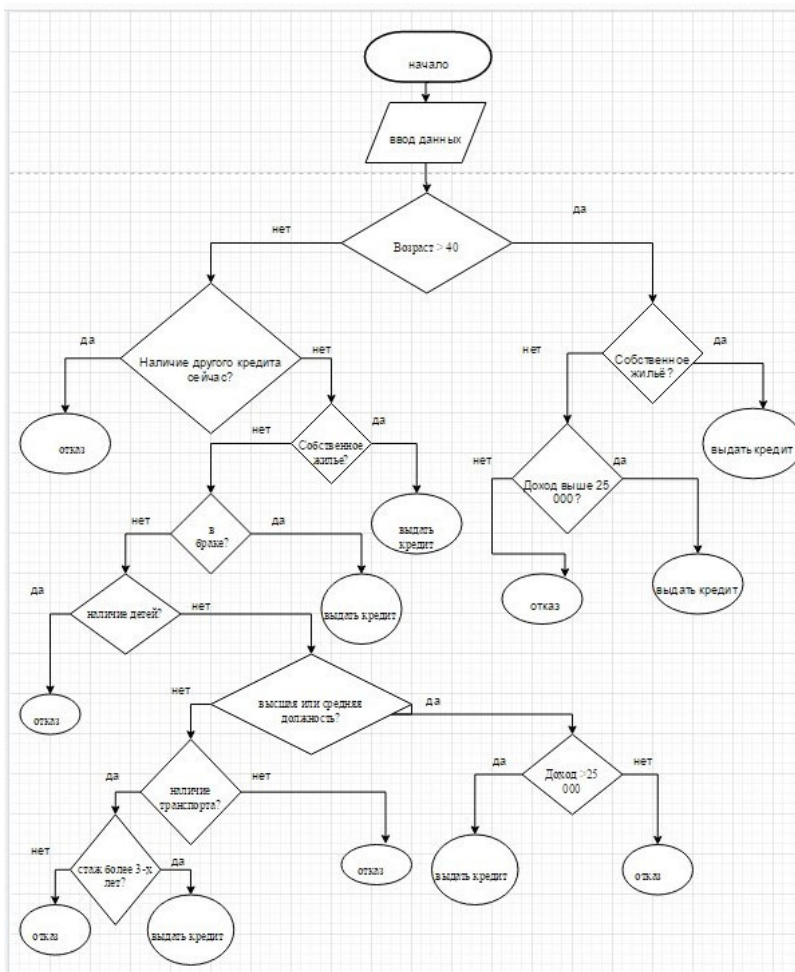


Рис. 1. Дерево классификации

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тененев В.А., Ворончак В.И. Решение задач классификации и аппроксимации с применением нечетких деревьев решений / Интеллектуальные системы в производстве. –Тула. - 2005. -№2.-248 с.
2. Credit Scoring / Washington Post. – 2003. – December 11. – С.98
3. D. Zhang, H. Huang, Q. Chen and Y. Jiang. «Comparison of credit scoring models» Third International Confer-ence of Natural Computation. - 2007.-С.109.

УДК 004.4

**Аюб Себах**

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИЗНЕСЕ: ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИЙ ДО РАЗВЕРТЫВАНИЯ РЫНКА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

За последние несколько лет можно наблюдать появление большого количества интеллектуальных продуктов и услуг, их коммерческую доступность и социально-экономическое воздействие, это поднимает вопрос, является ли нынешнее появление ИИ просто шумихой или он действительно способен изменить мир. В документе исследуется широкий спектр последствий искусственного интеллекта (ИИ) и углубляется как в положительное, так и в отрицательное воздействие на правительство, сообщество, компании и отдельных лиц.

В первую очередь, развитие ИИ является основой повышения производительности всех других технологий и эволюции промышленности (1) В литературе имеется достаточно доказательств, подтверждающих, что технология ИИ предлагает новые возможности, которые могут привести к заметным преобразованиям в бизнесе и экономической системе в целом [1], [2]. [3]-[4]. На бизнес-уровне некоторые из преимуществ ИИ заключаются в следующем: быстрое выявление закономерностей в больших данных, быстрая визуализация и аналитика, улучшенный дизайн продукта, предоставление точной информации и многое другое.

В обществе, основанном на знаниях, стартапы рассматриваются как движущие силы инноваций и экономического роста; их анализ поможет получить ценную информацию об исследовании трансформационного воздействия ИИ на бизнес. Рассматриваются два списка 100 лучших стартапов в области искусственного интеллекта, полученных с помощью алгоритма мозаики CB Insights [5]. Алгоритм определяет лучшие стартапы с искусственным интеллектом, оценивая такие факторы, как профиль, оценка Mosaic, история финансирования, качество инвесторов, бизнес-модель, история финансирования и т.д. Списки были предоставлены путем исследования более 1650 и более 2000 глобальных стартапов с использованием алгоритма Mosaic. В остальной части статьи список стартапов в области искусственного интеллекта на 2017 и 2018 годов упоминается как AI17 и AI18 соответственно.

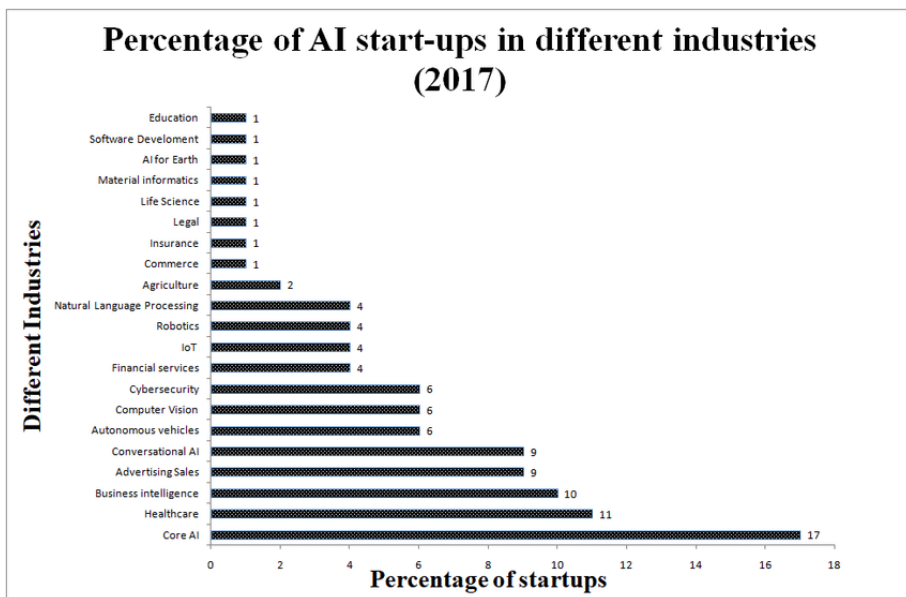


Рис. 1. Процент стартапов с искусственным интеллектом в различных отраслях (2017)

Эти выдающиеся стартапы в области искусственного интеллекта создают технологические и ориентированные на процессы инновации, которые в ближайшем будущем приведут к повышению эффективности и расширению возможностей для бизнеса. Исследуются некоторые из процессов в вышеуказанных шести ведущих отраслях промышленности, которые будут отвечать за технологические преобразования на мировом рынке. Эти процессы, а именно. анализ медицинских изображений, поиск лекарств, роботизированная хирургия, виртуальные медсестры, мониторинг состояния здоровья, персонализированный поиск и рекомендации продуктов, прогнозирование продаж и спроса, сегментация клиентов, прогнозирование кибератак и автоматизированное производство.

В 2011 году общий объем инвестиций в эти стартапы с искусственным интеллектом по всему миру составил \$25,88 млн (в 7 стартапах), которые выросли в геометрической прогрессии до \$1866,6 млн (в 64 стартапах) за 6 лет (с 2011 по 2016 год). Рис. 2. показано увеличение инвестиций в эти стартапы в области искусственного интеллекта на 71,13% (ИИ 17). Во всем мире США возглавляют эту революцию с максимальными инвестициями.

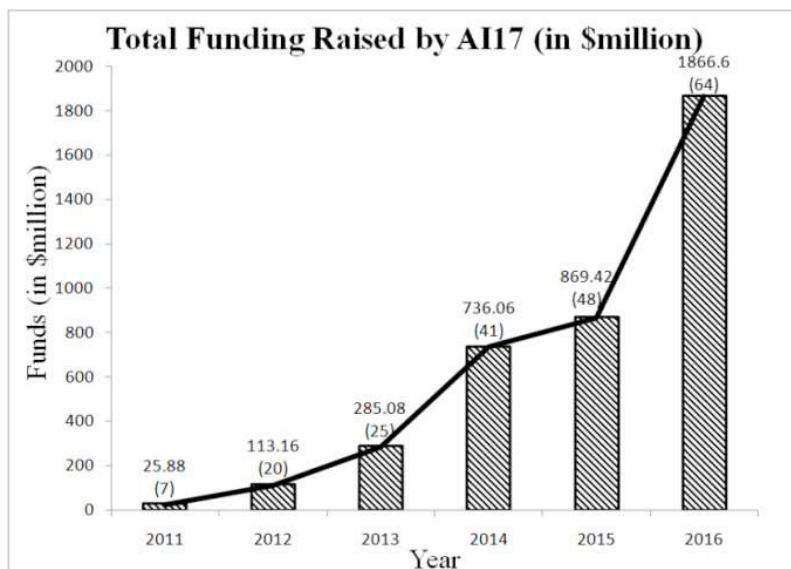


Рис. 2. Общий объем финансирования, привлеченного AI17 в долларах

Двумя стартапами, получившими четвертую часть глобальных инвестиций в AI18, являются калифорнийская SoundHound Inc. и пекинская Bytedance. Оба они направлены на то, чтобы сделать взаимодействие человека и машины таким же простым, как взаимодействие человека и человека. Калифорнийская компания SoundHound Inc. насчитывает миллионы пользователей, которые приказывают смартфонам выполнять задачи, даже не прикасаясь к ним. Hound и SoundHound - два примера продуктов, применяющих технологию искусственного интеллекта к речи (получать информацию о погоде, совершать звонки и отправлять текстовые сообщения и т.д.) и музыке (находить песни, напевая или просто напевая) соответственно. С другой стороны, Toutiao от Bytedance - крупнейшая в Китае мобильная платформа для персонализированных рекомендаций по новостям, насчитывающая 120 миллионов активных пользователей ежедневно по состоянию на сентябрь 2017 года. Toutiao используется для выявления поддельных новостей путем анализа сообщений и комментариев с помощью технологий искусственного интеллекта.

Из приведенного выше анализа можно сделать вывод, что существует особый интерес к использованию ИИ для персонализированных услуг, почти каждая компания думает о внедрении ИИ в своем соответствующем секторе с общей целью сделать свои продукты и услуги интеллектуальными для развития своего бизнеса.

Настоящая работа иллюстрирует выдающиеся достижения и влияющие технологические инновации в области искусственного интеллекта. Коммерческая доступность продуктов, основанных на ИИ, предложенных 48 лет назад, доказывает, что ИИ — это не шумиха, а способность трансформировать бизнес и, следовательно, мировую экономику. Этот прогрессивный рост и внедрение систем, управляемых искусственным интеллектом, объясняется двумя основными факторами: большими объемами данных и быстрыми процессорами. В работе определены четыре широкие области глубокого обучения (компьютерное зрение, анализ текста, распознавание речи и игр). предпочтительный алгоритм DL для каждого из них и различные успешные приложения, которые превосходили точность человеческого уровня.

Анализ 200 лучших стартапов в области искусственного интеллекта наглядно показывает влияние передовых исследований и инноваций в области искусственного интеллекта на мировой рынок. Исследование показывает, что волна ИИ продолжается, и аппетит к росту ИИ растет в геометрической прогрессии. Инвестиции в искусственный интеллект демонстрируют восходящую траекторию за последние 6 лет и должны оставаться неизменными в ближайшие годы. Исследование также раскрывает ведущие отрасли искусственного интеллекта, которые создадут больше возможностей в ближайшем будущем, а именно. бизнес-аналитика, здравоохранение, основной искусственный интеллект, кибербезопасность, маркетинг и продажи. Некоторые из ключевых преимуществ автоматизации, когнитивных технологий и анализа данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта — это повышение производительности, экономия времени и затрат, сокращение человеческих ошибок, ускорение принятия бизнес-решений, прогнозирование предпочтений клиентов и максимизация продаж.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шваб, Клаус. (2017) "Четвертая промышленная революция, Коронный бизнес".
2. Клостерс, Давос. (2016)" Ежегодная встреча Всемирного экономического форума 2016 года по освоению Четвертой промышленной революции". Всемирный экономический форум.  
<http://www3.weforum.org/docs/Media/>. Дата обращения: 7 октября 2018 года.



3. Пак, Санг-Чул. (2017) "Четвертая промышленная революция и последствия для инновационной кластерной политики". Искусственный интеллект и общество 33(3): С 433-445.

4. Фредди, Даниэла. (2018) "Цифровизация и занятость в обрабатывающей промышленности". Искусственный интеллект и общество 33(3): С 393-403.

5. Аналитика ЦБ. Алгоритм мозаики. <https://www.cbinsights.com/company-mosaic>. Дата обращения: 11 октября 2017 года.

УДК 004.056.5(075.8)

**Швечкова О.Г., Коротков Д.С.**

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САЙТА ОПЕРАТОРА СОТОВОЙ СВЯЗИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА ТАРИФНОГО ПЛАНА КЛИЕНТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

Целью данной работы является изучение методов автоматизации работы оператора сотовой связи с возможностью выработки эффективных предложений для корректировки тарифного плана клиентов.

Актуальность темы исследования определяется ростом спроса на услуги операторов сотовой связи, что соответственно приводит к высокой нагрузке на салоны связи, которые вынуждены ежедневно обслуживать большой поток клиентов.

С другой стороны, клиент не имеет должного анализа расходов и вынуждены пользоваться лишь предоставленными им тарифами с фиксированными пакетами минут, интернет-трафика и SMS.

В таких условиях качественное и автоматизированное управление услугами оператора сотовой связи и возможность автоматического анализа расходов клиента приобретают особую актуальность и становятся одним из главенствующих факторов повышения конкурентоспособности оператора сотовой связи, наряду с качеством связи и зоной покрытия.

В настоящее время проблема взаимодействия клиента-оператора решается путем отображения всех транзакций на веб-сайте личного кабинета клиента, которые предоставляют все операторы сотовой связи.

Наглядными примерами такой формы взаимодействия служат сайты мобильных операторов МТС, Мегафон и Билайн.

Личный кабинет предоставляет возможность управления текущим тарифом и услугами SIM-карты, а также пополнения баланса и просмотра расходов клиента.

В данный момент существует так называемый “Тариф-конструктор”, позволяющий пользователю самостоятельно настроить пакеты тарифа.

Для снижения нагрузки на рабочий персонал и количества ошибок, вызванных человеческим фактором, необходимо введение специализированной информационной системы.

Назначением рабочей системы является автоматизация обслуживания клиентов операторов сотовой связи, а также автоматизация анализа расходов клиента для выработки наиболее выгодного решения тарифного плана.

Автоматизация анализа затрат пользователя предполагается по алгоритму, показанный на рисунке 1.

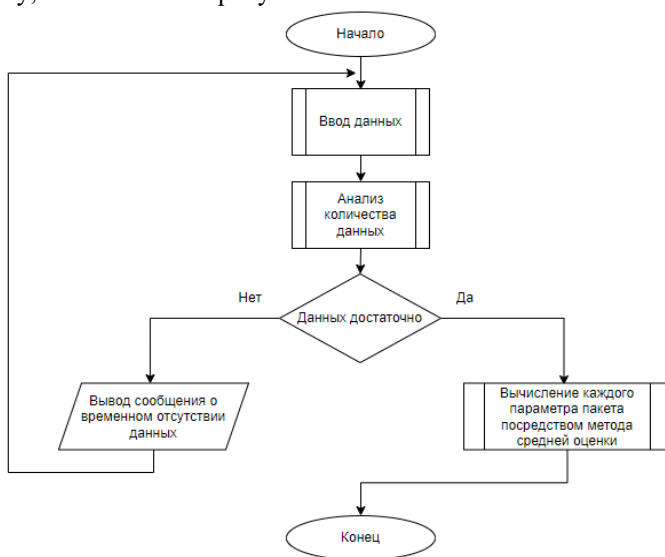


Рис. 1. Алгоритм автоматизации анализа расходов пользователя

С целью обеспечения корректной работы программного обеспечения для кредитного скоринга физических лиц к разрабатываемой автоматизированной информационной системе (АИС) предъявляются следующие требования.

1. АИС должна защищать персональные конкретного пользователя.
2. АИС должна корректно обрабатывать запросы пользователей.
3. АИС должна быть с обязательным разделением доступа (администратор и пользователь).
4. АИС должна демонстрировать детальную информацию по каждой SIM-карте пользователя.

5. На основе данных о расходах АИС должна высчитывать наиболее оптимальный для пользователя тариф и выдавать рекомендательную характеристику клиенту.

6. Разрабатываемая АИС должна быть разделена на основную программу и отдельные микросервисы, которые параллельно будут анализировать и изменять информацию о SIM-карте

Модель размещения разрабатываемой программы представлена на рисунке 2.

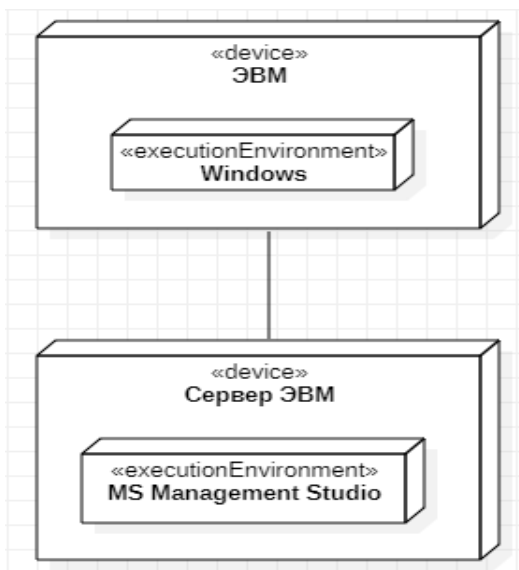


Рис. 2. Модель размещения системы

В результате, создание данной системы позволит не только автоматизировать практически все взаимодействия между клиентом и оператором сотовой связи, но и привлечь новую аудиторию с помощью эффективного анализа расходов с возможностью рекомендательного представления результатов для корректировки тарифного плана SIM-карты.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степутин, А.Н. Мобильная связь на пути к 6G [Текст]: Учебное пособие в 2-х т. / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2017, с. 67

2. Шпагина Н.О. Калькулирование и анализ себестоимости услуг компаний сотовой связи [Текст]: автореф. дис... канд. экономич. наук / Н.О. Шпагина. – Саратов: Социально-экономический институт СГТУ им. Гагарина Ю. А., 2010. -9 с.

УДК 65.011.56

**Гривин В.А., Крошилин А.В., Фаддеев А.О.****ОБЗОР ОСНОВНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ В  
УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В работе рассматриваются основные логистические  
модели управления запасами в организациях.

Одна из важных проблем на предприятии это управление запасами, так как от этого зависит прибыльность самого предприятия. При больших потерях в логистической стратегии по управлению запасами может возникать потребность в применении разных технологий для оптимизации всех ресурсов организации. Это способствует снижению затрат на транспорт, оптимизирует загрузку складских помещений, а также помогает оптимально распределить нагрузку на складские помещения, помогает быстро реагировать на потребительский спрос. Достижение данных целей позволяет организации быть конкурентоспособной на рынке. [1]



Рис. 1. Основные логические концепции и технологии.

Рассмотрим основные логистические концепции и технологии:

LP (Lean Production - бережливое производство) - это концепция управления организацией, которая стремится сокращать все виды потерь. LP вовлекает в процесс оптимизации всю организацию и делает упор на потребителя. Сокращает запасы и время на выпуск единицы продукции. Это достигается с помощью сокращенной числа операций в технологическом процесс. Девиз LP - "убрать бесполезные операции". Для реализации концепции нужно предъявлять высокие требования к поставщикам материальных ресурсов.

JIT - (Just In Time - точно в срок) - эта концепция основана на синхронизации поставки материалов и продукции точно в необходимом

количестве и точно в срок потребности продукта. Данную технологию характеризуют: минимальные запасы материальных ресурсов, высокое качество готовой продукции, небольшой объем производства и поставок.

RP - (Requirements Planning - планирование ресурсов) - эта концепция позволяет определить потребность и планировать ресурсы под определенную производственную программу.

DDT - (Demand Driven Techniques - технология реагирования на спрос) - это улучшения концепции RP. DDT ориентирована на быстрое реагирование производителя на изменение потребительского спроса. Это достигается с помощью мониторинга розничной торговли или отслеживания объема продаж определенного товара оптовикам. Для эффективности необходимы: достоверная информация по объемам продаж, надежная доставка товаров по сети и гибкая система. [2]

Каждая из этих концепций имеет свое место для потребителя, под каждую технологию были разработаны базовые логистические системы, к примеру, KANBAN - предназначен для оперативного управления производством, MRP - система планирования потребностей в материалах, DRP - система планирования распределения продукции/ресурсов, OPT - оптимизированная производственная технология. Под каждую специфику организации нужно выбирать полезную технологию и логическую систему, которая позволит повысить эффективность предприятия для повышения конкурентоспособности. [3]

Логистическая концепция дает возможность организации предусмотреть проблемы и организовать работу, так, чтобы запасы могли быть более доступны, способствовали сокращению затрат на хранение, логистические связи. Это позволяет избавиться от многих проблем в организации. В свою очередь логистическая задача решается с помощью информационных систем, которые организывают работу организации и позволяют делать прогнозы, управлять ресурсами, планировать закупки, делать отчеты. Базовые логистические системы стали популярны для разных предприятий и организаций, которые организывают работы с поставками своим потребителям.

Каждая компания старается настроить, улучшить и оптимизировать базовые логистические системы под свой процесс, что способствует увеличению эффективности работы и повышению конкурентно способности компании.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логистика снабжения: учебное пособие / И.А. Зарайченко, И. В. Жуковская; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. унт. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. – 200 с.
2. Вакуленко Р.Я., Вдовина С.Б., Вдовин А.А., Пухова М.Ю. Логистика: Учебное пособие. – Н. Новгород: НИМБ, 2005. – 92 с.
3. Логистика: учеб. пособие / И.М. Баско, В.А. Бороденя, О.И. Карпеко; под ред. д-ра экон. наук, профессора И.И. Полещук. — Минск: БГЭУ, 2007. — 431 с.

УДК 004.9

**Дмитриева Т.А. Матросова А.С., Трифонова Т.А.**

### **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ДЕТСКИЕ ЛАГЕРЯ» НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье рассмотрена актуальность разработки приложения, помогающего выбирать детский лагерь. Обоснован выбор средств разработки. Приведен интерфейс разработанного мобильного приложения. Указаны дальнейшие возможные направления работы над приложением.

Несомненно, важную роль в развитии ребенка играет посещение детского лагеря. Организация отдыха детей для их оздоровления – социальное явление, в котором наиболее эффективно может быть организован процесс целенаправленного воспитания и развития ребенка [1].

В данной статье рассматривается разработанное мобильное приложение «Детские лагеря», которое позволяет с выбором детского лагеря родителям. Мобильное приложение разработано на платформе «1С: Предприятие».

Приложения на платформе 1С отличаются высокой функциональностью и способны решать практически любые задачи автоматизации. Разработка мобильного приложения на платформе 1С дешевле, чем на традиционных языках программирования, а процесс создания мобильного приложения 1С занимает меньше времени [2].

При открытии приложения появляется форма списка справочника «Лагеря», показанная на рис. 1.

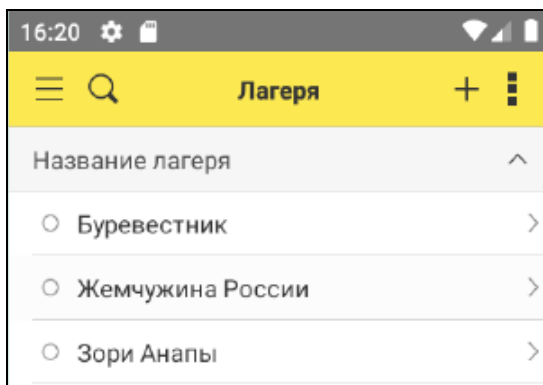


Рис. 1. Форма списка справочника «Лагеря»

При открытии любого элемента данного справочника появляется информация о конкретном лагере (рис. 2). На данной форме отображена такая информация, как название лагеря, адрес лагеря, телефон, сайт и описание.

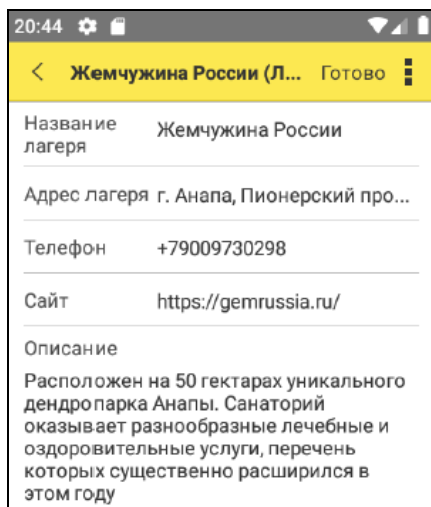


Рис. 2. Форма элемента справочника «Лагеря»

Если нажать на троеточие правом углу (рис. 3), открывается командная строка справочника. Здесь есть дополнительные возможности, такие как "Открыть карту", "Открыть сайт", "Позвонить" (рис. 4).

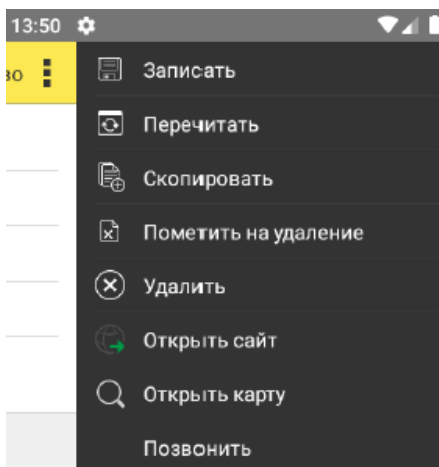
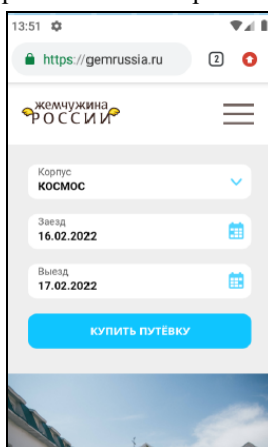
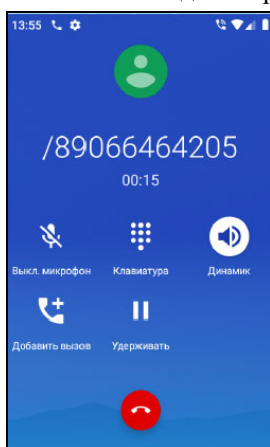


Рис. 3. Командная строка справочника «Лагеря»





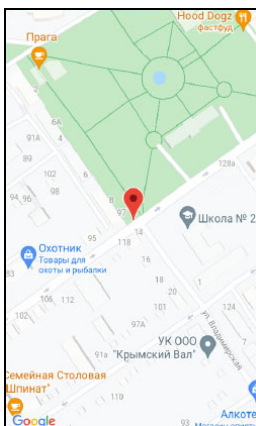


Рис. 4. Дополнительные возможности справочника «Лагеря»

Специальный справочник «Типы лагерей» позволяет подразделять их на типы. Это поможет выбрать наиболее подходящий лагерь (рис. 5).

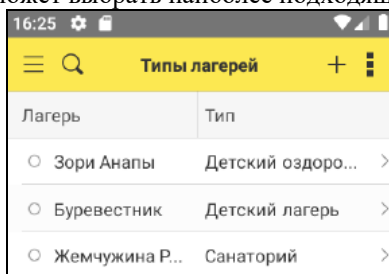


Рис. 5. Справочник «Типы лагерей»

Также для каждого лагеря можно выбрать программу, лечебную или обычную (рис. 6).

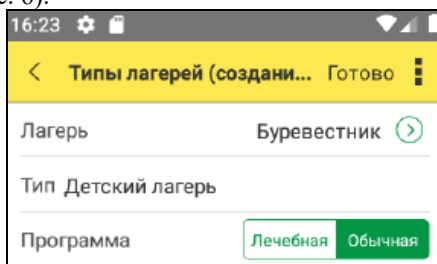


Рис. 6. Программа лагеря

Также мобильное приложение будет предоставлять возможность выбора лечебной программы в том случае, если была выбрана не обычная, а лечебная программа (рис. 7).

| Код                             | Лече... | Описание                  |
|---------------------------------|---------|---------------------------|
| <input type="radio"/> 000000001 | Альфа   | Проце<br>дуры,<br>спорт > |
| <input type="radio"/> 000000003 | Бэта    | Проце<br>дуры >           |
| <input type="radio"/> 000000002 | Гамма   | Спорт >                   |

Рис. 7. Выбор лечебных программ

В дальнейшем планируется реализовать поиск информации в сети Интернет для автоматического заполнения указанной информации. Также планируется реализовать подбор детского лагеря по заданным пользователем критериям.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилков А.А., Данилкова Н.С. Роль детских лагерей в развитии ребенка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-detskih-lagerey-v-razviti-rebyonka/viewer> (дата последнего обращения 29.05.2022).

2. О мобильной платформе 1С: Предприятия. URL: <https://www.kp.ru/guide/razrabotka-mobil-nykh-prilozhenii.html?ysclid=l3tn4ewni> (дата последнего обращения 31.05.2022).

УДК 004.9

**Васильев И.В., Дмитриева Т.А.**

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ АУДИОФАЙЛОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье рассмотрена разработка приложения для классификации аудиофайлов по жанрам и подстройки под этот жанр настройки эквалайзера

Задача автоматической настройки эквалайзера индивидуально под каждую музыкальную композицию является практически значимой. Для решения данной задачи можно использовать для распознавания музыкальных жанров нейронную сеть.

Для разработки нейронной сети была выбрана среда PyCharm, обучить которую можно в системе Google Colab. Разработка мобильного приложения была выполнена в среде Android Studio.

Был проведен анализ существующих научных работ на тему классификации аудиоданных методами машинного обучения [1]. Можно сделать вывод, что все предложенные алгоритмы позволяют классифицировать аудиоданные по жанрам. Однако, у всех них либо небольшая точность, либо классификация происходит на небольшое количество классов.

Исследования показывают, что самыми подходящими активационными функциями для проектирования являются ReLu для нейронов внутренних слоёв, и softmax для выходного слоя [2].

Для решения задачи классификации аудиоданных была разработана модель нейросети, которая в итоге содержит три свёрточных слоя, у каждого из которых свои гиперпараметры. После обработки данных свёрточными слоями данные превращаются в одномерный вектор длины 64 и далее используется 2 полносвязных слоя размером 64 и 32 нейрона (рис. 1).

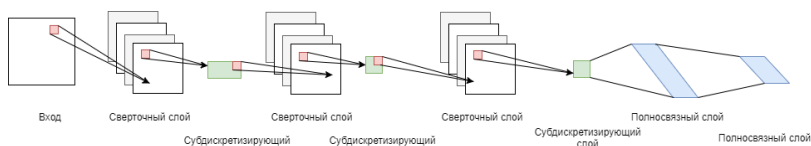


Рис. 1. Изображение модели нейросети для классификации музыкальных жанров

Для оценки работы модели используется метрика, которая реализует алгоритм поиска kNN – метод k ближайших соседей. Методом проб и ошибок было обнаружено, что наилучшая точность достигается за счет установки  $k=10$  и определения веса каждого соседа на основе расстояния. Данная часть была разработана с TensorFlow и Keras [3].

Для работы с нейросетью был разработан класс NeuralNetwork, который позволяет распознать жанр. Для работы с эквалайзером – EqualizerProcessor, позволяющий задать настройки эквалайзера по жанру. Для управления плеером – класс Player, который будет управлять плеером.

Для отображения окна с загрузкой файла необходим класс LoadFileActivity. Чтобы отображать диалог выбора жанра аудиофайла, необходим класс ChooseJenreActivity. Для отображения окна плеера предназначен класс PlayerActivity (рис. 2).

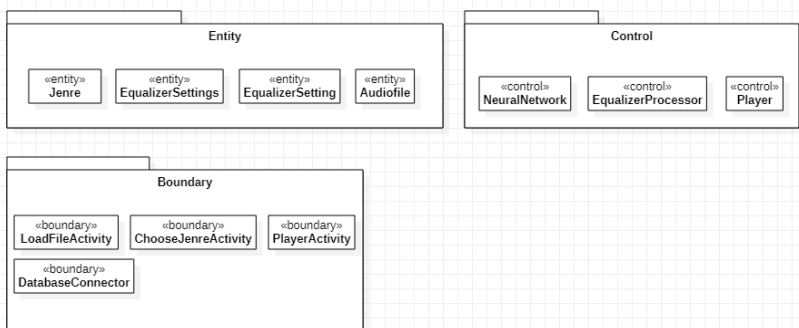


Рис. 2. Диаграмма пакетов классов

В процессе подготовки к реализации программы разработаны следующие алгоритмы. На рис. 3 приведена схема обобщённого алгоритма классификации аудиофайла и настройки эквалайзера. На рис. 4 приведена схема алгоритма предобработки данных.

Разработанное мобильное приложение имеет следующий интерфейс. При старте приложения отображается экран, показанный на рис. 5. Он содержит 3 кнопки – «открыть файл», «пауза/воспроизведение» и «открыть настройки эквалайзера» для ручного выбора настройки. Сверху справа отображается распознанный жанр произведения, под который подстроен эквалайзер. Также, на форме выводится надпись, которая при запуске воспроизведения принимает значение названия композиции. Под названием размещена временная полоса, означающая позицию проигрывания произведения. При выборе трека в центре экрана выводится изображение альбома (рис. 6).



Рис. 3. Обобщённый алгоритм классификации аудиоданных

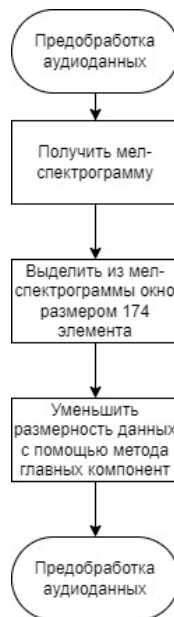


Рис. 4. Алгоритм предобработки аудиоданных

При нажатии кнопки изменения эквалайзера открывается активность с выпадающим списком, содержащим список жанров, а также отображается эквалайзер, соответствующий выбранному жанру. При выборе необходимого жанра есть возможность сохранить настройку, нажав соответствующую кнопку.

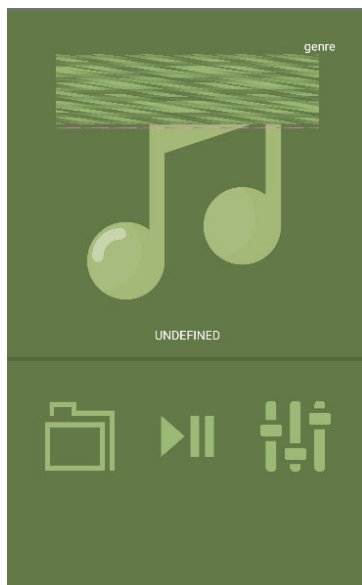


Рис. 5. Стартовый экран

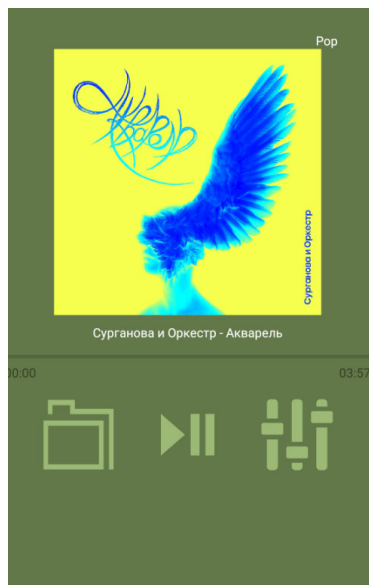


Рис. 6. Главный экран мобильного приложения

В результате было разработано программное обеспечение для анализа аудиоданных нейросетями. Программное обеспечение легко модифицируемо и возможна дальнейшая его доработка для расширения круга решаемых задач.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев И.В. Обоснование актуальности разработки программного обеспечения классификации жанров // IV Международный научно-технический форум СТНО-2021. Сборник трудов. Том 4. – Рязань: Book Jet, 2021. – С. 28 – 30.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Диалектика, 2019. – 1104 с.
3. Rokhlin V., Szlam A. and Tygert M.. A randomized algorithm for principal component analysis. SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications, 31(3):1100 – 1124, 2009.

УДК 004.421

Ольчев С.В., Жулева С.Ю.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРИЕМА ПАЦИЕНТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В статье представлен анализ существующей проблемы в распределении времени врача-терапевта.

В настоящее время огромная доля обращений граждан в поликлиники приходится на врачей-терапевтов. По статистике, прием терапевтов составляет около 38% от общего числа обращений, а в условиях пандемии эта цифра выросла в разы [1]. Из-за большого потока пациентов и ограниченного времени ежедневного приема, количество людей, нуждающихся во врачебной помощи не будет сокращаться, так как в некоторых случаях терапевт является координатором, направляя пациентов к узким специалистам.

Прием врача помимо непосредственного оказания профессиональной медицинской помощи предусматривает оформление разного рода документации. По статистике, собранной в Москве, врач-терапевт тратит порядка 47% (Рис. 1) времени амбулаторного приема на работу с документами [2] и только 46% времени на предоставление врачебных услуг (Рис. 2). Таким образом возникает необходимость оптимизировать работу врача за счет автоматизации процесса документооборота.

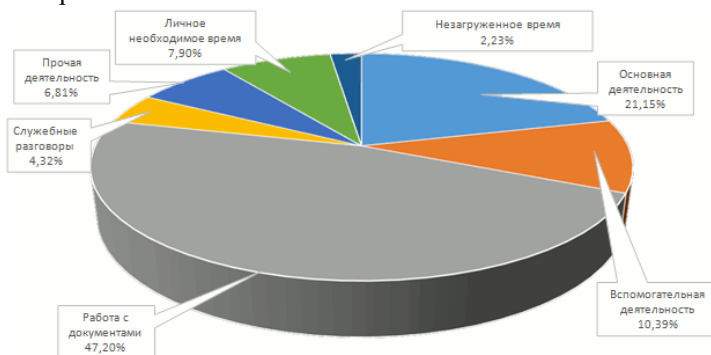


Рис. 1. Доля видов деятельности при приеме пациента

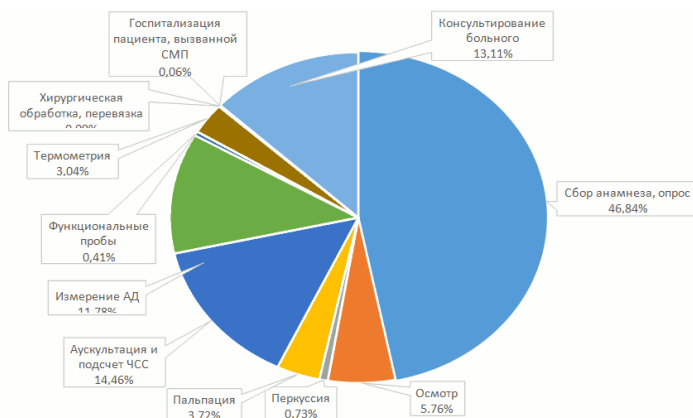


Рис. 2. Распределение времени в основной деятельности врача

Сокращение времени на работу с медицинской документацией существенно повысит точность и оперативность диагностирования и лечения, информативность клинических исследований, уменьшит количество врачебных ошибок при назначении препаратов и направлении на обследование. Все перечисленное свидетельствует об увеличении эффективности лечения, повышении уровня безопасности пациентов, уменьшении затрат лечебных учреждений.

Разрабатываемая медицинская информационная система должна реализовывать:

- 1) запись на прием к терапевту;
- 2) актуальное расписание врача для просмотра как посетителем, так и самим врачом;
- 3) шаблоны бланков различных медицинских документов для их более быстрого заполнения;
- 4) анкету пациента в виде электронного опроса с возможным выбором ответа;
- 5) формирование электронного листа посещения врача.

Целесообразно медицинские информационные системы основывать на архитектуре «клиент-сервер», что дает возможность разграничить поставленные задачи, обеспечить информационную безопасность хранимых медицинских данных, осуществить автономную обработку данных пользователем, обеспечить повышенную стойкость к возможным сбоям системы и реализовать масштабируемость, так как в условиях пандемии количество пользователей может увеличиться.

Эффективность работы медицинских работников и качество оказания врачебных услуг значительно повысится за счет использования медицинских информационных систем, предназначенных для ведения статистики и оформления медицинских электронных карт.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Количество обращений к терапевтам в условиях пандемии выросло на 86% – Коммерсантъ Краснодар [cited 2022 May 5]. Available from: <https://www.kommersant.ru/doc/4349650>

2. Распределение рабочего времени на амбулаторном приеме врача-терапевта участкового с медицинской сестрой в поликлинике города Москвы (фотохронометражное наблюдение) - «Социальные аспекты здоровья населения» электронный научный журнал [cited 2022 May 5]. Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/789/30/lang.ru/>

УДК 004.932

**Проказникова Е.Н., Калинин М.Н.**

### АЛГОРИТМ ПОИСКА ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ НИЗКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический  
университет имени В.Ф. Уткина», Рязань

В данной статье рассматривается разработка алгоритма поиска объекта на изображении для низкопроизводительных вычислителей. Применение данного алгоритма целесообразно в задачах, в которых критически не важна скорость получения результата. Алгоритм нацелен на работу в устройствах, в которых нельзя реализовать более сложные системы (системы технического зрения, нейронные сети и т.д.). В ходе проделанной работы было разработано программное обеспечение на языке C++ в среде Visual Studio 2022.

Рассмотрим некоторые методы поиска объектов на изображении. Распознавание объектов на изображении с помощью алгоритмов машинного обучения решает многие задачи гораздо эффективнее, чем человеческое зрение. Сейчас классификация, детектирование и распознавание изображений с помощью нейросети получило широкое распространение в разработке. Постепенно круг этих задач расширяется, поэтому не теряет актуальности разработка новых архитектур, слоёв сети и модификаций фреймворков.

Сверточные сети предназначены для распознавания основных паттернов на изображениях. На вход нейрона подается сигнал только в пределах ограниченной области (как правило, апертурой 3x3 пикселей). Затем апертура смещается на какое-то число пикселей и сигнал подается уже на второй нейрон. Таким образом выполняется сканирование всего изображения.

Сверточные нейронные сети работают на принципе фильтров, которые распознают определенные характеристики изображения (например, прямых линий). Фильтр, по своей сути, это обычная матрица, применение которой дает определенный эффект.

Фильтр позволяет выделять определенные участки на изображении в соответствии с конфигурацией весовых коэффициентов. С помощью такого метода, можно активизировать нейроны каждой, когда на рассматриваемом участке изображения появляется фрагмент, подходящий под их фильтр. На выходе сети формируется набор неких признаков, которые также именуются каналами. Значение величины в каждом канале характеризует наличие каждого признака в определенном месте изображения. Благодаря объединению нескольких каналов, сеть может обобщать найденные особенности до более сложных (например, различных геометрических фигур).

### **Структура VGG19.**

На вход подает полноцветное изображение с тремя каналами: RGB. Затем, оно последовательно проходит через сверточные слои, каждый имеет по 64 фильтра с размером ядер  $3 \times 3$ . Далее, уменьшаются вдвое линейные размеры карт признаков и результат обрабатывается двумя последовательными слоями со 128 фильтрами с тем же размером ядер  $3 \times 3$ . И так далее. Потом через три сверточных слоя все проходит, потом еще через три. Результирующий тензор размером  $7 \times 7 \times 512$  подается на полносвязную НС с 4096 нейронами двух скрытых слоев и 1000 нейронами выходного слоя. Число 1000 соответствует количеству классов, на которые эта сеть была обучена.



Рис. 1. Пример работы алгоритма на базе сверточной нейронной сети VGG19

Вторым популярным способом Template matching — метод, основанный на нахождении места на изображении, наиболее похожего на шаблон. “Похожесть” изображения задается определенной метрикой. То есть, шаблон “накладывается” на изображение, и считается расхождение между изображением и шаблоном. Положение шаблона, при котором это расхождение будет минимальным, и будет означать место искомого объекта.

Суть второго способа заключается в полном переборе участков исходного изображения и сравнения их с эталонным.

Данный способ не является самым быстрым, однако он прост в реализации и в случае, если алгоритм обрабатывает малые изображения, то скорость его работы остается на достаточном уровне. Но данный алгоритм не применим в системах обработки реального времени - Template matching реализуем на простых платформах (напрям, микроконтроллеры).

### Формат RGB

Как правило в обработке изображений применяется формат RGB (red, green, blue) — цветовая модель, которая описывает способ кодирования цвета через три значения. Три обработанных канала объединяются в одно изображение (рисунок 2).

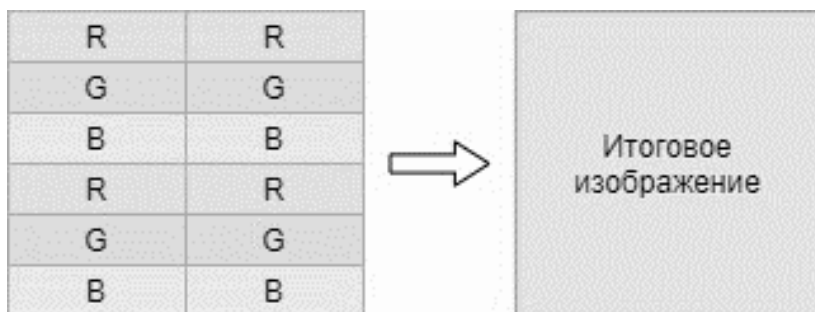


Рис. 2. Объединение цветowych каналов

Значение пикселей кодируется одним байтом (0-255). Как правило выбирается один цветовой канал, значение которого примут два остальных цветowych канала. Таким образом нам не придется обрабатывать остальные два канала, а на выходе получится черно-белое изображение.

### Реализация алгоритма Template matching.

Было разработано программное обеспечение на языке C++ в среде Visual Studio 2022. Внешний вид программы изображен на рисунке 3.

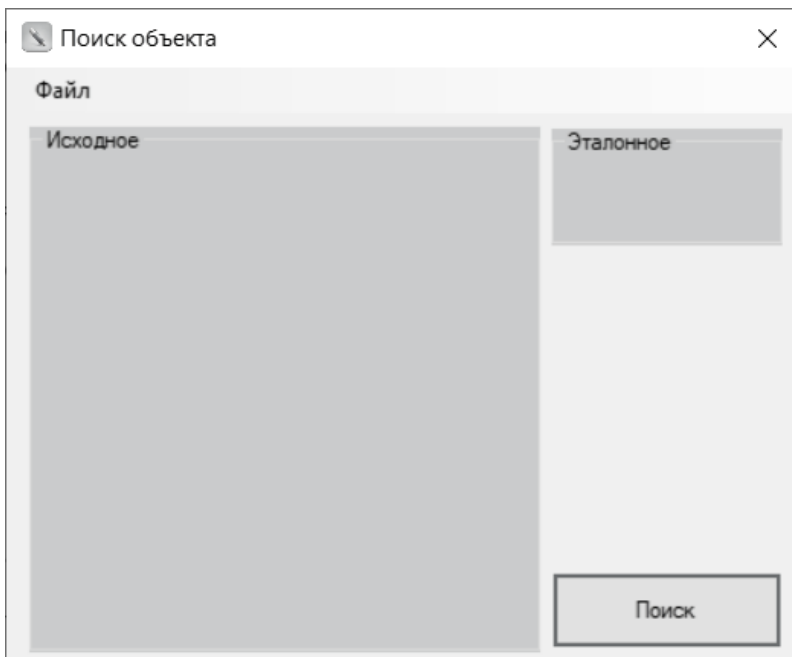


Рис. 3. Внешний вид программы.

Входными данными являются исходное и эталонное.

Программа работает следующим образом: выбирается участок исходного изображения с размерами эталонного. Далее цвета пикселей эталонного сравниваются с исходным. Для каждого такого сравнения определяется количество совпавших символов. В случае, в котором совпало наибольшее количество пикселей считается найдем объектом на изображении. Однако в эталонном изображении находится не точно такой же объект, как на исходном. Например, перед нами стоит задача найти человека на заснеженном поле. В этом случае в эталонном изображении не будет находиться тот же самый человек. Поэтому целесообразно проверять не точность совпадения пикселей, а допускать некие погрешности (Пиксели могут отличаться, но не больше, чем на указанный диапазон).

Рассмотрим вышеописанный пример. Загрузим в программу два изображения (рисунок 4). Следует отметить, что эталонного изображения нет на исходном.

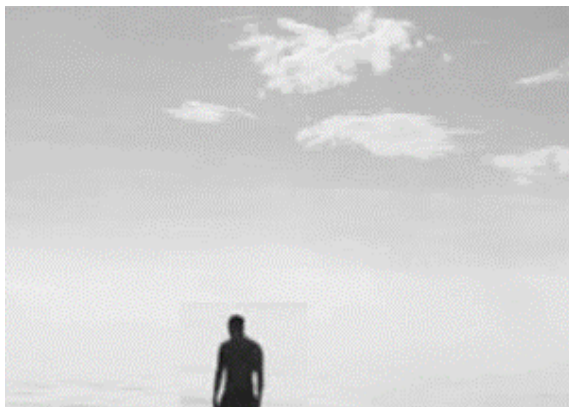


Рис. 4. Загрузка изображения.

Результат работы программы можем увидеть на рисунке 5. Можем обратить внимание, что программа выделила участок исходного, который был наиболее похож на эталонный другим цветом. В данном случае значение диапазона было  $[-100;100]$ , так как искомый объект сильно контрастирует с фоном, если данного контраста не будет, диапазон нужно уменьшить.



Рис. 5. Результат работы программы.

В ходе выполненной работы был реализован алгоритм поиска объекта на изображении. Данный алгоритм следует применять на платформах, на которых невозможно развертывание более производительных систем, таких как нейросеть. Однако алгоритм следует применять на малых изображениях, и он не распознает графические примитивы (Линии, кривые, окружности и т.д.). Алгоритм ищет изображение по цвету пикселей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Д.С. Волосов., Фотографическая оптика – 2е издание – М.: «Искусство», 1978. – С. 64-68
2. Горелик А.Л. Методы распознавания / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин -М: Высшая школа, 1984.- 208 с.
3. Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений Часть 1. Математические модели, Соросовский образовательный журнал - 1996. - Т. 2 - С.118-124.
4. Яне Б. Цифровая обработка изображений, М: Техносфера, 2007.- 583с.
5. Борзов С.М. Комплексная обработка гиперспектральных изображений на основе спектральной и пространственной информации, Вычислительные технологии – 2016, Том 21, № 1, с. 25 - 39
6. J.R. Parker, Algorithms for image processing and Computer Vision, Wiley. 2018– p. 504.
7. Geedimalla K., Payyavula S, Fundamentals of image processing, 2018
8. Беляков, П.В. Методы оптимизации в задаче вычисления оптического потока в системе на кристалле / П.В. Беляков, М.Б. Никифоров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – Вып. 2. – С. 45-52.
9. Братулин А.В. Метод вычисления плотного оптического потока на ПЛИС в реальном времени /А.В. Братулин, М.Б. Никифоров, П.В. Беляков, Е.Ю. Холопов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – Т. 15. - № 2. – С320-330.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Климкин К.С., Жулева С.Ю. ....</b>                                                                                                   | <b>4</b>  |
| РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ<br>МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРА НА REACT-THREE-FIBER                                              |           |
| <b>Шигаев Д.К., Жулева С.Ю. ....</b>                                                                                                    | <b>6</b>  |
| РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СБОРА И<br>ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ В ОДИН АГРЕГАТОР                                               |           |
| <b>Камордин А.А., Крошилин А.В. ....</b>                                                                                                | <b>9</b>  |
| КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД В МОДЕЛИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ И<br>ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ                                                                 |           |
| <b>Давыдов А.И., Жулева С.Ю. ....</b>                                                                                                   | <b>12</b> |
| РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОГО АГЕНТСТВА                                                                                 |           |
| <b>Александров В.В., Цуканова Н.И., Головкин Н.В., Шурыгина О.В. ....</b>                                                               | <b>14</b> |
| МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ И МАШИННОГО<br>ОБУЧЕНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ<br>КОЛЛЕКТИВНЫХ ДОГОВОРОВ   |           |
| <b>Белокуров А.И., Жулева С.Ю. ....</b>                                                                                                 | <b>19</b> |
| РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОНЛАЙН<br>ОБУЧЕНИЯ                                                                             |           |
| <b>Исаева М.А. ....</b>                                                                                                                 | <b>22</b> |
| РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ СОСТАВЛЕНИЯ СТАНДАРТНОЙ ПРОГРАММЫ<br>ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ                          |           |
| <b>Костиков М.Г., Юров Т.В. ....</b>                                                                                                    | <b>26</b> |
| ИССЛЕДОВАНИЕ, ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ<br>СРЕДСТВ РАСЧЁТА РЕАКЦИИ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ КОНТУРОВ НА<br>ИМПУЛЬСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ |           |
| <b>Кузовлев Р.Г. ....</b>                                                                                                               | <b>32</b> |
| АНАЛИЗ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТОРГОВЫХ СИСТЕМАХ                                                                                 |           |
| <b>Иванова Е.С. ....</b>                                                                                                                | <b>36</b> |
| АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ АЦП И РАСЧЕТА АБСОЛЮТНОГО<br>ДАВЛЕНИЯ                                                                    |           |



|                                                                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Артамонов А.Ю., Заикин С.Ю., Пасынков М.И., Ужегова М.Н. ....</b>                                                                   | <b>39</b> |
| АЛГОРИТМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ<br>ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛАСТИ НАХОЖДЕНИЯ ВОЛЕЙБОЛЬНОГО МЯЧА                                |           |
| <b>Бабкин Д.И. ....</b>                                                                                                                | <b>41</b> |
| АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С СЕРДЦА                                                                                         |           |
| <b>Головкин Н.В., Цуканова Н.И. ....</b>                                                                                               | <b>44</b> |
| ВЛИЯНИЕ ПРЕДОБРАБОТКИ ТЕКСТА НА ТОЧНОСТЬ МНОГОКЛАССОВОЙ<br>КЛАССИФИКАЦИИ                                                               |           |
| <b>Шурыгина О.В., Цуканова Н.И. ....</b>                                                                                               | <b>47</b> |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ИЕРАРХИЧЕСКОГО<br>КЛАССИФИКАТОРА ТЕКСТА ОТ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА АНСАМБЛЯ<br>НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ           |           |
| <b>Артёмов Я.А. ....</b>                                                                                                               | <b>50</b> |
| АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ                                                                                                |           |
| <b>Ромашкова В.В. ....</b>                                                                                                             | <b>54</b> |
| ИНСТРУМЕНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ИНВЕСТИРОВАНИИ НА<br>ФОНДОВОМ РЫНКЕ                                                                    |           |
| <b>Исаева М.А. ....</b>                                                                                                                | <b>56</b> |
| РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ВЫДАЧЕ ТУРА В<br>КРЕДИТ МЕТОДОМ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ                                                 |           |
| <b>Аюб Себах. ....</b>                                                                                                                 | <b>61</b> |
| ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИЗНЕСЕ: ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ И<br>ИННОВАЦИЙ ДО РАЗВЕРТЫВАНИЯ РЫНКА                                               |           |
| <b>Швечкова О.Г., Коротков Д.С. ....</b>                                                                                               | <b>65</b> |
| РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САЙТА ОПЕРАТОРА<br>СОТОВОЙ СВЯЗИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА<br>ТАРИФНОГО ПЛАНА КЛИЕНТА |           |
| <b>Гривин В.А., Крошилин А.В. ....</b>                                                                                                 | <b>68</b> |
| ОБЗОР ОСНОВНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ В<br>УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ                                                           |           |

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Дмитриева Т.А. Матросова А.С., Трифонова Т.А.</b> .....                                            | <b>70</b> |
| РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «ДЕТСКИЕ ЛАГЕРЯ»<br>НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»                   |           |
| <b>Васильев И.В., Дмитриева Т.А.</b> .....                                                            | <b>74</b> |
| РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ<br>АНАЛИЗА ДАННЫХ АУДИОФАЙЛОВ                                     |           |
| <b>Ольчев С.В., Жулева С.Ю.</b> .....                                                                 | <b>79</b> |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ<br>СИСТЕМЕ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРИЕМА ПАЦИЕНТА |           |
| <b>Проказникова Е.Н., Калинин М.Н.</b> .....                                                          | <b>81</b> |
| АЛГОРИТМ ПОИСКА ОБЪЕКТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ<br>НИЗКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ                      |           |

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Межвузовский сборник научных трудов

Подписано в печать 10.06.2022. Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 5,75.

Тираж 100 экз. Заказ № 5284

Издательство ИП Коняхин А.В. (Book Jet)

Отпечатано в типографии Book Jet  
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д. 18

Сайт: <http://bookjet.ru>

Почта: [info@bookjet.ru](mailto:info@bookjet.ru)

Тел.: +7(4912) 466-151

ISBN 978-5-907568-20-4



9 785907 568204