

СПбГУТ)))

РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Студенческая ВЕСНА 2020

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

ТОМ 1



apino.spbgut.ru/stud-vesna

УДК 061.3(082)
ББК 74.58

74-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2020» : сб. науч. ст. / Под ред. А. В. Шестакова; сост. В. С. Елагин, Е. А. Аникевич, А. А. Задорожня Т. 1. СПб. : СПбГУТ, 2020. 323 с.

В научных статьях участников конференции исследуются состояние и перспективы развития мирового и отечественного уровня ИТ и телекоммуникаций. Предназначено студентам, аспирантам и специалистам отрасли связи.

Издание изготовлено оргкомитетом конференции при участии редакции сетевого издания «Информационные технологии и телекоммуникации», www.itt.sut.ru

Корректура и верстка Е. М. Аникевич
Подписано в печать 01.10.2020.
Вышло в свет 30.10.2020. Формат 60×90 1/8.
Уст. печ. л. 20,2 Заказ № 065-ИТТ-2020.
пр. Большевиков, д. 22, корп. 1
Россия, Санкт-Петербург, 193232

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Машков Г. М. – первый проректор – проректор по учебной работе

Заместитель председателя

Елагин В. С. – начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров

Ответственный секретарь

Задорожня А. А. – начальник отдела организации научной работы студентов

Члены организационного комитета

Зарубин А. А. – проректор по цифровой трансформации

Васильева Л. А. – начальник учебно-методического управления

Григорян Г. Т. – начальник управления маркетинга и рекламы

Пономарева Е. Ю. – начальник редакционно-издательского отдела



ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Бачевский С. В. – доктор технических наук, профессор, ректор

Заместители председателя

Шестаков А. В. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, проректор по научной работе

Алексенко И. А. – кандидат педагогических наук, проректор по воспитательной работе и связям с общественностью

Ответственный секретарь

Владыко А. Г. – кандидат технических наук, директор научно-исследовательского института «Технологии связи»

Члены программного комитета

Кирик Д. И. – кандидат технических наук, доцент, декан факультета радиотехнологий связи

Бузюков Л. Б. – кандидат технических наук, профессор, декан факультета инфокоммуникационных сетей и систем

Зикратов И. А. – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных систем и технологий

Колгатин С. Н. – доктор технических наук, профессор, декан факультета фундаментальной подготовки

Сотников А. Д. – доктор технических наук, профессор, декан факультета цифровой экономики, управления и бизнес-информатики

Шутман Д. В. – кандидат политических наук, доцент, декан гуманитарного факультета

Гириш В. А. – начальник военного учебного центра

Бучатский А. Н. – кандидат технических наук, доцент, директор Института магистратуры

Неисключительные права на все материалы, опубликованные в данном издании, принадлежат СПбГУТ. Все материалы, авторские права на которые принадлежат СПбГУТ, могут быть воспроизведены при наличии письменного разрешения от СПбГУТ. Ссылка на первоисточник обязательна. По вопросам приобретения неисключительных прав и использования сборника обращайтесь по тел. (812) 312-83-79, e-mail: ittsut@gmail.com. Тип компьютера, процессор, сопроцессор, частота: Pentium IV и выше / аналогичное; оперативная память (RAM): 256 Мб и выше; необходимо на винчестере: не менее 64 Мб; ОС MacOS, Windows (XP, Vista, 7) / аналогичное; видеосистема встроенная; дополнительное ПО: Adobe Reader версия от 7.X или аналогичное. Защита от незаконного распространения: реализуется встроенными средствами Adobe Acrobat.

© СПбГУТ, 2020

Радиотехнологии связи

- 6 Багаев Е. С., Ларионов А. Ю., Мартынова Е. А.** Обзор достижений в теории обработки сигналов на графах
- 10 Бадин А. Д.** Сравнительный анализ радиотехнологий для реализации систем V2V/V2X
- 15 Бойко И. А.** Оптимизация диаграммы направленности цилиндрической АФАР
- 20 Бурдина Е. П.** Расчет акустического оформления и системы озвучения концертного зала Санкт-Петербургской музыкальной школы им. Н. А. Римского-Корсакова
- 24 Гизатулин Д. Д., Свиридов А. А., Шутова Л. С.** Влияние коронавируса на экологическую обстановку в мире
- 28 Гловский А. А.** Современные комплексы измерения полей в верхней полусфере
- 32 Дальк М. А.** Исследование правомерности применения метода STI для оценки качества звучания музыкальных инструментов
- 37 Ешникова А. С.** Особенности разработки измерителя проходящей мощности и коэффициента стоячей волны КВ диапазона
- 41 Жданкин В. Н.** Построение модели многослойной катушки индуктивности на прямоугольном каркасе в SolidWorks для 3D печати
- 45 Жигало М. М.** Расчет акустического оформления и системы озвучения помещения центра творческого развития и гуманитарного образования детей «На Васильевском»
- 50 Зарубина А. В.** Разработка лабораторных работ по исследованию электродинамических головок громкоговорителей
- 56 Кокин С. А.** Использование SDR для повышения помехоустойчивости радиоканалов в КВ диапазоне
- 60 Комляк М. И., Яновская Д. О.** Сравнение технологий множественного доступа для реализации импульсного радио UWB-IR
- 64 Коротин В. Е., Шмигель М. В.** Сравнительный анализ режимов работы сети NB-IoT
- 69 Лялина А. Ж.** Исследование особенностей системы HTS при использовании разработанной в среде Matlab модели канала связи
- 74 Орлянская Ю. Д.** Моделирование и расчет радиопоглощающей структуры композита для защиты от внешних излучений информационных систем связи
- 77 Прохоров К. Ю.** Расчет акустического оформления и системы озвучения зрительского зала театрально-культурного комплекса «Новая сцена Александринского театра»
- 82 Романович К. А.** Разработка приложения для навигации внутри здания университета с применением технологии дополненной реальности
- 87 Федоров А. Д.** Реализация гидрометаллургических методов переработки электронных отходов на примере мембранных технологий

Инфокоммуникационные сети и системы

- 91 Авдонькин Н. Н.** Использование фотограмметрии для оцифровки движений в концепции интернета навыков
- 95 Агеев Р. А., Фицов В. В.** Иерархический подход как способ улучшения системы DPI
- 100 Белозор А. М.** Задачи оператора связи для обеспечения персонализации взаимодействия с клиентом в рамках индустрии 4.0
- 104 Былина М. С., Рыбинцева И. Ю.** Исследование возможностей компенсации хроматической дисперсии в одномодовых оптических волокнах
- 108 Исаенко Д. И., Резников Б. К.** Исследование конфигураций перестраиваемых оптических мультиплексоров
- 113 Кириллова Н. С.** Разработка лабораторных работ по измерению акустических параметров помещений
- 118 Коромыслов К. Е.** Исследование метода сетевой стеганографии, основанного на изменении порядка следования пакетов
- 123 Марданов Р. И.** Методика преобразования сигнала речи в биометрических системах аутентификации с использованием глубокой нейронной сети

- 129 **Митленер А. А., Потапов И. А.** Особенности формирования солитонных импульсов с управлением потерями
- 132 **Мицковский Д. Ю.** Исследование возможностей использования метрик оценки машинного перевода для оценивания лингвистических стегосистем
- 137 **Мурашкин Н. А., Новиков С. С.** Разработка мессенджера на базе Блокчейн-платформы Ethereum
- 142 **Никифорова А. Г.** Анализ проблем внедрения SIEM-системы
- 147 **Новиков Е. А., Осинникова А. Е.** Пример использования нейронных сетей для решения повседневных задач
- 151 **Орлов Д. А.** Анализ криптографических протоколов проверяемого разделения секретных данных между пользователями
- 156 **Седельников Д. А.** Исследование формата PDF в качестве объекта стеганографии
- 160 **Терентьев Д. А.** Использование вейвлет-анализа для шумоподавления во временных рядах, характеризующих производительность приложения
- 166 **Федосенко М. Ю.** Исследование устойчивости популярных Интернет-ресурсов от обмена скрытыми данными при использовании методов стеганографии
- 169 **Шарлаева М. В.** Исследование методов сегментации в нейросетевых задачах
- Информационные системы и технологии**
- 175 **Абдуршина А. И.** Разработка информационной системы методического и информационного сопровождения абитуриентов с применением модели Serverless
- 180 **Андрианова Е. Е.** Как ИТ помогают людям с ограниченными возможностями
- 185 **Андрианова Е. Е., Бузуева М. В.** Алгоритм программы для манипулирования данными на примере фирмы по ремонту компьютеров
- 190 **Андрианова Е. Е., Веснин Д. В.** Алгоритм для игры 5 в ряд (гомоку)
- 194 **Андрианова Е. Е., Котцов И. А.** DDoS атаки и сети CDN
- 198 **Берлин А. Р.** Применение генетического алгоритма при составлении расписания учебных занятий
- 203 **Бояшова Е. П., Ксенофонтова А. Д.** Особенности использования картографических сервисов в системах экологического мониторинга
- 206 **Бояшова Е. П., Шумилова С. И.** Особенности разработки взаимодействия пользователя со специализированной информационной системой
- 210 **Волошененко Д. В.** Методы повышения эффективности функционально-стоимостного анализа информационных систем
- 216 **Генчева А. В.** Проблемы пользователей при взаимодействии с интерфейсом приложений в банковской сфере
- 220 **Громов В. В., Кеда Н. А.** Анализ наиболее подходящей CMS для защиты выпускной квалификационной работы бакалавра
- 225 **Гунина Е. В., Кирпиченко Д. С.** Проблемы и принципы разработки пользовательского интерфейса прототипа системы по электронному согласованию документов
- 228 **Данилова А. С.** Проектирование информационной системы учета успеваемости студентов в высших учебных заведениях
- 232 **Денисова Ю. В., Николаева Г. О.** Использование GAN для преобразования изображений
- 237 **Жаранова А. О., Капитоненко В. В.** Разработка клиентской части визуального редактора контента веб-приложений
- 242 **Кавун М. А.** Этапы разработки структуры базы данных средствами языка SQL на примере кассы финансового взаимодействия
- 245 **Крикун Д. Ю., Каргин Г. О.** Разработка сервиса по подбору рецептов на основании продуктов, которые есть у пользователя
- 249 **Карелин Е. А., Морозов Д. П.** Разработка быстрых веб-приложений на фреймворке Svelte
- 254 **Когут В. А., Смородин Г. Н.** Применение инновационных технологий в высшем образовании

- 257 Кольцов П. О.** Процесс прототипирования в информационных технологиях
- 260 Крысина М. А.** Разработка прототипа интерфейса информационной системы помощи пожилым людям
- 264 Леснова Е. М., Чабдарова Д. Ю.** Исследование процесса формирования набора данных на основе реляционных баз данных в задачах машинного обучения
- 269 Лещев М. С.** Проектирование сегмента информационной системы online-изучения иностранного языка
- 274 Маслаков И. В.** Повышение точности нейронной сети путем коррекции обучающей выборки
- 278 Митина А. А.** Разработка ИС аптеки в среде Oracle SQL Developer на языке SQL
- 281 Мульдт В. Д.** Разработка информационной системы для людей с сахарным диабетом
- 285 Осипова А. Ю.** Анализ направлений развития информационных систем дизайна помещений
- 288 Полпудникова Н. В.** Алгоритмы системы принятия решений обеспечения безопасности движения автономного необитаемого подводного аппарата
- 292 Смородин Г. Н., Потреваев В. С.** Применение технологий смешанной реальности в модельном бизнесе
- 297 Тимофеева М. Е.** Особенности дизайна интерфейса мобильных приложений и его влияние на взаимодействие с пользователем
- 299 Филимонов Л. С.** Проектирование интеллектуальной системы поддержки принятия решений отдела технической поддержки на базе сочетания методов имитационного моделирования и векторного анализа слов
- 305 Цветкова В. А.** Разработка экспертной системы по выдаче рекомендаций по защите информации
- 308 Черепанова А. А.** Разработка информационной системы учёта сотрудников железнодорожной станции в среде Oracle SQL Developer
- 313 Шальков М. В.** Использование функциональных возможностей PowerShell core для мониторинга информационных систем
- 318 Шафоростова Е. А.** Применение информационных технологий и дистанционного обучения в музыкальном образовании

УДК 621.391.8

Е. С. Багаев, А. Ю. Ларионов,
Е. А. Мартынова (студенты гр. РМ-71, СПбГУТ)

ОБЗОР ДОСТИЖЕНИЙ В ТЕОРИИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НА ГРАФАХ

Вместе с постоянным увеличением количества информации, нуждающейся в преобразовании в цифровую форму для возможности её дальнейшего использования, существует необходимость в постоянном улучшении уже имеющихся алгоритмов обработки сигналов и разработке новых. Одна из новейших теорий в этой области – это теория обработки сигналов на графах. Целью статьи является изучение, а затем изложение базовых принципов теории дискретизации на графах. Будут рассмотрены основные концепции и приложения данной теории.

цифровая обработка сигналов, граф, информация, дискретизация.

Введение

Дискретизация – процесс преобразования непрерывного сигнала в последовательность отсчетов. В теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) дискретизация является одним из главных элементов. Стандартная теория дискретизации опирается на исследование спектральных характеристик (ширина полосы) аналогового сигнала [1].

Обработка сигналов на графах (ОСГ) – динамично развивающаяся область ЦОС. ОСГ находит широкое применение во многих инженерных дисциплинах, включая обработку изображений, беспроводную связь, машинное обучение и интеллектуальный анализ данных.

Основной проблемой в ОСГ является невозможность применения привычных для периодической дискретизации понятий и методов. Также, для достижения компромисса между точностью и сложностью восстановления сигнала необходимы хорошо изученные и эффективные алгоритмы.

Для решения этих задач в последнее время были разработаны различные подходы к графовой дискретизации, основанные на таких понятиях как графовая частота, ограничение полосы частот и т. д.

Основные понятия

Графовый сигнал $x : V \rightarrow R$ – функция которая присваивает значение каждой вершине соответствующего графа. Графовый сигнал может быть записан как вектор x , в котором n -й элемент, $x[n]$, представляет значение сигнала в n -ой вершине [2, 3]. Обратим внимание, что может использоваться любая маркировка вершин, т. к. изменение маркировки просто приводит

к перестановке строк/столбцов различных матриц, их соответствующих собственных векторов и векторов, представленных графовым сигналом. Графовое преобразование Фурье определяется как:

$$\hat{x}[i] = \langle u_i, x \rangle = \sum_{n=0}^{N-1} u_i[n]x[n].$$

Фильтр линейного графа определяется как $G \in R^{N \times N}$, применив его к x , получим:

$$y = Gx.$$

Рассмотренные в литературе конструкции графовых фильтров для вершинной и частотной областей описывают такие фильтры G , которые зависят от структуры графа. Фильтры вершинных областей определяются как полиномы оператора вариации, т. е.:

$$y = Gx = \left(\sum_{p=0}^P c_p L^p \right) x.$$

В конструкции фильтра частотной области G главная диагональ U выбирается так, чтобы:

$$y = Gx = U \mathcal{G}(\Lambda) U^T x,$$

где $\mathcal{G}(\Lambda) := \text{diag}(\mathcal{G}(\Lambda_1), \dots, \mathcal{G}(\Lambda_N))$ – частотная характеристика графа.

Обобщенная дискретизация для конечномерных графов и графовых сигналов может быть записана в матричном виде. Любой графовый сигнал может быть смоделирован с помощью матрицы-генератора $A \in R^{N \times K}$ ($K \leq N$) и вектора расширения $d \in R^K$:

$$x := Ad.$$

Оператор дискретизации графа представляет собой матрицу $S \in R^{N \times M}$ ($M \leq N$), предполагающую наличие линейно независимых столбцов, охватывающих пространство выборки, $S \in R^N$. Дискретизированный сигнал может быть описан следующим образом:

$$c := S^T x \in R^M.$$

Правильное восстановление сигнала может быть проведено с помощью коррекционного преобразования $H = (S^T A) \dagger$:

$$\tilde{x} = Hc = A(S^T A) \dagger S^T x.$$

Иллюстрация процесса дискретизации

В современной теории ОГС существует несколько моделей генерации различных сигналов. Например, это может быть сигнал с ограниченным диапазоном частот или без ограничения по полосе пропускания. При любой

модели, основными задачами при дискретизации графовых сигналов являются выбор и оптимизация матрицы-генератора и дискретизирующей матрицы A и S соответственно.

Аналогично дискретизации во временной и частотной областях для обычных сигналов, дискретизация графового сигнала может быть определена для случаев спектрального и вершинного пространства. Поскольку для общих графов прямая узловая дискретизация в вершинной области (т. е. выбор подмножества узлов) не соответствует операции сворачивания спектра в частотной области графа, дискретизация графов в вершинной и частотной области рассматривается отдельно.

Показанная на рис. дискретизация во временной и частотной областях дает одинаковый результат после ДПФ сигнала [4]. В то время как дискретизация графового сигнала в вершинной и частотной областях приводит к различным результатам.

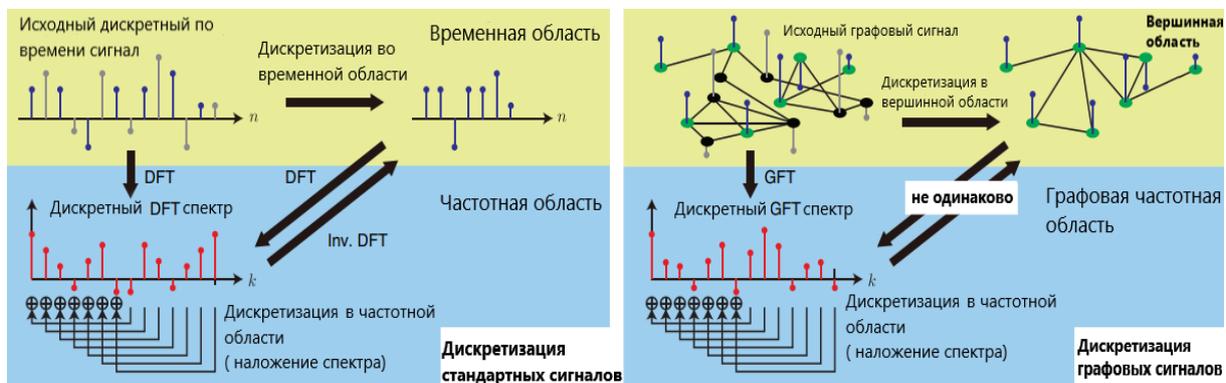


Рис. Дискретизация стандартных и графовых сигналов

Алгоритмы дискретизации

Идеального восстановления сигнала возможно добиться только в том случае, если какие-либо параметры сигнала, например, частота среза, точно известны заранее. Однако зачастую основные свойства сигнала неизвестны. Кроме того, исследуемые сигналы могут быть искажены аддитивным шумом. Таким образом, алгоритмы дискретизации часто направлены на максимизацию устойчивости к шуму, а также на поиск оптимального решения в том случае, если характеристики дискретизированного сигнала заранее не известны [5].

Наряду с качеством восстановления сигнала, сложность вычислений является еще одной ключевой проблемой при разработке алгоритмов дискретизации, поскольку обработка сигналов часто требует больших вычислительных мощностей при операциях с графами.

Определение оптимального метода дискретизации можно разделить на два этапа:

- 1) подготовка первоначальной информации;

2) основная процедура, заключающаяся в определении узлов дискретизации.

При детерминированном отборе вычислительная сложность в основном зависит от количества ребер в графе и предполагаемой пропускной способности.

Метод случайного отбора влечет за собой гораздо меньшую сложность вычислений на этапе выбора, чем их детерминированные аналоги. Учитывая распределение вероятностей выборки p , все узлы могут быть выбраны быстро и параллельно с использованием этого распределения. Следовательно, имеет значение только этап подготовки.

Заключение

Дискретизация повсеместна в обработке сигналов и машинном обучении: многие приложения могут применять дискретизацию графовых сигналов в качестве одного из основных компонентов. Например, нейронные сети и обработка множества точек являются потенциальными областями применения, потому что удобно обрабатывать имеющиеся данные как сигналы на структурированном графе.

В данном обзорном докладе были рассмотрены основные положения теории графовой дискретизации. Применение этой теории открывает новые возможности в сфере обработки сигналов и находит себя в более широкой области обработки данных.

Список использованных источников

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебник для вузов. СПб. : Питер, 2003. 608 с. ISBN 5-318-00666-3.
2. Shuman D. I., Narang S. K., Frossard P., Ortega A., and Vandergheynst P. The emerging field of signal processing on graphs // IEEE Signal Process. Mag., vol. 30, no. 3, pp. 83–98, Oct. 2013.
3. Ortega A., Frossard P., Kovacevi J., Moura J. M. F., and Vandergheynst P. Graph signal processing: Overview, challenges, and applications // Proc. IEEE, vol. 106, no. 5, pp. 808–828, May 2018.
4. Cheung G., Magli E., Tanaka Y., and Ng M. Graph spectral image processing // Proc. IEEE, pp. 907–930, May 2018.
5. Chen S., Varma R., Sandryhaila A., and Kovacevi J. Discrete signal processing on graphs: Sampling theory // IEEE Trans, vol. 63, no. 24, pp. 6510–6523, Dec. 2015.

*Статья представлена научным руководителем,
ассистентом кафедры РОС СПбГУТ Караваявым Д. А.*

УДК 621.396.93

А. Д. Бадин (магистрант гр. Р-92м, СПбГУТ)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ V2V/V2X

В данной работе рассмотрены требования к беспроводным технологиям (стандарта IEEE 802.11p и стандартов мобильной связи 4 и 5 поколения: LTE и 5G NR, соответственно) для реализации системы V2V. Сформулированы критерии сравнения данных технологий и приведён анализ. С использованием минимаксного метода показано, что в условиях высокой плотности транспортных средств, а также различных устройств, подключённых к сети, наиболее рациональным вариантом построения системы управления транспортными средствами является в настоящее время активно развивающийся стандарт 5G NR.

LTE, 5G NR, V2V/V2X, модифицированный минимаксный метод.

Одной из важных составляющих интеллектуальной транспортной системы (системы, в которой применяются информационные и коммуникационные технологии в сфере автотранспорта) являются технологии коммуникации между автомобилями, которые имеют несколько названий. В Европе это Car-to-Car (Car2Car, C2C), в США – Vehicle-to-Vehicle (V2V). Связь автомобиля с объектами инфраструктуры обозначается как Car-to-Infrastructure (C2I), Vehicle-to-Infrastructure (V2I). В последнее время распространено другое название – Vehicle-to-Everything (V2X). Под «X» понимаются транспортные средства и объекты инфраструктуры.

В настоящее время на рынке представлены два конкурирующих стандарта поддержки связи V2X: DSRC (*Dedicated Short Range Communication* – выделенная связь малого радиуса действия), основанный на технологии IEEE Wireless LAN 802.11, и C-V2X (сотовая связь V2X) на основе мобильной связи стандартов 3GPP. В Европе большинство стран склонялось к использованию DSRC, но с постепенным развитием технологии C-V2X на данный момент выбор в пользу технологии как средства общения между транспортными средствами не сделан. В США пока не принято окончательное решение о выборе одной из этих технологий. В Китае планируется использовать технологию C-V2X.

В 1999 году Федеральная комиссия по связи США (*Federal Communications Commission* – FCC) выделила участок спектра 5850...5925 МГц (DSRC) для обеспечения безопасности дорожного движения, которые должны использоваться исключительно для соединений между транспортными средствами и инфраструктуры с транспортными средствами. Этот же диапазон частот и принят для использования в Европе.

В таблице 1 приведены параметры сравнения технологий DSRC и C-V2X (3GPP, релизы 14–16) для обеспечения работы систем V2V/V2X [1]. Основной целью создания технологии V2X является предоставление приложений для общественной безопасности, путем объединения всех транспортных объектов в единую сеть, что позволит спасти человеческие жизни и улучшать движение транспортного потока.

ТАБЛИЦА 1. Параметры сравнения технологий для обеспечения работы систем V2V/V2X

Параметр/Технология	DSRC	LTE-V2X	NR-V2X
Поддержка прямых коммуникаций с низкой задержкой	+	+	+
Работа в диапазоне 5,9 ГГц	+	+	+
Полоса пропускания канала связи, МГц	10/20	10/20	10/20/N x
Поддержка модуляции	до 64-QAM	до 64-QAM	до 64-QAM
Скорость передачи данных, Мбит/с	25	20–25	30–50
Средние задержки, мс	< 100	< 50–100	< 10 до 320 м 10–100 на 320–2000 м
Дальность действия, м	< 1000	< 1000	< 2000
Отношение сигнал помеха при скорости 250 км/ч, дБ	> 6,5	> 4	> –5
Дуплексный метод	TDD	TDD/FDD	TDD/FDD

В данной таблице представлены три технологии, которые имеют разные параметры. Однако, данными параметрами нельзя манипулировать до момента проверки на соответствие технологий требованиям рекомендаций Международного Союза Электросвязи (МСЭ).

Важно отметить, что для применения V2V требуется учитывать необходимость малой задержки передачи пакетов, так как интервал поступления сообщения безопасности, который обеспечит спасение жизни, составляет 100 мс. Также необходим радиоканал, который может быть быстро активизирован, когда большое число транспортных средств пытаются одновременно задействовать радиоканал. При этом технологии V2V/V2X не нуждаются в высоких скоростях, так как сообщения, которыми обмениваются транспортные средства и инфраструктура, являются короткими.

Таким образом, беспроводные технологии для усовершенствованных интеллектуальных транспортных систем, согласно рекомендациям МСЭ-R M.2084-1 [2], имеют характеристики, приведенные в таблице 2 (см. ниже).

После определения параметров, удовлетворяющих требованиям, следует решить задачу оптимизации чтобы выбрать один из имеющихся вари-

антов. В данном случае задача является многокритериальной, поскольку выбор альтернативы производится по двум и более критериям [3]. Целью многокритериальной оптимизации является оценка качества исходов и выявление предпочтений между ними на основе их алгоритмической обработки в соответствии с моделью. Основной задачей является выявление наиболее рационального варианта построения интеллектуальной системы управления транспортными средствами на основе одной из трех представленных беспроводных технологий.

ТАБЛИЦА 2. Требования МСЭ к параметрам беспроводных технологий для обеспечения работы систем V2V/V2X

Параметр	3GPP	IEEE
Рабочий диапазон частот, МГц	5855–925	5850–5925
Ширина полосы канала связи, МГц	10 или 20	10 или 20
РЧ-мощность передачи, дБм	23–33	–
Схема модуляции	BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16QAM OFDM, 64QAM OFDM (NR)	BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM, 64-QAM OFDM
Упреждающая коррекция ошибок	Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4, 2/3	Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4
Скорость передачи данных, Мбит/с для полосы 10 МГц	3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24 LTE < 24–27 Мбит/с NR	3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24 и 27
Дуплексный метод	TDD	TDD

Следующим шагом необходимо правильно сформировать набор критериев из списка параметров сравнения, приведенных в таблице 3. При осуществлении выбора критериев необходима соблюдать следующие требования:

- Полнота – использование дополнительных критериев не изменяет результата, а отбрасывание одного из набора оказывает влияние.
- Неизбыточность – отсутствие логических пересечений (отражения одних и тех же аспектов несколько раз).
- Минимальность – набор должен содержать как можно меньшее количество критериев.
- Измеримость – допущение количественной или качественной оценки характеризуемого свойства.
- Операциональность – каждый критерий должен иметь прозрачную для ЛПР формулировку, однозначный смысл и характеристику.
- Декомпозируемость – возможность разделения задачи на подзадачи.

Окончательный набор критериев сравнения технологий для обеспечения работы интеллектуальных транспортных систем V2V/V2X представлен в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Набор критериев сравнения технологий для обеспечения работы систем V2V/V2X

Критерий/Технология	DSRC	LTE-V2X	NR-V2X
Рабочий диапазон частот, МГц	5850–5925	5855–5925	5855–5925
Ширина полосы канала связи, МГц	10/20	10/20	10/20
Максимальная скорость передачи данных при ширине канала 10 МГц, Мбит/с	24	18–24	24–27
Средние задержки, мс	< 100	50–100	< 10 до 320 м 10–100 на 320–2000 м
Дальность действия, м	< 1000	< 1000	< 2000
Отношение сигнал помеха при скорости 250 км/ч, дБ	> 6,5	> 4	> –5

Для выбора оптимального решения из множества, в данном случае из трех вариантов, требуется принять соглашение о возможных компромиссах между критериями. Для сужения вариантов оптимальных решений могут использоваться различные подходы. Воспользуемся одним из часто применяемых, а именно модифицированным минимаксным методом. Для начала обозначим $j = (1, 2, 3)$ – номер варианта $y^{(j)}$ и соответствующей альтернативы эффективного решения; $i = (1, \dots, 6)$ – номер показателя качества (критерия). Все показатели качества приведем к нормированным безразмерным величинам $0 \leq \Phi_{ij} \leq 1$. Для этого преобразуем данные из таблицы 3 и сведем полученные значения в таблицу 4.

ТАБЛИЦА 4. Нормированные значения критериев сравнения технологий для обеспечения работы систем V2V/V2X

Критерий/Технология	DSRC	LTE-V2X	NR-V2X
Рабочий диапазон частот	$\Phi_{11} = 0,9$	$\Phi_{21} = 0,8$	$\Phi_{31} = 0,8$
Ширина полосы канала связи	$\Phi_{12} = 1$	$\Phi_{22} = 1$	$\Phi_{32} = 1$
Максимальная скорость передачи данных	$\Phi_{13} = 0,9$	$\Phi_{23} = 0,8$	$\Phi_{33} = 1$
Средние задержки	$\Phi_{14} = 0,4$	$\Phi_{24} = 0,6$	$\Phi_{34} = 0,9$
Дальность действия	$\Phi_{15} = 0,5$	$\Phi_{25} = 0,5$	$\Phi_{35} = 1$
Отношение сигнал помеха при скорости 250 км/ч	$\Phi_{16} = 0,6$	$\Phi_{26} = 0,7$	$\Phi_{36} = 0,9$

Поскольку в основе данного метода лежит допустимое преобразование критериев – шкала интервалов. Найдем минимально возможное значение

i -го критерия $\Phi_{i \min}$, пренебрегая значениями остальных критериев. Тогда справедлива замена i -го критерия на соотношение:

$$G_{\text{ш\text{инт}}} = y_i = \frac{\Phi_i - \Phi_{i \min}}{\Phi_{i \max}}.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 5.

ТАБЛИЦА 5. Полученные значения для альтернатив эффективного решения работы систем V2V/V2X

Критерий/Технология	DSRC	LTE-V2X	NR-V2X
Рабочий диапазон частот	$y_{11} = 0,11$	$y_{21} = 0$	$y_{31} = 0$
Ширина полосы канала связи	$y_{12} = 0$	$y_{22} = 0$	$y_{32} = 0$
Максимальная скорость передачи данных	$y_{13} = 0,1$	$y_{23} = 0$	$y_{33} = 0,2$
Средние задержки	$y_{14} = 0$	$y_{24} = 0,22$	$y_{34} = 0,55$
Дальность действия	$y_{15} = 0$	$y_{25} = 0$	$y_{35} = 0,5$
Отношение сигнал помеха при скорости 250 км/ч	$y_{16} = 0$	$y_{26} = 0,11$	$y_{36} = 0,33$

Следующим шагом найдем значение целевой функции:

$$F_0(\Phi) = \min_x \max_i (y_1, \dots, y_6).$$

То есть необходимо найти минимум альтернатив, обладающих максимальными значениями набора критериев. Легко видеть, что оптимальным решением является технология NR-V2X.

Таким образом, можно сделать вывод, что в условиях высокой плотности транспортных средств, а также различных устройств, подключённых к сети, наиболее рациональным вариантом построения системы управления транспортными средствами является в настоящее время активно развивающийся стандарт NR.

Список используемых источников

- 3GPP TR 38.885 V2.0.0, Study on NR Vehicle-to-Everything (V2X) – 2019.
- МСЭ-R M.2084: Radio interface standards of vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure two-way communications for Intelligent Transport System applications – 2019.
- Ланнэ А. А., Улахович Д. А. Многокритериальная оптимизация : учебное пособие. СПб. : ВАС. – 1984.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры РСiB СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Симоновой О. А.

УДК 621.396.677

И. А. Бойко (студент гр. РТ-91м, СПбГУТ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ АФАР

Предложено построение конформной цилиндрической АФАР. Проведено вычисление параметров системы, обеспечивающей оптимальные параметры антенной решётки. Исследовано влияние квантования амплитуд и фаз возбуждения на элементах антенной решётки.

активная фазированная антенная решётка, круговой обзор, оптимизация диаграммы направленности, квантование.

Введение

В настоящее время антенные системы на основе активных фазированных антенных решёток находят всё более широкое применение. Это связано с рядом причин: увеличение надёжности системы, преимущества аппаратной реализации, возможность синтеза антенн сложной геометрии. В этой связи построение ФАР сложной геометрической формы приобретает особую актуальность, что позволяет интегрировать антенные системы со структурой, при этом, не создавая дополнительное сопротивление [1, 2, 3, 4, 5].

Цилиндрическая АФАР имеет потенциал охвата 360° , либо с всенаправленным лучом, либо узким лучом, который можно направить на 360° .

Постановка задачи

Разрабатываемая АФАР представляет собой цилиндрическую решётку, состоящую из 32 кольцевых решёток, каждая из которых состоит из 120 косинусных излучателей. Для синфазного излучения элементов в направлении угла фокусировки фазовый сдвиг между элементами кольцевого массива равен 3° .

Построение цилиндрической АФАР заключается в выборе оптимальных параметров антенной решётки с целью получения требуемой ДН. Построение цилиндрической АФАР сводится к решению следующих задач:

- 1) оптимизация параметров кольцевой решётки;
- 2) оптимизация параметров цилиндрической решётки;
- 3) квантование амплитуд и фаз напряжений на элементах решётки.

Оптимизация параметров кольцевой решётки

Расстояние между элементами кольцевой решётки d выбирают равным $(1-0,5)\lambda$. При меньших значениях значительно уменьшается КНД антенны и увеличивается ширина главного лепестка ДН, при больших значениях, ДН будет иметь дифракционные максимумы.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение параметров ДН в зависимости от d

d/λ	R/λ	$R, \text{ м}$	$\Phi_{3\text{дБ}}, ^\circ$	КНД, дБи	УБЛ, дБ
1	19,1	1,549	1,66	22,2	-7,9
0,9	17,19	1,394	1,83	22,18	-9,06
0,8	15,28	1,239	2,07	22,22	-11,06
0,7	13,37	1,084	3,75	22,28	-14,65
0,6	11,46	0,929	2,77	22,2	-16,4
0,5	9,55	0,774	3,32	21,56	-16,4

По результатам таблицы 1 видно, что наименьшее значение УБЛ будет при $d = 0,5\lambda$ и $d = 0,6\lambda$. Оптимальное расстояние между элементами лежит в этих пределах.

Функция сфокусированного излучения в дальней зоне имеет вид:

$$E(\varphi) = J_0 \left(N \frac{d}{\lambda} \sin \frac{\varphi}{2} \right),$$

где J_0 – функция Бесселя первого рода и нулевого порядка, N – количество элементов, d – расстояние между элементами, N – количество элементов. Можно найти параметр d , при котором значение функции излучения было максимально возможным, при минимальном уровне боковых и задних лепестков. Оптимальное значение $d = 0,514 \lambda$.

ТАБЛИЦА 2. Параметры ДН при $d = 0,514\lambda$

d/λ	R/λ	$R, \text{ м}$	$\Phi_{3\text{дБ}}, ^\circ$	КНД, дБи	УБЛ, дБ
0,514	9,82	0,796	3,22	21,68	-16,42

Кольцевую решётку разделяют на несколько секторов (обычно от трёх до шести), и для формирования главного лепестка диаграммы направленности используют только один сектор, а при сканировании пространства поочередно переключаются между секторами. По результатам таблицы 3 видно, что наилучшим вариантом является разбиение кольцевой решётки на три сектора.

Таблица 3. Сравнение параметров ДН в зависимости от количества секторов

кол. секторов	d/λ	$R, \text{ м}$	$\varphi_{3dB}, ^\circ$	КНД, дБи	УБЛ, дБ
3	0,514	0,796	3,22	21,68	-16,42
4	0,514	0,796	3,81	20,75	-15,16

Для уменьшения боковых и задних лепестков ДН задают различные амплитудные распределения, которые уменьшают амплитуду возбуждения на краях сектора. По результатам таблицы 4 оптимальным горизонтальным распределением является косинус на пьедестале 0,1, так как при этом распределении наблюдается минимальный УБЛ (-40,55 дБ) при удовлетворительных показателях КНД (20,27 дБи) и ширины главного лепестка ($4,28^\circ$).

ТАБЛИЦА 4. Сравнение параметров ДН в зависимости от применяемого амплитудного распределения

Окно	$\varphi_{3dB}, ^\circ$	КНД, дБи	УБЛ, дБ
Тэйлор 40 дБ	4,11	20,48	-33,91
Тэйлор 45 дБ	4,44	20,11	-36,56
Косинус на пьедестале 0,1	4,28	20,27	-40,55
Косинус на пьедестале 0,15	4,19	20,37	-37,99
Хэмминг 50 дБ	4,37	20,17	-39,85
Чебышёв 40 дБ	4,06	20,54	-35,26
Чебышёв 45 дБ	4,27	20,3	-36,47

На рис. 1 представлена ДН кольцевой решётки после её оптимизации.

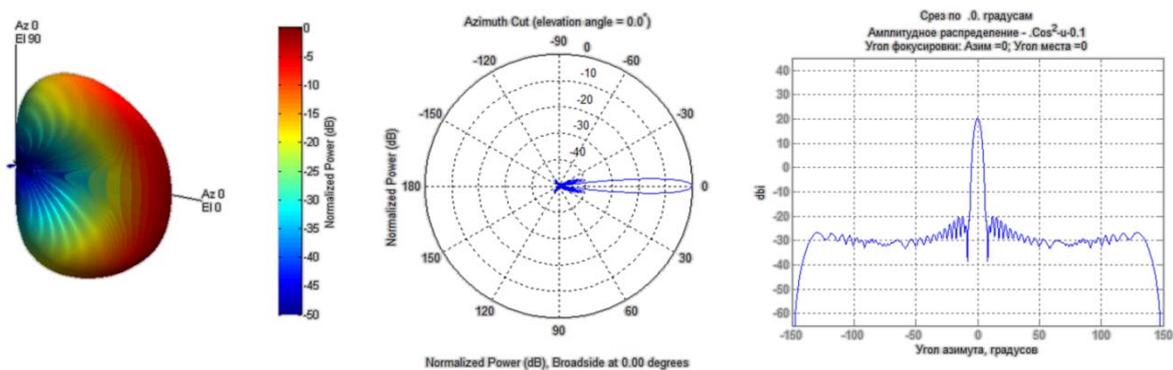


Рис. 1. ДН кольцевой решётки (3D и зависимость по углу азимута в полярных и декартовых координатах)

Оптимизация параметров цилиндрической решётки

Расстояние между кольцевыми массивами h выбирают из конструктивных соображений. Высота АФАР H должна не превышать 1,7 м, иначе антенну невозможно будет интегрировать с системой. С другой стороны, минимальное расстояние h не может быть очень малым, из-за усиления связи между элементами и конструктивных проблем при малых расстояниях. По результатам таблицы 5 оптимальное значение $h = 0,64\lambda$ (5,19 см). При данном параметре h КНД цилиндрической решётки равен 35,18 дБи при уровне боковых лепестков, равном $-13,26$ дБ; ширина главного лепестка в угломестном сечении равна $2,47^\circ$, а в азимутальном сечении $4,28^\circ$.

ТАБЛИЦА 5. Сравнение параметров ДН цилиндрической решётки от расстояния между кольцевыми массивами

h/λ	$h, \text{ см}$	$H, \text{ м}$	$\Phi_{3dB}, ^\circ$	$\theta_{3dB}, ^\circ$	КНД, дБи	УБЛ, дБ
0,7	5,68	1,82	4,28	2,26	35,56	-13,26
0,68	5,51	1,76	4,28	2,33	35,44	-13,26
0,66	5,35	1,71	4,28	2,4	35,31	-13,26
0,64	5,19	1,66	4,28	2,47	35,18	-13,26
0,62	5,03	1,61	4,28	2,55	35,04	-13,26
0,6	4,87	1,56	4,28	2,64	34,9	-13,26

Для оптимизации диаграммы направленности в угломестном сечении, необходимо задать косекансное распределение. ДН цилиндрической решётки после оптимизации изображена на рис. 2, в таблице 6 представлены параметры ДН цилиндрической решётки.

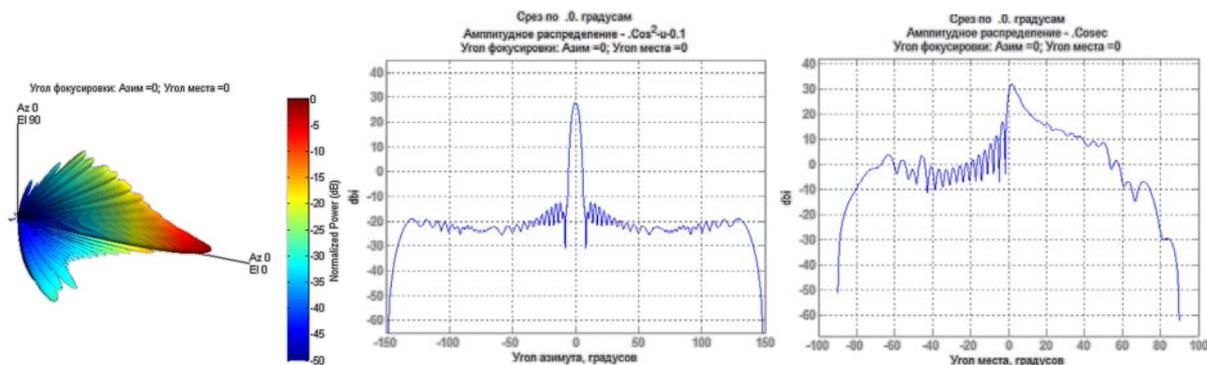


Рис. 2. ДН цилиндрической решётки (3D, зависимость по углу азимута и по углу места)

ТАБЛИЦА 6. Параметры ДН цилиндрической решётки после оптимизации

$\theta_{3dB}, ^\circ$	срез по $\theta, ^\circ$	$\varphi_{3dB}, ^\circ$	КНД, дБ	УБЛ, дБ
3,78	0	4,28	28,17	-40,55
	2	4,28	32,16	-40,56
	10	4,35	20,65	-39,79
	20	4,90	16,28	-36,79
	30	7,28	12,97	-31,35

Квантование амплитуд и фаз напряжений на элементах решётки

В антенных решётках используются аттенюаторы и фазовращатели, ограниченная разрядность которых приводит к дискретному множеству возможных значений амплитуд и фаз, что приводит к искажениям реальной ДН относительно теоретической модели.

Было предложено 6-разрядное квантование амплитуд и фаз. Тогда амплитуда, принимает значения от 0 до -31,5 дБ с шагом, равным -0,5 дБ. Фаза принимает значения от 0° до 360° с шагом, равным 6°. На рис. 3 представлено сравнение ДН до и после квантования. Сравнение параметров ДН до и после квантования представлено в таблице 7.

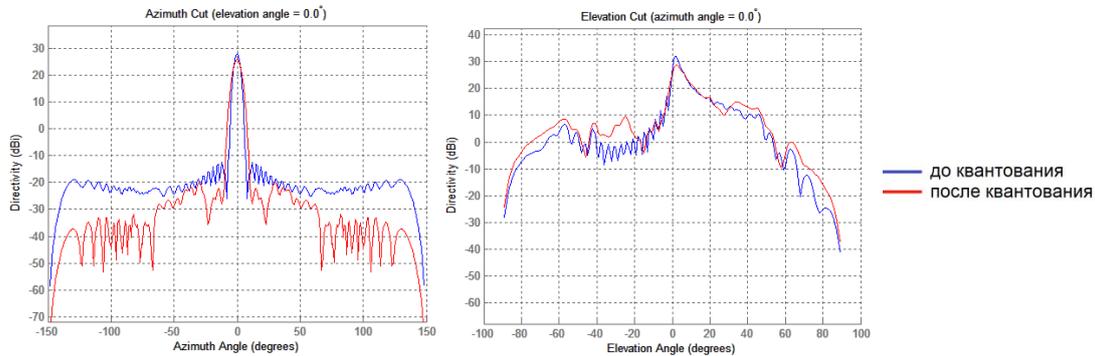


Рис. 3. Сравнение ДН до и после квантования (зависимость по углу азимута и по углу места)

ТАБЛИЦА 7. Сравнение параметров ДН цилиндрической решётки до и после квантования

$\theta_{3dB}, ^\circ$		Срез по $\theta, ^\circ$	$\varphi_{3dB}, ^\circ$		КНД, дБ		УБЛ, дБ	
до	после		до	после	до	после	до	после
3,78	5,92	0	4,28	5,57	28,17	26	-45,83	-40,55
		2	4,28	5,57	32,16	28,85	-48,73	-40,56
		10	4,35	5,68	20,65	21,57	-38,83	-39,79
		20	4,90	6,16	16,28	16,55	-37,69	-36,79
		30	7,28	7,62	12,97	12,41	-31,2	-31,35

Заключение

В предлагаемом построении цилиндрической АФАР формируется однопестковая ДН. Максимальная мощность излучения и энергетический потенциал достигаются за счёт применения оптимальных параметров антенной решетки. Сектор сканирования пространства по углу места равен 60° , и 360° по углу азимута.

Список использованных источников

1. Josefsson L., Persson P. Conformal array antenna theory and design. – John Wiley & sons, 2006. – V. 29.
2. Nathanson F. E., Reilly J. P., Cohen M. N. Radar design principles-Signal processing and the Environment //NASA STI/Recon Technical Report A. – 1991. – V. 91.
3. Allen J. L. The theory of array antennas (with emphasis on radar applications). – Massachusetts Inst of Tech Lexington Lincoln Lab, 1963. – No. TR-323.
4. Инденбом М. В. Антенные решетки подвижных обзорных РЛС. Теория, расчет, конструкции. М. : Радиотехника, 2015. 416 с.
5. Mohan K. N., Zinka S. R., Kannadassan D. Design and analysis of Linear, Planar and Circular Array Using ARRAY TOOL.

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой РОС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук Коровиным К. О.

УДК 534.843.12

Е. П. Бурдина (студентка гр. РА-61, СПбГУТ)

РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ И СИСТЕМЫ ОЗВУЧЕНИЯ КОНЦЕРТНОГО ЗАЛА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ МУЗЫКАЛЬНОЙ ШКОЛЫ ИМ. Н. А. РИМСКОГО-КОРСАКОВА

В концертном зале музыкальной школы Н. А. Римского-Корсакова необходимо устранить акустические дефекты такие как, время реверберации и неравномерность уровней звукового давления прямого звука, которые превышают требуемые значения.

В статье изложены этапы изменения акустических свойств помещения. Во-первых, производилось изменение звукопоглощающего фонда помещения, а во-вторых, проводился подбор системы озвучения, которые позволяют устранить недостатки.

Для проверки корректности результатов расчета выполнено акустическое моделирование помещения. Построена трехмерная модель помещения, учитывающая его акустическую обработку и размещение системы озвучения. Выполнен анализ звукового поля в исследуемом помещении.

время стандартной реверберации, звуковое поле, система озвучения.

В данной работе рассматриваются и применяются на практике методики усовершенствования акустических свойств концертного зала, а также проводится выбор и расчет системы озвучивания и звукоусиления, т. к. в настоящее время в данном помещении применяют только естественную акустику.

Актуальность данной работы заключается в том, что помещение оказывает огромное влияние на воспринимаемое качество звука, разборчивость речи, музыки и тембра, поэтому расчет акустического оформления концертного зала поможет оценить качество данного помещения.

При исследовании помещения необходимо учесть его назначение. В концертном зале им. Н. А. Римского-Корсакова в основном проводятся концерты инструментальной музыки, поэтому его можно отнести к узкоспециализированным залам.

Для реализации расчета акустического оформления концертного зала и системы озвучивания необходимо:

1. Провести измерения линейных размеров помещения.
2. Определить время стандартной реверберации в исходном помещении.
3. Определить требуемые параметры звукового поля.
4. Внести изменения в звукопоглощающий фонд для усовершенствования акустических свойств помещения.
5. Подобрать систему озвучивания и тип громкоговорителей.
6. Произвести компьютерное моделирование измененного помещения.

Большое влияние на качество звучания оказывает время реверберации. Стандартное время реверберации – время, в течение которого плотность звуковой энергии уменьшается в 10^6 раз, то есть на 60 дБ после выключения источника звука. Для расчета акустического оформления помещения, вначале необходимо определить оптимальное время реверберации для данного зала, зависящее от его объема и назначения. Для данного концертного зала было выбрано оптимальное время стандартной реверберации $T_{\text{опт}} = 1$ с. В исследуемом зале необходимо добиться прямолинейной частотой характеристики, так как помещение небольшого объема и в большинстве случаев воспроизводится классическая музыка [1].

Затем проводится теоретический расчет звукопоглощающего фонда концертного зала и расчет частотной зависимости времени стандартной реверберации.

ТАБЛИЦА 1. Расчет времени стандартной реверберации

F, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
T, с	1,05	0,77	0,79	0,70	0,74	0,75

Анализируя полученные значения времени реверберации, представленные на слайде, можно сделать вывод, что полученные значения малы, отсюда следует, что зал заглушенный. В заглушенное помещение речь и музыка звучат глухо, звук лишается сочности и естественной окраски. При расчете времени стандартной реверберации, был найден недостаток помещения, который необходимо устранить.

Для усовершенствования акустических свойств концертного зала, был изменен основной звукопоглощающий фонд. Количество мест для слушателей было уменьшено, исходя из СП (свода правил) для общественных зданий и сооружений, а также для увеличения времени реверберации была убрана драпировка с окон [2].

В следствии изменения частотная характеристика реверберации приняло вид, который представлен на слайде. Среднее значение времени реверберации $T_{cp} = 0,955$ с, что совпадает с выбранным значением оптимального времени реверберации.

При выборе системы озвучивания необходимо обеспечить следующие параметра звукового поля для данного помещения:

- требуемый уровень звукового давления $N_{тр} = 90$ дБ[3];
- допустимая неравномерность уровней звукового давления прямого звука $\Delta N_{тр} < 6$ дБ [3];
- допустимые пределы изменения акустического отношения $R_{min} = 1$, $R_{max} = 9$ [3].

Была произведено построения модели исходного концертного зала, а также приведен расчет параметров звукового поля в зоне прослушивания.

ТАБЛИЦА 2. Расчет параметров звукового поля в зоне прослушивания

$\Delta N_{пр}$, дБ	$N_{п.ср}$, дБ	R_{min}	R_{max}	% AL_{cons} , %	STI
10,57	98,74	1,52	17,70	3,62	0,75

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что:

- неравномерность уровней звукового давления прямого звука превышает требуемого значения;
- максимальное значение акустического отношения так же выше нормы;
- процент артикуляционных потерь согласных % AL_{cons} соответствует хорошей оценке разборчивости речи, индекс передачи речи STI – оценка отличная.

Для данного концертного зала была выбрана сосредоточенна система, состоящая из двух звуковых колонок, так как эта система проста, экономична, не происходит разрыва зрительного и слухового образов.

Также проводилось построение трехмерной модели измененного концертного зала с размещенными громкоговорителями и расчет параметров звукового поля в зоне прослушивания.

ТАБЛИЦА 3. Расчет параметров звукового поля в зоне прослушивания

$\Delta N_{\text{пр}}$, дБ	$N_{\text{п.ср}}$, дБ	R_{min}	R_{max}	% AL_{cons} , %	STI
5,37	94,82	3,18	8,00	5,88	0,62

ТАБЛИЦА 4. Сравнение результатов расчета

Параметр	Результат моделирования	Требуемая величина	Абсолютная величина отклонения
$\Delta N_{\text{пр}}$, дБ	5,37	< 6	0,63
$N_{\text{п.ср}}$, дБ	90,38	90,00	0,38
R_{min}	3,18	1	2,18
R_{max}	8,00	9	1,01
% AL_{cons} , %	5,88	Хорошая 3–7	
STI	0,62	Хорошая 0,6–0,75	

Сравнивая полученные результаты с требуемыми величинами, можно сделать вывод, что:

- неравномерность уровней звукового давления прямого звука удовлетворяет требуемого уровня;
- максимальное значение акустического отношения удовлетворяет требуемой величины;
- процент артикуляционных потерь согласных % AL_{cons} и индекс передачи речи STI соответствуют хорошей оценке разборчивости речи. Так как исследуемое помещение используется для музыкальных выступлений, то достижение высокой разборчивости не стояло главным требованием к звуковому полю в помещении. Поэтому обеспечение хорошей разборчивости можно считать достаточным.

Анализ результатов моделирования позволил сделать вывод о том, что акустические параметры помещения, полученные в результате изменения звукопоглощающего фонда и размещения системы озвучивания, обеспечивают требуемые характеристики звукового поля и создают оптимальные условия для воспроизведения инструментальной музыки.

Список использованных источников

1. Маньковский В. С. Акустика студий и залов для звуковоспроизведения. – М. : Искусство, 1966. – 374 с.

2. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – М. : Аналитик, 2012.

3. Ковалгин Ю. А., Свинына О. А., Фадеев А. А. Расчет аппаратно-студийного комплекса телерадиовещания и аудиотехники: Часть 2. Расчет систем озвучения и звукоусиления: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – 77 с.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ТВиМ СПбГУТ Свиныной О. А.*

УДК 504.03

Д. Д. Гизатулин, А. А. Свиридов (студенты гр. ИКТВ-82 СПбГУТ)
Л. С. Шутова (студентка гр. ИКТС-81 СПбГУТ)

ВЛИЯНИЕ КОРОНАВИРУСА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ В МИРЕ

После того как крупные промышленные предприятия прекратили свою деятельность, а количество людей на улицах резко уменьшилось, природа вокруг начала меняться. В некоторые города начали возвращаться птицы и животные, которые раньше там не наблюдались, а экологическая ситуация на планете начала улучшаться.

коронавирус, промышленность, экологическая обстановка, загрязнения.

В то время как страны закрывают пути сообщения и вводят повсеместный карантин, пандемия коронавирусной инфекции «COVID-19» начинает оказывать влияние не только на образ жизни людей, но и на экологическую обстановку по всему миру. Но каким будет этот эффект в будущем и так ли хороши эти изменения на нашей планете [1, 2, 3, 4, 5].

Чтобы предотвратить распространение коронавирусной инфекции, по всему миру ограничено или вовсе приостановлено воздушное, железнодорожное и автомобильное движения, также приостановлены производства и работа заводов, а люди из привычных им мест работы перешли на удаленную работу из дома. Эксперты прогнозируют, что в результате снижения активности, в том числе промышленной и экономической, в 2020 году, впервые со времен финансового кризиса 2008–2009 годов, произойдет большое и резкое сокращение всех мировых выбросов, загрязнений и отходов.

Китай является одним из мировых лидеров по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Меры, предпринятые китайскими властями для сдерживания коронавируса, привели к сокращению как людской актив-

ности, так и активности производства в основных отраслях промышленности от 15 до 40 %, в результате чего выбросы сократились на 25 % за месяц. Об этом говорится в исследовании издания Carbon Brief от 19 февраля 2020 года.

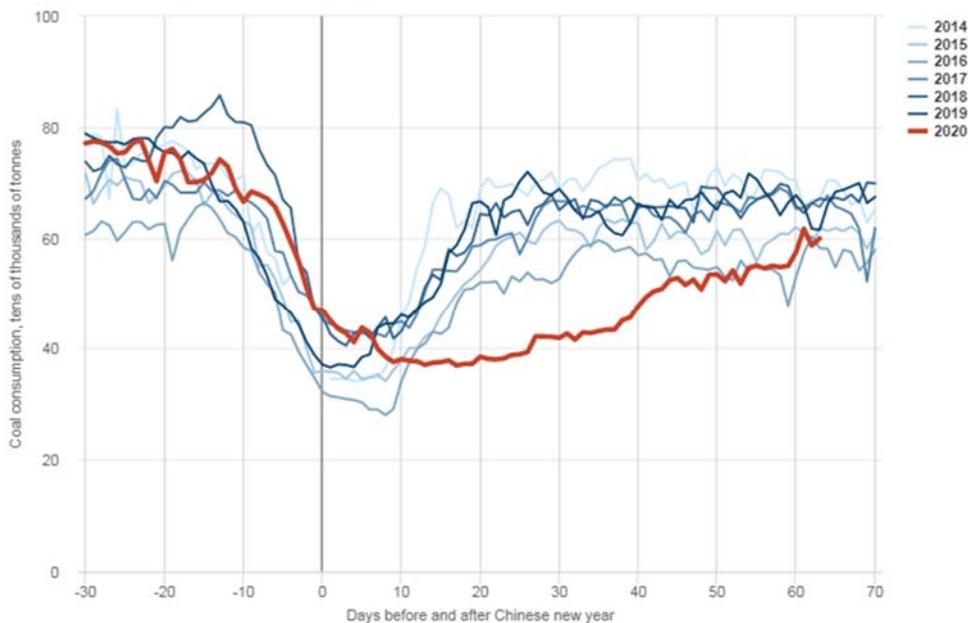


Рис. Ежедневное потребление угля в шести крупных энергетических фирмах Китая за 2014–2020 года

Из графика видно, что количество потребления угля в Китае после начала пандемии значительно ниже по сравнению с предыдущими годами.

Также выбросы загрязняющих веществ сократились и над Европой, в частности над Италией, которая после вспышки вируса была второй страной по количеству зараженных после Китая. По словам Клауса Зенера – руководителя миссии ESA Copernicus Sentinel-5P, снижение концентрации диоксида азота особенно заметно над долиной реки По (река на севере Италии, крупнейшая в стране). Участники миссии считают, что из-за погодных условий в полученных данных могут быть некоторые погрешности, однако они уверены, что снижение концентрации, которое наблюдалось над Италией, совпадает со снижением автомобильного трафика и промышленной активности.

В Москве в конце марта количество вредных веществ в воздухе снизилось примерно в 6 раз. Экологи считают, что такие перемены в атмосфере столицы произошли из-за сокращения количества автомобилей на дорогах. По данным «Яндекс.Карт», с середины марта пробки на дорогах не превышали 6 баллов. По мнению общественников из «Зеленого патруля», после начала самоизоляции очистилась Москва-река. Сейчас в воде концентрация

нефтепродуктов значительно снизилась, а в Измайловском парке, по данным телеканала «Москва 24», появились лисы, которых раньше отпугивали толпы гуляющих.

После того, как в Нью-Йорке был введен режим чрезвычайной ситуации, поток автомобилей снизился на 35 %, в связи с чем выбросы выхлопных газов за несколько дней сократились на 50 %, снизились также выбросы диоксида углерода и метана, о чем сообщает «Би-би-си» (BBC) со ссылкой на исследователей Колумбийского университета.

Джордан Уайлдиш-директор проекта Earth Economics разработал онлайн-панель для отслеживания и фиксации качества воздуха во время пандемии коронавируса. Все результаты измерений являются сравнением последних десяти дней с этим же периодом прошлого года. Система осуществляет наблюдение в 26 странах. Судя по этой статистике, выбросы в разных американских городах сократились на значения от 12 % (Сан-Франциско) до 25 % (Лос-Анджелес).

По мнению директора Бюро экологической информации Анжелины Давидовой, «краткосрочные экопобеды» в результате пандемии могут обернуться негативными последствиями в последующем – после завершения пандемии потребление и сопутствующие выбросы заводов и предприятий вновь могут резко вырасти, чтобы хоть как-то выйти с отрицательных показателей на положительные. Пока что слишком рано делать однозначные выводы о пользе пандемии для экологической обстановки в мире. Несмотря на то, что выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ в атмосферу снизились, повысился спрос на одноразовые предметы личной гигиены, что означает то, что количество медицинских отходов, которые не перерабатываются, будет огромным. Ситуация с вирусом нивелирует многие силы, потраченные на популяризацию общественного транспорта. То есть во многих вопросах экологичной политики произойдет откат назад, на уже пройденные этапы, и придется искать новые решения уже решенных проблем. Подобный кризис – это также шанс переосмыслить экономику в общем, и не исключено, что ряд реформ и решений, предпринятых в мире после того, как будет решена или хотя бы поставлена под контроль проблема со вспышкой коронавирусной инфекции, будут также «зелеными» и экологически стабильными.

Деятельность человека построена в основном на сжигании ископаемого топлива, что, в свою очередь, ведет к условиям для изменения климата, из-за которых многие переносчики инфекций меняют места обитания, что означает то, что раньше было уделом одних определенных регионов, сейчас распространяется по всему миру.

В книге «Spillover: Animal Infections and the Next Human Pandemic» ученого и писателя Дэвида Кваммена говорится о том, что природа появления новых вирусов является антропогенной: из-за вторжения в тропиче-

ские леса и другие дикие ландшафты, в которых обитает большое количество различных видов животных и растений разрушаются экосистемы, что вынуждает животных, а вместе с ними и вирусы покинуть их привычные места обитания. Из-за подобных вмешательств вирусы ищут новый дом, которым часто становятся люди.

Руководитель энергетической программы российского отделения «Greenpeace» Владимир Чупров считает, что текущий кризис – это повод пересмотреть цивилизационную парадигму, основанную на национальном эгоизме. В условиях всеобщей тревоги национальные политические элиты более восприимчивы к изменениям. Важно объяснить элитам и простым людям, что изменения климата могут привести к последствиям, куда более серьезным, чем мы имеем сегодня с коронавирусом. Это могут быть десятки миллионов климатических беженцев, лесные пожары, смог, наводнения.

Пандемия COVID-19 позволяет нам пронаблюдать самый крупный эксперимент по сокращению загрязняющих веществ в воздухе. Изменения, происходящие в Китае, Южной Корее, Италии, США и Великобритании – показатели того, что мы можем увидеть в будущем при осознанном переходе к экономике с низким уровнем выбросов и потребления. Конечно, такие радикальные и вынужденные меры, как временная остановка производств и авиа-, железнодорожного и автомобильного сообщения (так называемые, «экологические каникулы») негативно повлияют на экономику и общее благосостояние человечества, но пройденный урок может быть повторён без огромных потерь для экономики и человека в будущем. Оседлый образ жизни людей, вызванный самоизоляцией, может проявить себя как более комфортный и экономичный. Планете это пойдет лишь на пользу: снижение передвижений приведет к меньшему количеству выбросов в атмосферу и гидросферу; удаленный метод работы повлияет на уменьшение энергопотребления; снижение уровня производства приведет к неизбыточности изготавливаемой продукции, что в свою очередь повлияет на уровень отходов, производимых людьми.

Профессор Университета Лестера Паол Монкс видит в этой ситуации некоторые возможности для перемен, в результате которых человечество осознает, что существует значительный потенциал для изменения методов работы и стиля жизни. Этот опыт поможет в будущем задуматься над тем, действительно ли тот образ жизни, что был до пандемии, стоит того.

Однако нет никаких гарантий того, что привычки, приобретенные людьми за время пандемии, останутся после. Чарльз Дюгиг в своей книге под названием «Сила привычки» пишет об изменчивости приобретенных навыков даже при условии, что они превратятся в рефлекс. Как только среда снова становится устойчивой, привычка восстанавливается при условии, если нет достаточного вознаграждения за новое поведение.

Наблюдаемый сегодня кризис наглядно демонстрирует, что люди настолько отчуждены от живого и не могут сосуществовать с кем-то кроме

себя. Извлечет ли из этой ситуации человечество какие-либо уроки? Если и не общий, то частные – вполне возможно.

Изменения случатся только в том случае, когда человек откажется от антропоцентризма и, в конечном итоге, обратит свое внимание на другие системы, в каком-то смысле другие цивилизации и научится с ними взаимодействовать.

Список использованных источников

1. Издание Carbon brief [Электронный ресурс]. URL: <https://www.carbonbrief.org/analysis-coronavirus-has-temporarily-reduced-chinas-co2-emissions-by-a-quarter>.
2. Сайт Европейского космического агенства (ESA) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.esa.int>.
3. BBC News [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-51944780>.
4. Сайт Лондонского королевского общества [Электронный ресурс]. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsif.2014.0950>
5. Сайт Центра США по контролю и профилактике заболеваний [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/zoonotic-diseases.html>

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЭБТ СПбГУТ, кандидатом химических наук, доцентом Кулинковичем А. В.

УДК 608.17

А. А. Гловский (студент гр. РК-91м, СПбГУТ)

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЕЙ В ВЕРХНЕЙ ПОЛУСФЕРЕ

В настоящее время большое значение приобретает снижение заметности существующих и проектируемых кораблей в широком диапазоне частот. Для этого необходимо выявление на судах наиболее уязвимых («блестящих») точек на участках спектра, соответствующих основным каналам дальнего обнаружения. Для выявления этих «блестящих» точек в радиолокационном, тепловом и лазерном диапазонах существует комплекс контроля полей верхней полусферы с высоким разрешением. Комплекс включает три отдельных измерительных модуля (канала) для контроля каждого из указанных полей – инфракрасный канал, лазерный канал, радиолокационный канал.

измерение электромагнитного поля, радиопортрет, радиозаметность.

С Древней Греции до середины XX века существовал способ обнаружения с помощью зрительной системы человека (оптический диапазон). Появление в начале XX века авиации и высокоточных оптических дальномеров

позволило увеличить дальность обнаружения, но не внесло принципиальных изменений в средства. К середине XX века появились средства радиолокации и гидроакустики (позднее инфракрасная и лазерная техника).

Радиолокационное поле имеет дальность обнаружения радарными в сотнях километров в условиях отсутствия оптической видимости (ночь, дождь, туман). Оптические (телевизионные) системы в оптимальных погодных условиях в десятках километров. Дистанции функционирования инфракрасных и лазерных средств оцениваются единицами километров (до 20 км).

Для обнаружения объекта в оптическом диапазоне необходимо использовать источник световых лучей. Изображение формируется при их отражении и регистрируется цветной телекамерой (рис. 1) [1].

Основным недостатком телевизионного обнаружения является зависимость от погодных условий (ночь, туман) и использование искусственных средств (дымовая завеса и пр.).

В инфракрасном диапазоне объект испускает лучи. Излучаемые длины волн зависят от температуры нагревания различных областей: чем выше температура, тем короче длина волны и выше интенсивность излучения. Тепло к «горячим» элементам поступает в основном от двигателя и продуктов горения двигателя. Отдельные области объекта могут иметь высокую температуру от падающих солнечных лучей.

С помощью термографии обнаруживается излучение в диапазоне электромагнитного спектра (примерно 900–14000 нм). На основе этого излучения создаётся изображение распределения температурных полей, позволяющие определить перегретые или переохлаждённые места (рис. 2) [2].



Рис. 1. Телевизионный портрет буксира

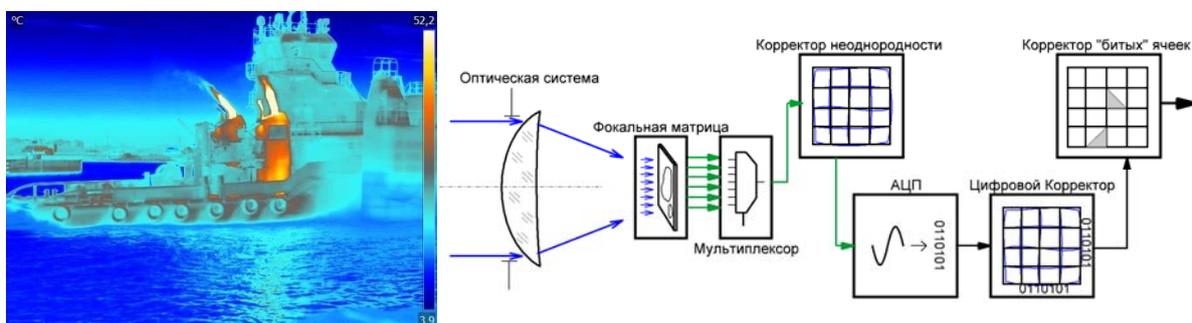


Рис. 2. Тепловое изображение буксира и функциональная схема тепловизора

Тепловое изображение, в отличие от оптического позволяет обнаруживать объект в ночное время суток без дополнительного использования световых лучей. Но также, как и в оптическом изображении, термография имеет зависимость от погодных условий (туман и дымовая завеса).

Технология «Лидар» позволяет получить и обработать информацию об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах.

В отличие от радиоволн, эффективно отражающихся только от достаточно крупных металлических целей, световые волны подвержены рассеянию в любых средах, в том числе в воздухе. Возможно не только определять расстояние до непрозрачных (отражающих свет) дискретных целей, но и фиксировать интенсивность рассеяния света в прозрачных средах. Возвращающийся отраженный сигнал проходит через ту же рассеивающую среду, что и луч от источника, и подвергается вторичному рассеиванию. Выбор длины волны зависит от функции лазера и требований к безопасности и скрытности (рис. 3) [3].

Для уменьшения обнаружения объекта необходимо снизить отражение волн в лазерном диапазоне до уровня окружающего фона. Лакокрасочные покрытия с минимальным отражением в этих узких диапазонах, позволяют значительно снизить обнаружение.

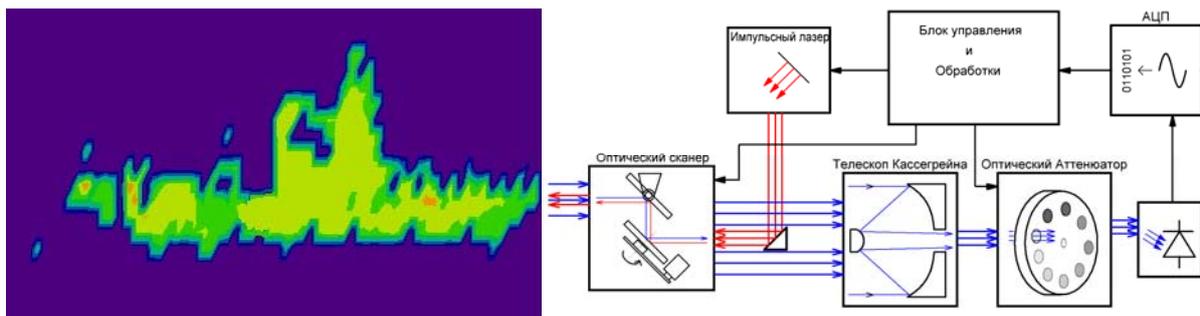


Рис. 3. Лазерное изображение и функциональная схема оптиколокационного измерительного комплекса

В XX веке на экранах радаров корабль смотрелся как точка, что было достаточным для его обнаружения. Рассеяние от тела было в приближении физической оптики. С развитием твердотельной техники и компьютерных систем появилась возможность получать радиолокационный портрет корабля на предельных дальностях. Основным условием является высокая стабильность используемых генераторов и приемников [4].

На больших дальностях корабль целиком помещается в луч радара. Отражения от различных участков корабля (отражателей) можно различить по доплеровскому сдвигу частоты сигнала в приемнике.

По дальности разделение отдельных отражателей происходит благодаря использованию коротких импульсов. В результате радиолокационный портрет представляет собой «вид сверху» или «географическую карту» корабля. Яркость отдельных точек обусловлена интенсивностью отражения волн радиолокационного диапазона (рис. 4) [5].

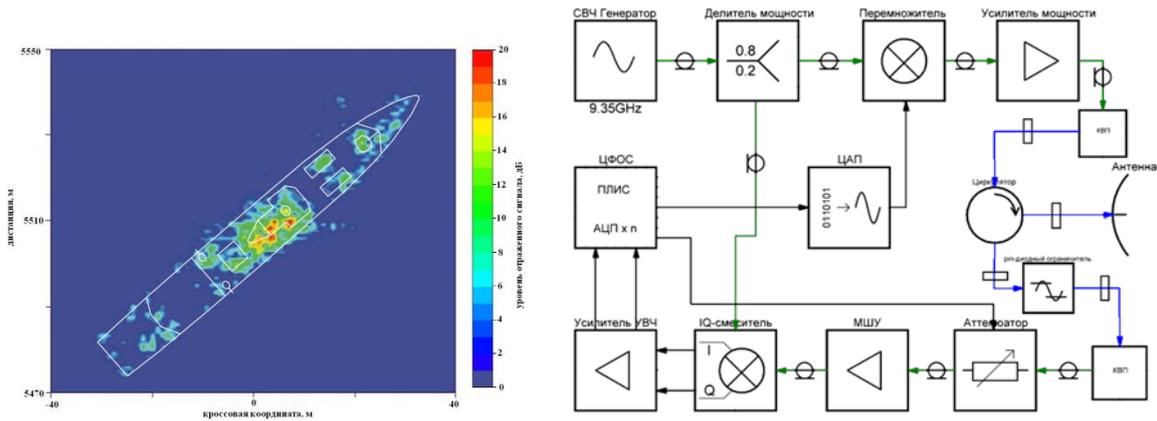


Рис. 4. Радиолокационный портрет зарубежного фрегата и структурная схема когерентного радара

В настоящее время используются частоты от 3 МГц (длина волны 100 м) до 300 ГГц (длина волны 1 мм). Основные частоты радиолокации показаны на следующем рис. 5.

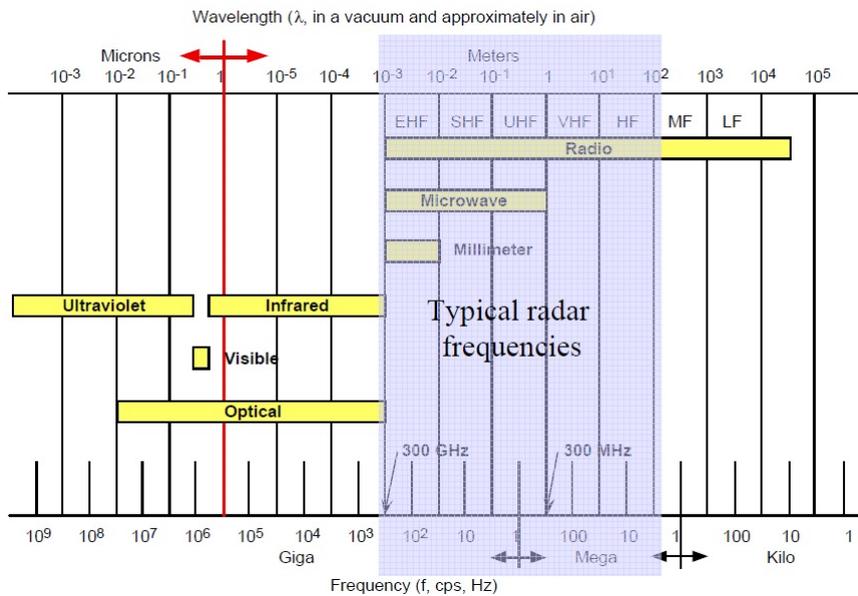


Рис. 5. Частоты, используемые в радиолокации

Представленные каналы могут входить в единую комплексную систему обнаружения и поиска объектов. Для повышения разрешающей способности необходимо, как минимум, два канала. Основными трудностями при объединении указанных систем являются отсутствие единого способа представления данных и недостаточное развитие алгоритмов совместной обработки данных с сенсоров. Основной целью дальнейших исследований является получение синергетического эффекта от комплексирования систем.

Список использованных источников

1. Иофис Е. А., Шебалин И. Ю. Фотокинетика. – М. : Советская энциклопедия, 1981. – 447 с.
2. Скворцов Л. А. Основы фотометрической радиометрии и лазерной термографии. – М. : Техносфера, 2019. – 220 с.
3. Nathan Blaunstein, Shlomi Aron, Arkadi Zilberman, Natan Kopeika. Applied aspects of optical communication and LIDAR. – London : CRC Press, 2010. – 245 p.
4. Штагер Е. А. Радиолокационные антиподы кораблей. – СПб. : ВВМ, 2010. – 207 с.
5. Штагер Е. А. Отражение радиоволн от кораблей и других морских объектов. – СПб. : ВВМ, 2004. – 418с.
6. Richards M. A. Fundamentals of radar signal processing. – New York : McGraw-Hill inc., 2005. – 502 p.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры КИРС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Кузьминым С. В.

УДК 534.08

М. А. Дальк (студент гр. РТ-82м, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАВОМЕРНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА STI ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗВУЧАНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Предпринята попытка адаптировать существующий современный метод объективной оценки разборчивости речи STI в закрытых помещениях для оценки качества звучания музыкальных инструментов. Проведены исследования и анализ полученных результатов для акустических гитар.

объективная оценка качества звучания, субъективная экспертиза, индекс передачи речи, музыкальные инструменты.

В настоящее время разработано большое количество объективных методов оценки разборчивости речи в помещениях и трактах связи. При этом оценивается возможность для слушателя правильно распознавать слоги и слова, корректно принимать информацию.

В качестве основы для разработки объективного метода оценки качества звучания музыкальных инструментов в данной работе был взят метод оценки разборчивости речи в закрытых помещениях при наличии шума, реверберации и других факторов (метод STI, *Speech Transmission Index*). При оценке разборчивости речи вычисляется индекс модуляции

MTF (*modulation transfer function*) для различных комбинаций частот модулирующего и модулируемого сигнала, он пересчитывается в величину отношение сигнал/шум, после чего осуществляется усреднение полученных результатов внутри каждой полосы, а затем – суммирование с весовыми коэффициентами. Таким образом в результате измерений и расчетов разборчивости речи получается число от 0 до 1, где единица соответствует наилучшей разборчивости речи. Качественная шкала оценок представлена в таблице 1 [1].

ТАБЛИЦА 1. Качественная шкала оценок разборчивости

Значение STI	0...0,3	0,3...0,45	0,45...0,6	0,6...0,75	0,75...1
Оценка разборчивости речи	Очень плохо	Плохо	Посредственно	Хорошо	Отлично

Правомерность применения метода STI для объективной оценки качества звучания музыкальных инструментов резонаторного типа (струнные, язычковые, духовые, ударные) обусловлена схожестью акустических процессов, протекающих в объемах различного назначения: закрытое помещение, корпус музыкального инструмента (рояль, скрипка, гитара, барабан и т. д.).

Поскольку классическая формула для вычисления MTF получена вследствие использования исключительно математических моделей, в представленной работе целесообразнее будет вычислять MTF по формуле Шрёдера:

$$m_{k,i}(F) = \frac{\int_0^{\infty} h_{ek}^2(t) e^{iz\pi Ft} dt}{\int_0^{\infty} h_{ek}^2(t) dt}, \quad (1)$$

$$h_{ek} = h_e(t) \otimes h_k(t), \quad (2)$$

где $h_e(t)$ – импульсная характеристика системы; $h_k(t)$ – импульсная характеристика октавного фильтра [2].

Поскольку в данном случае снималась импульсная характеристика корпуса гитары в качестве источника испытательного сигнала был выбран лопающийся воздушный шар небольшого объёма.

Для снятия и записи отзвука системы были использованы конденсаторный микрофон Samson CU01Pro и ПО Audacity. Измерения проводились на трёх различных гитарах: YAMAHA FG820 Natural, HONNER Leyanda Line LC-20N и Rockdale SYC40.

В процессе проведения измерений были сняты импульсные характеристики для каждой из трёх гитар. Воздушный шар небольшого объёма поме-

щался в корпус гитары и взрывался с помощью булавки, обеспечивая сигнал, приближенный к импульсному. Около резонаторного отверстия гитары располагался микрофон, записывающий отзвук корпуса гитары на импульсное воздействие. Схема установки для проведения измерений изображена на рис. 1.



Рис. 1 Схема установки для проведения измерений

Осциллограммы полученных отзвуков для каждой из гитар представлены на рис. 2–4.

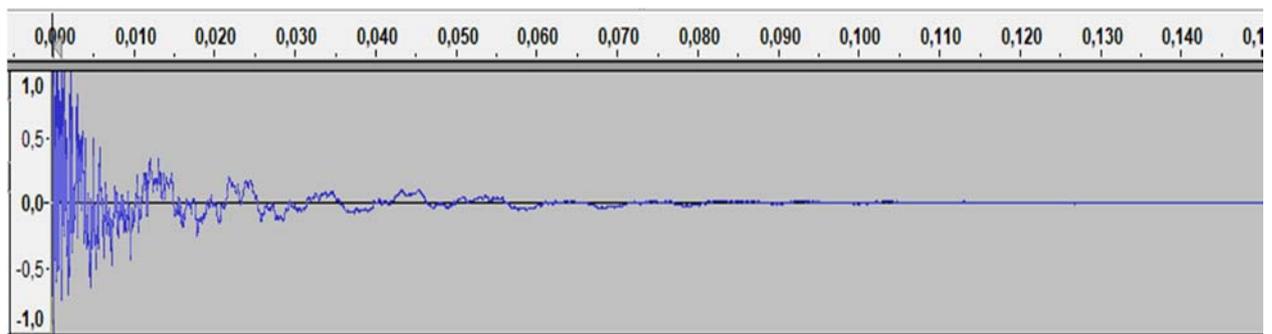


Рис. 2 Осциллограмма отзвука гитары Yamaha

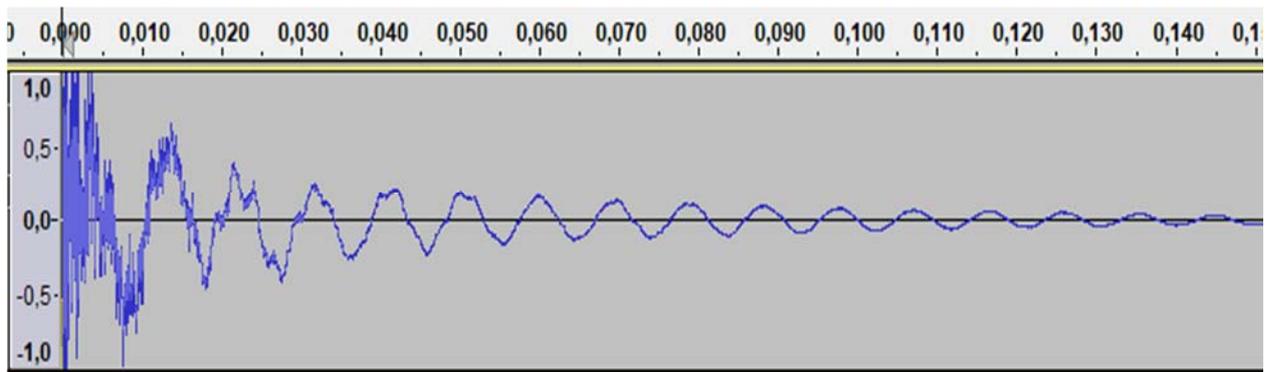


Рис. 3 Осциллограмма отзвука гитары Hohner

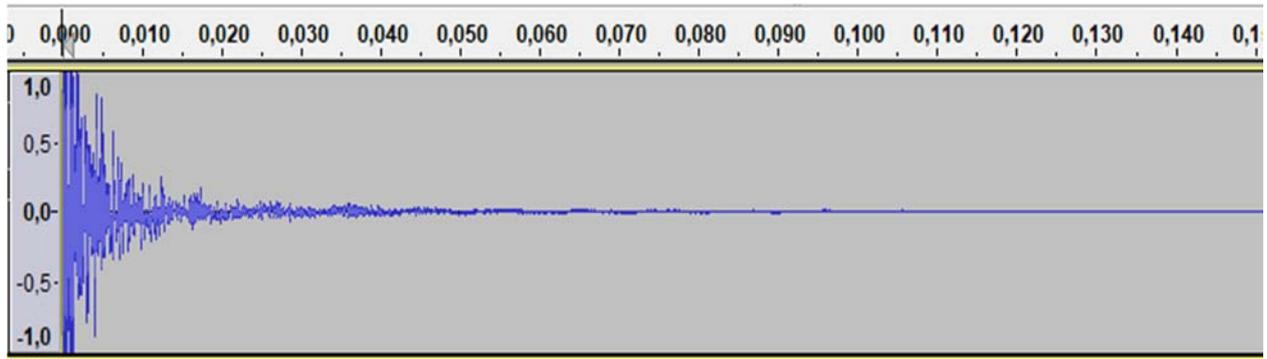


Рис. 4. Осциллограмма отзвука гитары Rockdale

Используя формулы (1) и (2), были рассчитаны значения STI для трёх представленных гитар, результаты представлены в таблице 2. Все полученные в ходе измерений оценки соответствуют значению «отлично» при измерениях для речи. Однако, промежуточные результаты – при усреднении по отдельным частотам значительно отличаются между инструментами.

В качестве основы для проведения субъективной экспертизы были использованы рекомендации по проведению субъективной оценки качества звучания акустических систем [3, 4].

ТАБЛИЦА 2. Значения STI для исследуемых инструментов

Исследуемая гитара	Yamaha FG820 N	HOHNER Leyanda Line LC-20N	Rockdale SYC40
STI	0,9504	0,9679	0,99

Качество звучания музыкальных инструментов оценивалось по пятибалльной системе. Задачей экспертов было после прослушивания записанного отрывка оценить качество звучания для каждой гитары. Далее экспертиза проводилась для следующего отрывка. Гитаре, обладающей отличным качеством звучания, присваивался балл «5»; хорошим – «4»; посредственным – «3»; неудовлетворительным – «2».

Результаты субъективной оценки качества звучания музыкальных инструментов представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Результаты субъективной оценки

Исследуемая гитара	Yamaha FG820 N	HOHNER Leyanda Line LC-20N	Rockdale SYC40
\bar{x}	4,5	3,75	3,25

Сопоставляя результаты измерений и субъективных оценок очевидно, что полученные значения STI имеют обратную корреляцию с субъективной

оценкой. Следует отметить тот факт, что данный показатель следует рассматривать лишь как индикатор точной передачи исходного сигнала – т. е. нот и их рисунка во времени, которые сочинил композитор и воспроизводит музыкант. Таким образом параметр STI характеризует отсутствие искажений, которые вносятся гитарой в процессе передачи звука.

Однако, при определении субъективной оценки качества звучания инструмента большое значение имеет окрас, который привносит инструмент. Таким образом, оценку качества звучания музыкального инструмента можно разложить на две составляющих и рассматривать их совместно. Поэтому в будущем предстоит работа по сопоставлению объективных параметров инструмента и вносимого им индивидуального окраса.

Проведенные исследования убедительно показали, что качество звучания инструмента определяется именно привносимым инструментом окрасом. Отсюда можно сделать вывод, что однозначный объективный критерий не может быть найден, поскольку у различных экспертов не может существовать аналогичного понятия качества звучания. В любом случае, это понятие подвержено влиянию индивидуальных предпочтений. Поэтому на данный момент оценку качества звучания музыкальных инструментов следует осуществлять с помощью субъективно-статистических экспертиз.

Таким образом, оценку качества звучания музыкального инструмента можно разложить на две составляющих и рассматривать их совместно. Поэтому в будущем предстоит работа по сопоставлению объективных параметров инструмента и вносимого им индивидуального окраса.

Метод STI целесообразен при сравнительном контроле качества партий однотипных музыкальных инструментов в массовом производстве и обычно ограничивается обнаружением отклонений от среднего качества.

Список использованных источников

1. Houtgast T., Steeneken H., Ahnert W., Braidia L., Drullman R., Festen J., Jacob K., Mapp P., McManus S., Payton K., Plomp R., Verhave J. & S. van Wijngaarden, Past, present and future of the Speech Transmission Index. – ZG Soesterberg : TNO Human Factors, 2002. – 19 p.
2. Дидковский В. С., Дидковская М. В., Продеус А. Н. Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации : монография. – Киев, 2008. – 420 с.
3. AES-20-96 "AES Recommended practice for professional audio-subjective evaluation of Loudspeaker". – N. Y., 1996.
4. ОСТ 4.202.003-84. Метод экспертной оценки качества звучания. – М. : Стандарты, 1984.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ТВиМ СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Фадеевым А. А.

621.317.742

А. С. Ешникова (студент гр. РТ-92м, СПбГУТ)

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ КВ ДИАПАЗОНА

На данный момент измерение проходящей мощности все еще является наиболее сложным с позиции создания приборов, но и в то же время одним из самых простых с точки зрения метрологического анализа. С помощью подобного измерителя можно получить значения мощности, которую в определенной схеме реально отдает генератор, а нагрузка потребляет. В докладе рассмотрены особенности, технические требования и характеристики разрабатываемого измерителя проходящей мощности и коэффициента стоячей волны КВ диапазона для настройки, испытаний и обслуживания в процессе эксплуатации передатчиков радиосвязи мощностью 100, 250, 500, 1000 Вт.

измеритель проходящей мощность, проходящая мощность, КВ диапазон, коэффициент стоячей волны.

Введение

Применение измерителей поглощаемой мощности при эксплуатации передающих устройств радиотехнических средств затруднено, так возникает необходимость в использовании средств измерений проходящей мощности. Под проходящей мощностью понимают мощность, рассеиваемую в нагрузке линии передачи. Известно [1], что при идеально согласованной нагрузке ($\Gamma_n = 0$) в линии передачи отсутствует отраженная волна и мощность, проходящая в нагрузку, равна падающей:

$$P_{\text{прох}} = P_{\text{согл}} = P_{\text{пад}}$$

В реальных условиях Γ_n не равно 0 и проходящая мощность всегда меньше падающей:

$$P_{\text{прох}} = P_{\text{пад}} - P_{\text{отр}} = P_{\text{пад}} * (1 - |\Gamma_n|^2).$$

Приборы, измеряющие проходящую мощность, называются ваттметрам. Они потребляют незначительную долю мощности источника, а основная ее часть выделяется в реальной полезной нагрузке. К ваттметрам проходящей мощности относятся приборы на преобразователях Холла (рис.), с поглощающей стенкой и другие приборы.

В диапазоне высоких и сверхвысоких частот косвенные методы измерения мощности не применяются, так как в разных сечениях линии передач значения силы тока и падения напряжения различны; кроме того, подключение измерительного прибора меняет режим работы измерительной цепи.

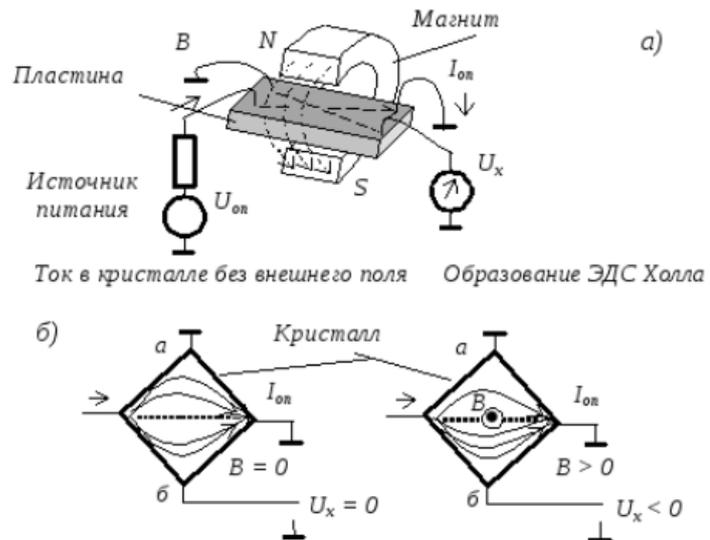


Рис. Схема преобразователя Холла [2]

Принцип работы измерителей проходящей мощности

Для измерения проходящей мощности ваттметр включается в разрыв линии передачи генератор-нагрузка [3]. При таком включении волны, отраженные от ваттметра проходящей мощности, генератора и нагрузки, могут вызывать значительную погрешность измерений. Также отражения могут возникать от обоих концов ваттметра.

Ваттметрами поглощаемой мощности можно измерять проходящую мощность, если в разрыв линии генератор-нагрузка включить направленный ответвитель. Для обеспечения согласования выпускаемые генераторы обычно имеют стандартное выходное сопротивление, равное волновому сопротивлению стандартных фидеров (коаксиальных линий) и волноводов.

Ваттметры, предназначенные для измерения проходящей мощности при помощи направленного ответвителя, требуют предварительной градуировки, которую можно осуществить с помощью калориметрического или какого-либо другого ваттметра поглощающего типа. С этой целью главная линия ваттметра с направленным ответвителем нагружается на поглощающее сопротивление калориметрического ваттметра, согласованное с волновым сопротивлением главной линии. В таком случае в главной линии имеет место только падающая волна.

Технические требования к измерителю проходящей мощности и КСВ КВ диапазона

Изделие предназначается для измерения средней и пиковой мощности непрерывных и модулированных ВЧ колебаний в диапазоне от 0,5 до 1500 Вт, а также коэффициента стоячей волны (КСВ) в коаксиальных трактах с волновым сопротивлением 50 Ом в диапазоне рабочих частот от 1,5 до 30 МГц.

Измеритель представляет собой широкополосный диодный измеритель мощности и КСВ с первичным измерительным преобразователем проходящей мощности [4]. Пробник представляет собой направленный ответвитель на коаксиальной линии с волновым сопротивлением 50 Ом и с малыми вносимыми потерями. К обоим плечам ответвителя подключены выпрямляющее полупроводниковые диоды. Один из них предназначен для измерения падающей мощности, другой – отраженной от нагрузки мощности. Такое включение обеспечивает одновременное измерение мощности, падающей на нагрузку (например, поступающей в антенну), и КСВ этой нагрузки.

Измеритель должен обеспечивать измерения средней и пиковой мощности непрерывных и модулированных высокочастотных колебаний, а также коэффициента стоячей волны в коаксиальных трактах с волновым сопротивлением 50 Ом в диапазоне рабочих частот от 1,5 до 30 МГц;

Изделие должно обеспечивать измерение мощности в диапазоне от 0,5 до 1500 Вт.

Пределы допускаемой основной погрешности измерений мощности непрерывных синусоидальных колебаний при подключенной нагрузке с КСВН (КСВ по напряжению) больше или равной 1,2 в диапазоне частот не должны превышать $\pm 4\%$ на конечных значениях поддиапазонов измерений, а в случае импульсно модулированных сигналов предел не должен превышать $\pm 12\%$ [5].

Анализ особенностей аналогов разрабатываемого измерителя проходящей мощности и КСВ КВ диапазона

При разработке измерителя необходимо учитывать, что все устройства данного типа имеют ряд особенностей.

К достоинствам можно отнести:

1. Возможность контроля значения проходящей мощности без отключения реальной нагрузки. Для обеспечения этого приемные преобразователи ваттметров должны быть включены в передающий тракт между источником и нагрузкой, отбирать из тракта лишь незначительную часть мощности, не искажать картину поля в тракте и не ухудшать характеристики согласования.

2. Измеритель может работать при любой нагрузке, а не только при согласованной.

Однако необходимо учитывать и ряд недостатков, которые предполагается минимизировать в процессе разработки нового измерителя проходящей мощности и КСВ КВ диапазона:

- измерения сопровождаются значительными частотными погрешностями;
- практическая реализация достаточно сложная задача.

По результатам анализа было отобрано несколько приборов, подходящих по выбранным критериям, и приведены в таблице.

ТАБЛИЦА. Примеры приборов, подходящих под заданные критерии

Название	Технические характеристики
Power Monitor III	<ul style="list-style-type: none"> - Рабочий диапазон частот: 1,5–30 МГц - Измерение КСВ: 1,00–99,99 - Измерение мощности: от 0,1 Вт до 3000 Вт; 5000 Вт - Индикация КСВ и мощности в реальном времени - Индикация пиковой мощности
Daiwa CN-501H	<ul style="list-style-type: none"> - Рабочий диапазон частот: от 1,5–150 МГц - Измерение мощности: от 15 Вт до 1.5 КВт - Точность: +/- 10% (при полной шкале) - Чувствительность обнаружения КСВ: 4 Вт (мин.)
Diamond Antenna SX100	<ul style="list-style-type: none"> - Рабочий диапазон частот: от 1,5 до 60 МГц - Чувствительность обнаружения КСВ: 20 Вт (мин.) - Измерение мощности: от 30 Вт до 3000 Вт

Таким образом, в настоящее время существует несколько аналогов, с которыми в дальнейшем можно будет проводить сравнительный анализ и испытания разрабатываемого измерителя.

Список использованных источников

1. Кушнир Ф. В. Электрорадиоизмерения : учебное пособие для вузов. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние. 1983. – 320 с.
2. Воротников С. А. Информационные устройства робототехнических систем; МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 384 с.
3. Лабковская Р. Я. Метрология и электрорадиоизмерения : учебное пособие. – СПб. : НИУ ИТМО, 2013. – 140 с.
4. Скрыпник В. А. Приборы для контроля и налаживания радиолобительской аппаратуры. – М. : Патриот. 1990. – 126 с.
5. Бунин С., Яйленко Л. Справочник радиолобителя-коротковолновика. 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Техніка, 1984. – 264 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры РСиВ СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Симоновой О. А.

УДК 621.318.434

В. Н. Жданкин (студент гр. РК-91м, СПбГУТ)

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ МНОГОСЛОЙНОЙ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ НА ПРЯМОУГОЛЬНОМ КАРКАСЕ В SOLIDWORKS ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ

Разработана методика построения катушек индуктивности на прямоугольном каркасе в программном продукте SolidWorks. Данная методика позволяет создавать модели для дальнейшего использования их в 3D печати, что позволит перейти от классической планарной компоновки электронных устройств к объемной компоновке. Также данная методика может быть использована для построения спиралей со сложной геометрией.

аддитивные технологии, SolidWorks, катушка индуктивности, 3D моделирование.

Уже сегодня 3D-печать применяется в современных электронных технологиях [1]. При производстве отдельных электронных компонентов у аддитивных технологий есть большие преимущества перед традиционными методами. Одним из важнейших преимуществ является значительное увеличение сроков изготовления прототипа. Основными направлениями применения 3D-печати в электронике являются: прототипирование антенн [2], датчиков, конденсаторов, катушек индуктивности и печатных плат.

3D-печать позволяет перейти от классической планарной компоновки электронных устройств к объемной компоновке [3]. Таким образом, появляется возможность более эффективно использовать объём для плотной компоновки элементов.

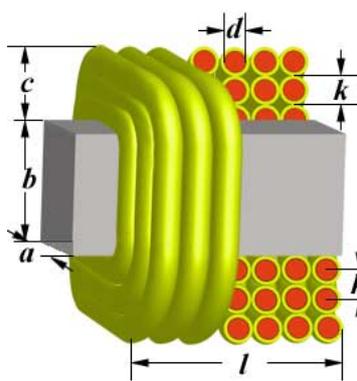
Следовательно, проектирование электронных компонентов для 3D-печати ведётся в программных продуктах, использующих твердотельное и поверхностное параметрическое моделирование. Одним из таких программных продуктов является SolidWorks. Одним из критериев выбора данного программного продукта является возможность сохранения 3D-моделей в различных форматах. Таким образом, 3D-модели могут быть использованы на различном оборудовании.

В связи с этим становится актуальной задача разработки методик для построения электронных компонентов. Одним из таких компонентов является, многослойная катушка индуктивности на прямоугольном каркасе. Необходимо отметить, что на сегодняшний день нет программных продуктов, которые бы учитывали создание моделей электронных компонентов, для дальнейшей 3D-печати. Программное обеспечение, поставляемое с 3D-принтерами, часто громоздкое и требует больше времени на разработку модели и на освоение продукта.

Для расчёта катушки индуктивности на прямоугольном каркасе необходимы следующие данные:

- требуемая индуктивность;
- ширина каркаса;
- высота каркаса;
- длина намотки (каркаса);
- диаметр провода по меди;
- диаметр провода по изоляции.

Пример данных для расчёта катушки индуктивности показан на рис. 1. Для расчёта использовалась программа Coil32.



L	=	18	μH	- Требуемая индуктивность
a	=	23	мм	- Ширина каркаса
b	=	63	мм	- Высота каркаса
l	=	6	мм	- Длина намотки (каркаса)
d	=	0.2	мм	- Диаметр провода по меди
k	=	0.4	мм	- Диаметр провода по изоляции
РЕЗУЛЬТАТ:				
ω	=	15		- Число витков
N	=	1		- Число слоев

Рис. 1. Пример расчёта катушки индуктивности

Основой катушки индуктивности на прямоугольном каркасе служит спираль прямоугольной формы. В системе автоматизированного проектирования SolidWorks отсутствует инструмент для построения прямоугольных спиралей. Ниже описана методика построения прямоугольной спирали для катушки индуктивности в SolidWorks.

Для создания эскиза прямоугольной спирали необходимо построить каркас катушки индуктивности и вспомогательную фигуру.

Вначале необходимо построить каркас. Для его построения необходимо выбрать плоскость, в которой будет располагаться эскиз. В качестве эскиза строится прямоугольник с шириной равной ширине катушки индуктивности и высотой равной высоте катушки индуктивности. К углам прямоугольника применяется операция «Скругление». Радиус скругления выбирается в зависимости от размеров каркаса.

Затем из центра прямоугольника необходимо построить прямую. Прямая должна располагаться перпендикулярно к плоскости каркаса. Длина прямой равна длине намотки (каркаса) катушки индуктивности.

При помощи операции «Поверхность-По траектории» строится каркас. В качестве траектории выбирается прямая из центра, а в качестве профиля прямоугольник. Результат операции показан на рис. 2.

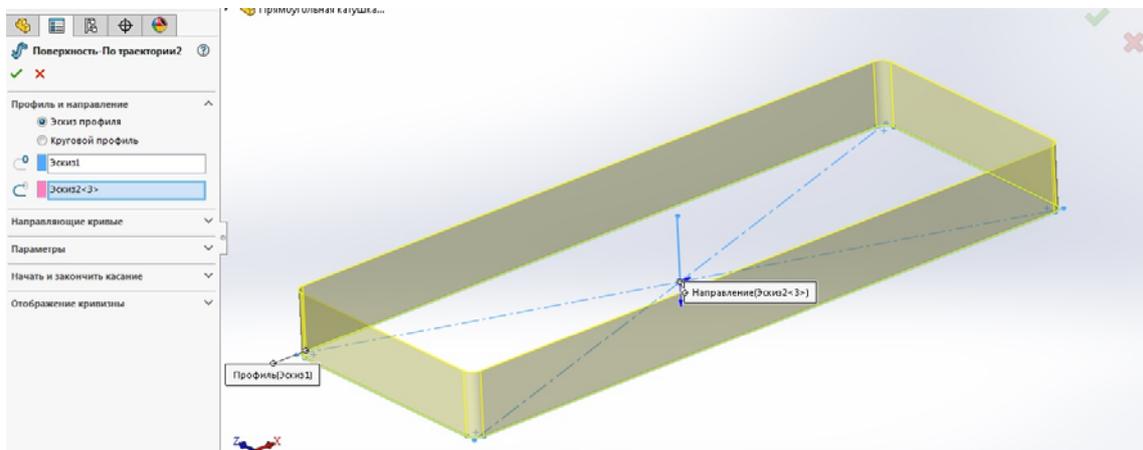


Рис. 2. Каркас

Далее необходимо построить вспомогательную фигуру. В плоскости, в которой был построен прямоугольник, чертится прямая. Длина прямой должна быть больше половины длины диагонали прямоугольника.

При помощи операции «Поверхность-По траектории» строится вспомогательная фигура. В качестве траектории выбирается прямая, расположенная перпендикулярно к плоскости прямоугольника. В качестве профиля, прямая расположенная в плоскости прямоугольника. Расположение прямых показано на рис. 3.

Также необходимо задать направление 5400 градусов. Данное число получилось следующим образом: 360 умножается на количество витков, в нашем случае 15.

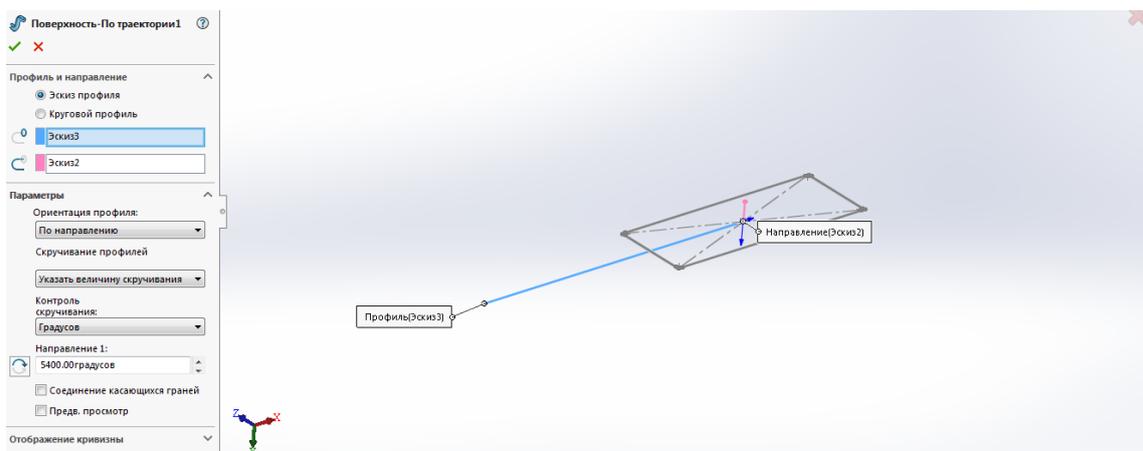


Рис. 3. Применение операции «Поверхность-По траектории»

Получаем вспомогательную фигуру.

После применения операции «Преобразование объектов-Эскиз вдоль линии пересечения тел» к каркасу и к вспомогательной фигуре, получаем эскиз в виде прямоугольной спирали. Результат операции изображён на рис. 4.

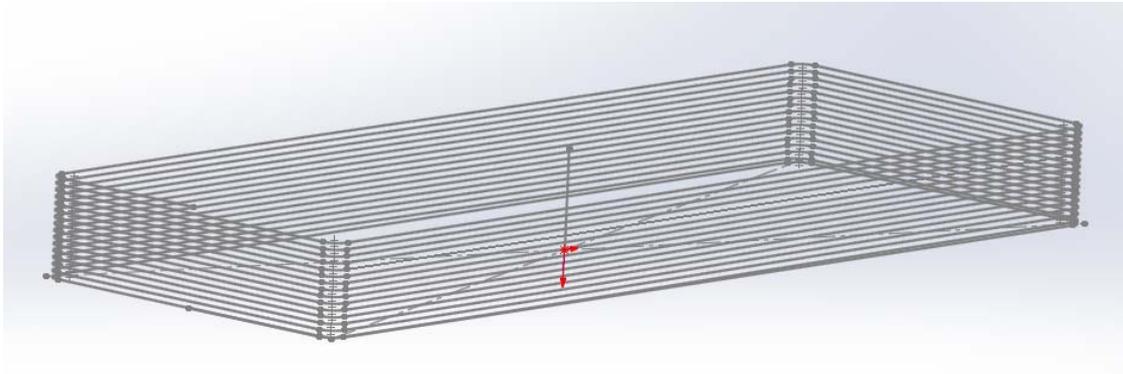


Рис. 4. Прямоугольная спираль

В заключение при помощи операции «движение по траектории», где в качестве траектории используется прямоугольная спираль, строится объёмная катушка. На рис. 5 изображена катушка с выводами и диэлектриком. Изменяя геометрию каркаса, можно менять форму спирали.



Рис. 5. Катушка индуктивности на прямоугольном каркасе

Создание данной методики обусловлено отсутствием в системе автоматизированного проектирования SolidWorks инструмента для построения прямоугольных спиралей. Наличие данного инструмента значительно бы упростило создание моделей антенн, датчиков, катушек индуктивности и т. п.

В настоящее время сфера 3D-печати уже достаточно развита, чтобы использовать 3D-печать не только при изготовлении корпусов, но и полнофункциональных электронных компонентов. Полученная методика может использоваться в разработке и прототипировании катушек индуктивности сложной формы. Также данная методика может быть использована для построения спиралей со сложной геометрией. Стоит отметить о возможности применения данной методики в образовательных целях, для более глубокого освоения системы автоматизированного проектирования SolidWorks.

Список использованных источников

1. The DragonFly™ Pro System [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: <https://www.nano-di.com/dragonfly-pro-3d-printer> (дата обращения 2.12.19).
2. Jacob J. Adams Eric B. Duoss Thomas F. Malkowski Michael J. Motala Bok Yeop Ahn Ralph G. Nuzzo Jennifer T. Bernhard Jennifer A. Lewis, Conformal Printing of Electrically Small Antennas on Three-Dimensional Surfaces // *Advanced Materials*, Vol. 23, Iss. 11, 19 January 2011.
3. Eric Macdonald, Rudy Salas, David Espalin, Mireya Perez, Efrain Aguilera, 3D Printing for the Rapid Prototyping of Structural Electronics // *IEEE Access*, 13 March 2014, pp. 234–242.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры КПРЭС СПбГУТ Капраловым Д. Д.*

УДК 534.843.12

М. М. Жигало (студент гр. РА-61, СПбГУТ)

РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ И СИСТЕМЫ ОЗВУЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ ЦЕНТРА ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ «НА ВАСИЛЬЕВСКОМ»

Помещение центра творческого развития и гуманитарного образования детей «На Васильевском» требует исправления акустического оформления для устранения таких акустических дефектов помещения, как «порхающее эхо» и время реверберации, превышающее оптимальное значение.

В статье рассмотрен подбор специальных звукопоглощающих материалов, а также новой системы озвучения, которые позволят устранить указанные недостатки.

Правильно выполненный расчет акустического оформления и системы озвучения позволит добиться высококачественного воспроизведения сигналов музыки и речи.

Для проверки результатов расчета выполнено акустическое моделирование помещения, рассчитаны и проанализированы параметры звукового поля.

время стандартной реверберации, звуковое поле, акустическое оформление помещения.

В данной работе рассматривается расчёт акустического оформления и системы озвучения помещения центра творческого развития и гуманитарного образования детей «На Васильевском», благодаря которому совершенствуются акустические свойства помещения и достигается качественное воспроизведение речевых и музыкальных сигналов. Характеристика помещения представлена в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Характеристика помещения

Тип зала	Универсальный
Линейные размеры $l \times b \times h$, м	17,48×17,95×4,6
Объем, м ³	1459,5
Площадь поверхностей, м ²	1024,6
Сцена, м ²	146,1
Количество слушателей	160
Занимаемая слушателями площадь	80,8
Количество дверей	3
Количество окон	12

Основная цель – достижение хороших акустических параметров в помещении и расчет системы озвучения.

Для решения поставленной задачи необходимо:

Измерить линейные размеры помещения.

Выполнить расчет звукопоглощающих материалов.

Выполнить расчет времени стандартной реверберации исходного помещения и после внесения изменений в акустические материалы.

Определить требуемые параметры звукового поля в озвучиваемом помещении.

Подобрать систему озвучения, расположить громкоговорители.

Выполнить компьютерное моделирование помещения и системы озвучения.

Проанализировать полученные значения теоретического и программного расчета и сделать выводы о проделанной работе.

Решение поставленной задачи:

Были проведены измерения линейных размеров помещения и перенесены на план, представленный на рис. 1.

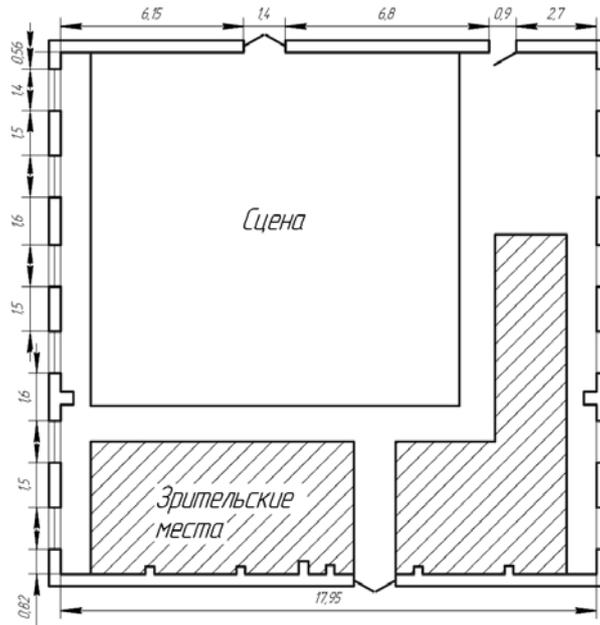


Рис. 1. План исследуемого помещения

Был проведен выбор оптимального времени реверберации для данного типа зала по формуле [1]:

$$T = k \cdot \lg V = 0,34 \cdot \lg(1459,5) = 1,08c,$$

где $k = 0,34$ – многоцелевые залы; V – общий объем помещения, m^3 .

Материалы отделки помещения и внесенные изменения представлены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Материалы исследуемого помещения

Материалы исследуемого помещения до изменений	Материалы исследуемого помещения после изменений	Площадь, m^2
	Дверь деревянная	8,5
	Окно ординарное	33,6
	Стулья, с обивкой из ткани, полностью занятые	80,8
	Деревянный паркет по бетону	85,8
	Сценический линолеум поверх паркета	146,1
	Гипсовая плитка толщиной $\frac{1}{2}$ дюйма по обрешетке	312,9
Штукатурка гипсовая гладкая, неокрашенная, по кирпичной стене	Стены без окон – Древесноволокнистые плиты толщиной 25 мм, вплотную к стене, 2 слоя	173,1
	Стены с окнами – Штукатурка гипсовая гладкая, неокрашенная, по кирпичной стене	183,8
Всего		1024,6

Был выполнен расчет звукопоглощающих материалов исходного помещения, по итогу которого получено среднее время стандартной реверберации равное 1,69 с. [2] График времени стандартной реверберации исходного помещения представлен на рис. 2. Так как полученное время больше чем оптимальное необходимо внести изменения в акустическое оформление помещения.

Заменив материал стен без окон, получилось нужное время стандартной реверберации равное 1,08 с. График времени стандартной реверберации измененного помещения со слушателями представлен на рис. 3.

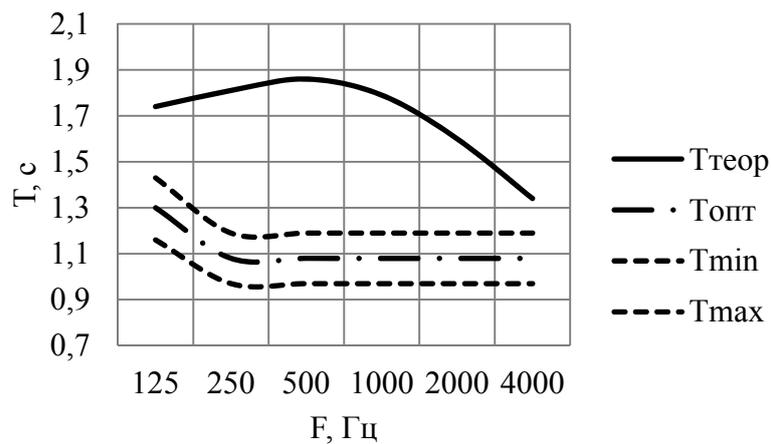


Рис. 2. График времени стандартной реверберации до изменений

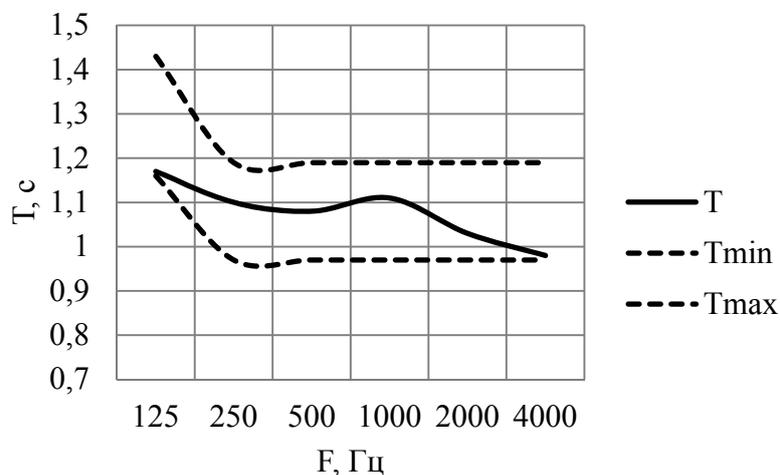


Рис. 3. График времени стандартной реверберации после изменений

Расчеты подтвердились компьютерной моделью, построенной в программном обеспечении Ulysses. Трехмерная модель представлена на рис. 4.

В наличии имелось 4 громкоговорителя модели FBT Lightforce LF62 и LF 42, однако использовать данные громкоговорители невозможно по причине отсутствия их в базе данных ПО. Были выбраны BOSCH

LBC3210, так как они имели схожие характеристики. Результат моделирования звукового поля исходного помещения представлен в таблице 3.

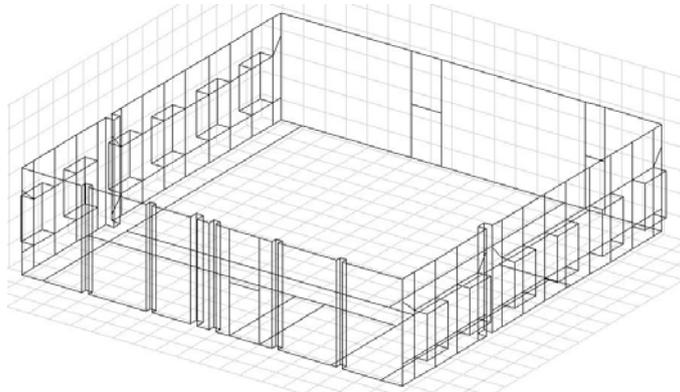


Рис. 4. Трехмерная модель исследуемого помещения

Полученные значения не удовлетворяли по параметрам: неравномерность уровня звукового давления сигнала прямого звука, проценту артикуляционных потерь согласных и индексу передачи речи.

Решением данной проблемы стало изменение расположения, уменьшение количества исходных громкоговорителей, а также добавление пяти звуковых прожекторов BOSCH LBC3432. Результат моделирования звукового поля измененного помещения представлен в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Результат моделирования звукового поля

Параметр	Исходное помещение	Измененное помещение	Требуемое значение
$L_{п. ср.}$, дБ	95,9	95,77	96
$L_{пр. ср.}$, дБ	86,33	89,83	90,57
$L_{пр. мин.}$, дБ	81,25	86,99	86,77
$L_{пр. макс.}$, дБ	94,08	92,53	94,37
$\Delta L_{пр.}$, дБ	12,83	5,54	7,6
$\Delta NR_{пр.}$, дБ	4,46	3,42	3,96
$R_{ср.}$	2,79	2,20	2,49
$\%Al_{conscp.}$, %	9,06	6,26	Оценка «Хорошая» – от 3 до 7
$STI_{ср.}$	0,55	0,61	Оценка «Хорошая» – от 0,6 до 0,75

Проанализировав значения, полученные в результате моделирования, можно сделать вывод, что акустические параметры помещения соответствуют требуемым характеристикам звукового поля:

неравномерность уровней прямого звука оказалась ниже, требуемой, что очень хорошо;

акустическое отношение практически равняется требуемому; процент артикуляционных потерь согласных и индекс передачи речи попадает под оценку «Хорошо», что требуется для проведения музыкальных развлекательных программ.

Список использованных источников

1. Чебанов А.Д. Приближенная оценка акустического качества залов различного функционального назначения: учебно-методические указания. – М. : МАРХИ, 2012. – 24 с.
2. Ковалгин Ю. А., Свинына О. А., Фадеев А. А. Расчет аппаратно-студийного комплекса телерадиовещания и аудиотехники: Часть 1. Расчет акустического оформления студий: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – СПб. : СПбГУТ, 2013. – 80 с.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ТВиМ СПбГУТ Свиныной О. А.*

УДК 621.395.623.7

А. В. Зарубина (студентка гр. РА-61, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ГОЛОВОК ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Предложена разработка комплекса лабораторных работ по изучению электродинамических головок громкоговорителя. Приведена структурная схема разработанного испытательного стенда. Разработано несколько экспериментальных макетов и акустических оформлений. Проведены теоретические и экспериментальные расчёты. Приведено сравнение полученных результатов.

электроакустические измерения, электродинамическая головка громкоговорителя, импеданс, частотная характеристика, параметры Тилля-Смолла.

Изучение принципов работы и технологических особенностей громкоговорителей является неотъемлемой частью при определении качества и назначении системы. Наиболее распространенным типом громкоговорителей, который используется в большинстве профессиональных и бытовых устройств, являются катушечные электродинамические громкоговорители. Они были изобретены еще давно, но и по сей день являются широко распространенным типом акустического электропреобразователя.

В качестве средства измерений предлагается использовать звуковую карту персонального компьютера. На данный момент уже проводятся измерения с ее помощью в учебных лабораториях, но отличие заключается в программном обеспечении, которое называется Room EQ Wizard [2] – это свободно распространяемое бесплатное ПО, которое позволяет измеряться все исследуемые параметры. Все измерения проводятся с помощью сигнала скользящего тона. Для выполнения измерений в домашних условиях были выбраны три широкополосные электродинамические головки громкоговорителей бренда РусАудио, которые производит Рязанский радиозавод (рис. 1).



Рис. 1. Исследуемые электродинамические головки громкоговорителя (слева направо: 1ГДШ-14 (50 Ом), 3ГДШ-32Р (8 Ом), 1ГДШ-14 (8 Ом))

Предлагается разработать три лабораторные работы в соответствии с ГОСТ Р 53575-2009 [1]. Для их реализации был разработан испытательный стенд (рис. 2), в который входят две исследуемые головки. Исследуемые головки должны быть одинаковы и иметь очень схожие характеристики. Данный испытательный стенд позволяет проводить как измерения импеданса, так и частотной характеристики. С помощью Ключа 1 включается схема измерений импеданса, с помощью ключа 3 или 4 выбирается исследуемая головка. Для измерений частотной характеристики мы включаем с помощью ключа 2 вторую схему, содержащая усилитель звуковой частоты, точно также выбираем головку для исследования, используем микрофон, включенный в ПК через микрофонный усилитель на выход звуковой карты.

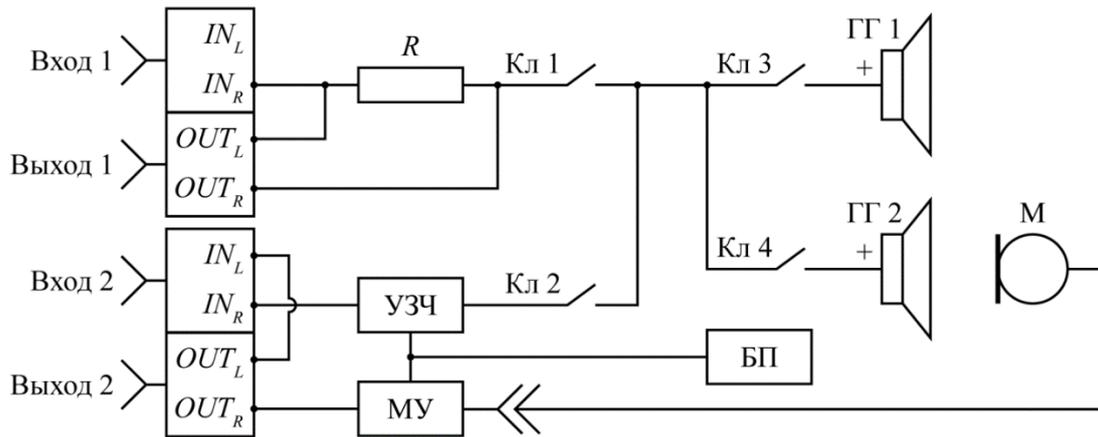


Рис. 2. Структурная схема испытательного стенда

Первая работа посвящена исследованию модуля входного сопротивления и расчету параметров Тия-Смолла, для этого нужно будет использовать верхнюю часть схемы с опорным резистором сопротивлением 100 Ом [2]. Для измерения параметров Тия-Смолла [3, 4] будет использоваться метод добавочной массы. Для этого на одну из исследуемых головок с обратной стороны по всему периметру подвижной системы размещаются грузики. Проводятся измерения без и с добавочной массой, и на их основе калькулятор программы REW высчитывает параметры Тия-Смолла. На рис. 3 представлен импеданс всех исследуемых головок. По графику можно видеть, что соответственно с понижением массы головки громкоговорителя, понижается и частота основного резонанса.

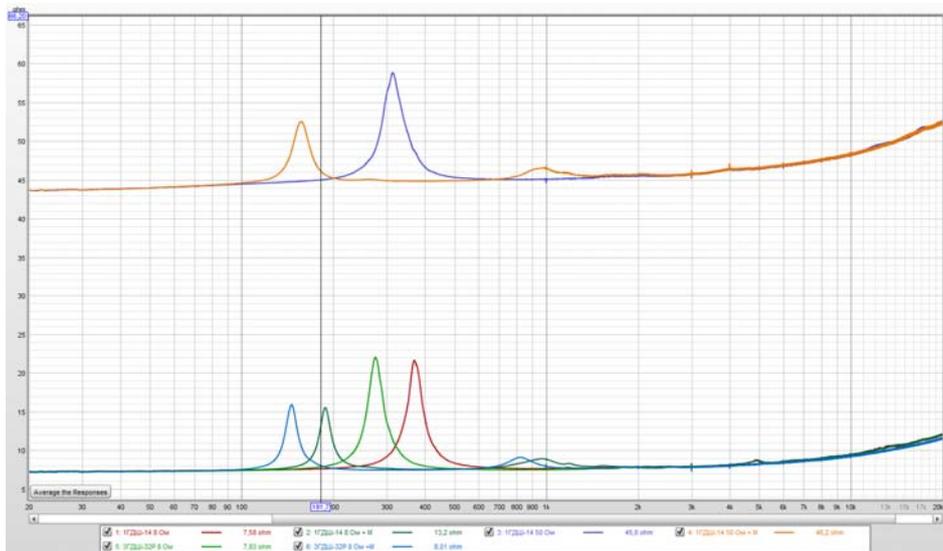


Рис. 3. Импеданс исследуемых головок

Вторая лабораторная работа посвящена изучению электроакустических параметров, то есть частотной характеристики (рис. 4). Проводятся измерения без и с дополнительной массой и определяется как дополнительная масса влияет на эффективно воспроизводимый диапазон частот. Третья

лабораторная работа посвящена исследованию частотной характеристики, поиск достоинств/недостатков работы АС на основании полученной частотной характеристики, сравнение диапазона и неравномерности с номинальными характеристиками. Для этого, как и во второй лабораторной работе мы включаем вторую схему и выбираем исследуемую головку. Измерение как акустических, так и электроакустических параметров на одном испытательном макете позволит улучшить понимание студентов учебного материала.

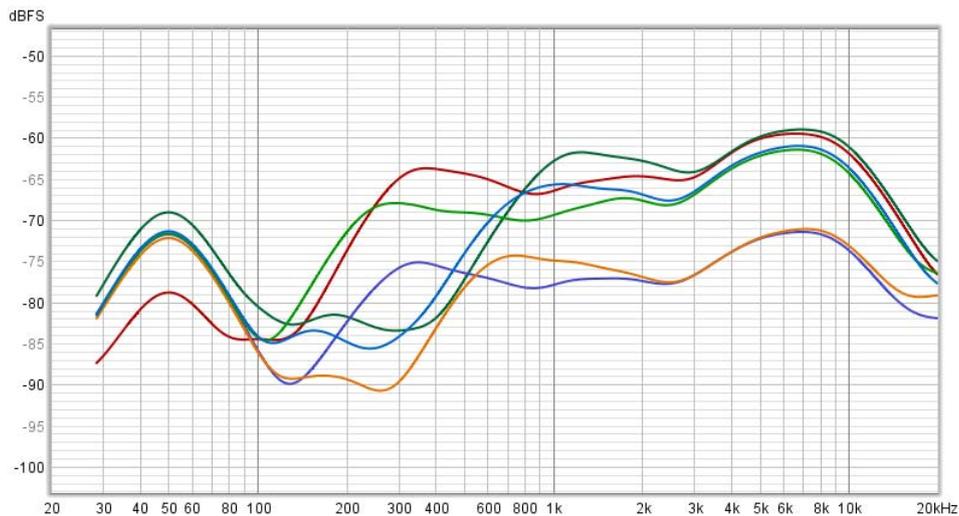


Рис. 4. Частотные характеристики исследуемых головок

Для проведения измерений в домашних условиях было разработано 3 экспериментальных макета. Первым макет подходил для измерения в старой версии программы REW V5.19., схема позволяла переключаться между исследуемыми головками, но на нем можно было проводить только измерения импеданса. Далее этот макет не подходил для калибровки звуковой карты и импеданса в новой версии. После обновления программы до версии 5.20 был разработан второй макет, на котором проводились все последующие измерения импеданса и третий макет для измерения частотной характеристики (рис. 5).



Рис. 5. Экспериментальные макеты

Для каждой головки было рассчитано акустическое оформление в соответствии с размерами стандартного экрана и для уменьшения размеров было разработано открытое акустическое оформление в соответствии со стандартами. На рис. 6 показана методика измерений импеданса и частотной характеристики.



Рис. 6. Экспериментальное акустическое оформление и методы измерения

После проведения измерений и сравнений полученных результатов можно сделать вывод, что масса подвижной системы влияет на воспроизведение головкой громкоговорителя эффективного диапазона частот, что легко проследить в таблице 1 сравнения номинальных параметров с экспериментальными. Это объясняется тем, что внесенная дополнительная масса не согласована с остальными конструктивными параметрами громкоговорителя.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение экспериментальных и номинальных значений

Исследуемые головки громкоговорителей	Номинальные значения	Дополнительная масса (+/-)	Экспериментальные значения
1ГДШ-14 8 Ом	Диапазон 315–12500 Гц	–	240–14 500 Гц (14 дБ)
		+	700–14 600 Гц (12 дБ)
1ГДШ-14 50 Ом	Диапазон 315–12500 Гц	–	200–16 000 Гц (13 дБ)
		+	400–17 500 Гц (13 дБ)
3ГДШ-32Р 8 Ом	Диапазон 160–12500 Гц	–	200–14 000 Гц (13 дБ)
		+	600–14 000 Гц (12 дБ)

Также был проведен расчет теоретическими формулами для расчета гибкости подвижной системы, массы и эквивалентного объема. Некоторые значения сошлись вплоть до сотых значений. Данная практика научит самостоятельно высчитывать данные параметры при необходимости.

$$M_{MS} = \frac{1}{4\pi^2 f_s^2 C_{MS}},$$

$$C_{MS} = \frac{\left(\frac{1}{(2\pi)^2 * M}\right) (f_s + f'_s)(f_s - f'_s)}{(f_s * f'_s)^2},$$

$$V_{AS} = 1,4 * 10^5 * S_d^2 * C_{MS}.$$

ТАБЛИЦА 2. Сравнение теоретических и экспериментальных значений

	1ГДШ-14 8 Ом		1ГДШ-14 50 Ом		3ГДШ-32Р 8 Ом	
	Теор.	Эксп.	Теор.	Эксп.	Теор.	Эксп.
CMS, мм/Н	0,414947	0,414	0,608163	0,609	0,674761	0,674
MMS, гр	0,442552	0,44	0,421898	0,42	0,493517	0,49
VAS, л	0,529	0,54	0,7765	0,79	0,599	0,61

В ходе выполнения работы был разработан проект испытательного стенда, изготовлено несколько экспериментальных прототипов испытательного стенда, проведены теоретические и экспериментальные расчеты, а также подготовлены методические указания по выполнению лабораторных работ.

На основе проведенной работы сделать вывод, что модернизация данных лабораторных работ улучшит понимание студентов как теоретического, так и практического материала, что повысит эффективность выполнения лабораторных работ, за счет изучения материала на одном испытательном стенде, нового программного обеспечения

В рамках дальнейших исследований планируется разработка испытательного стенда с возможностью встраивания внешней звуковой карты, которая будет подключаться к ПК через USB-порт.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 53575-2009 Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний. – М.: Стандартинформ, 2011. – 41 с.
2. Mulcahy J. Room EQ Wizard: Room Acoustics Software [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roomeqwizard.com/> (дата обращения 16.06.2020).
3. Thiele N. Loudspeakers in vented boxes: Part 2 // Journal of the Audio Engineering Society. 1971. Vol. 19. No. 6. pp. 471–483.
4. Small R. H. Direct radiator loudspeaker system analysis // Journal of the Audio Engineering Society. 1972. Vol. 20. No. 5. pp. 383–395.

Статья представлена научным руководителем, старшим преподавателем кафедры ТВиМ СПбГУТ Свинойной О. А.

УДК 621.391.82

С. А. Кокин (студент гр. РТ-92м, СПбГУТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDR ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ РАДИОКАНАЛОВ В КВ ДИАПАЗОНЕ

В статье проанализированы наиболее популярные из представленных на рынке SDR трансиверов. Рассмотрены преимущества разных типов трансиверов (гетеродинный, прямого преобразования). Проанализированы основные характеристики устройств и составлена сравнительная таблица. Выявлены методы адаптации и повышения помехоустойчивости, используемые в SDR. Рассмотрены плюсы и минусы методов. Показано, что использование SDR делает возможным применение в КВ диапазоне любого метода или комбинации методов повышения помехоустойчивости.

SDR, КВ-диапазон, методы помехоустойчивости, программные оболочки.

Актуальные и наиболее используемые в настоящее время SDR можно разделить на 2 вида:

– SDR, имеющие встроенный АЦП и передающие сигналы в ПК в цифровом формате. Они построены по принципу гетеродинного приема, только после переноса частоты вместо НЧ-блока стоит АЦП. Такие приемники имеют ширину полосы пропускания от 2 до 10 МГц. Недостаток любого супергетеродинного приемника – наличие зеркальных каналов приема [1].

– DDC (*direct down conversion*) SDR. Это самая современная технология на сегодняшний день. Суть в том, что гетеродин здесь не нужен – сверхбыстрый АЦП с частотой оцифровки порядка 100 млн семплов/с оцифровывает непосредственно входной сигнал, что позволяет иметь прием до частоты, равной половине частоты дискретизации. Битовый поток обрабатывается в быстродействующей ПЛИС прямо на плате, и нужная полоса передается в компьютер. Такой приемник не имеет зеркальных каналов [1, 2, 3].

Так как в целом ПО и структура всех SDR схожи, рассмотрения двух из них будет достаточно для охвата всего диапазона устройств. Для примера возьмем трансивер HackRF One компании Great Scott Gadgets и USRP 2954 компании National Instruments.

Первым рассмотрим HackRF One. Устройство подключается к ПК и позволяет не только принимать, но и передавать радиосигналы в диапазоне 1 МГц–6 ГГц с шириной полосы до 20 МГц. Передачу и прием можно запрограммировать с помощью языка низкого уровня или с помощью программы GNU Radio (рис. 1).

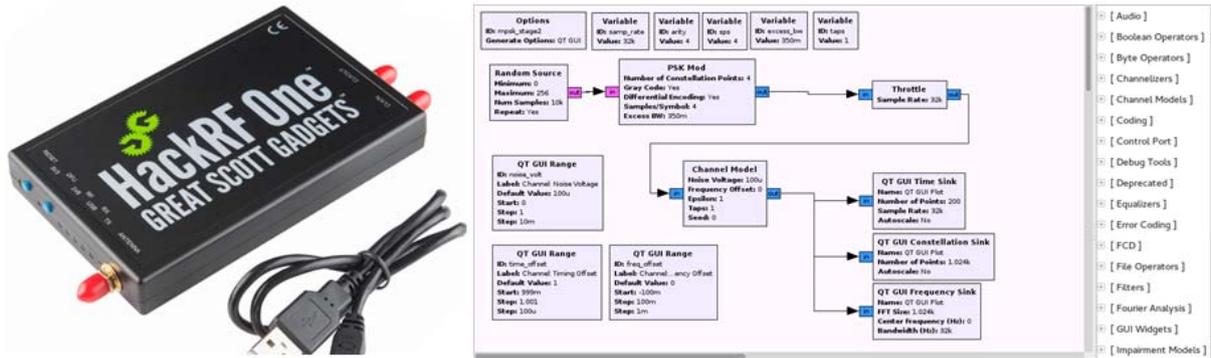


Рис. 1. HackRF One и пример блок-схемы GNU Radio

Инструментарий GNU Radio имеет обширный набор блоков, которые также возможно запрограммировать самостоятельно. Это позволяет реализовать любой алгоритма адаптации и повышения помехоустойчивости. Ограничения накладывает лишь знание языка программирования пользователем и аппаратные возможности оборудования.

Основанный на архитектуре LabVIEW USRP RIO представляет собой интегрированное программно-аппаратное решение. Устройство обладает широким спектром возможностей и может использоваться в качестве SDR трансивера для исследования методов и алгоритмов улучшения помехозащищенности передаваемых сигналов. Однако она обладает очень большой ценой и поэтому не подходит для любителей (рис. 2).



Рис. 2. USRP-2954 и пример блок-схемы LabVIEW

LabVIEW – высокоуровневый язык. Графическая среда имеет обширный набор блоков, которые также возможно запрограммировать самостоятельно. Это позволяет реализовать любой алгоритм адаптации и повышения помехоустойчивости.

Из сравнения, представленного в таблице 1 видно, что SDR-трансиверы покрывают КВ-диапазон, требуют меньшую мощность передачи и имеют полосу пропускания в разы больше чем обычные. Так как они также позво-

ляют программно реализовывать практически все методы повышения помехоустойчивости, то они гораздо лучше подходят для использования в исследовательских и экспериментальных целях.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение основных характеристик трансиверов

Наименование трансивера	Диапазон частот, МГц	Полоса пропускания	Тип DSP	Максимальная мощность передачи
ICOM IC-7600	0,03–60	до 100 кГц	одноканальный	100 Вт
HackRF One	1–6000	до 10 МГц	двухканальный	~20 мВт
USRP-2920	50–2200	до 40 МГц	двухканальный	100 мВт
RSPduo	0,001–2000	До 10 МГц	двухканальный	10 мВт

Для удобства анализа достоинства и недостатки используемых в SDR методов оптимизации можно свести в таблицу.

ТАБЛИЦА 2. Достоинства и недостатки методов оптимизации [4]

Метод	Достоинства	Недостатки
Корректирующие коды	Возможность обнаружить и исправить ошибки в кодовых комбинациях	Большая избыточность и как следствие значительное уменьшение скорости передачи
Непрерывные модуляции	<ul style="list-style-type: none"> увеличивается число сообщений, которые могут передаваться по одной линии связи путем использования частотного разделения сигналов; повышается достоверность передаваемых сигналов при использовании помехоустойчивых типов модуляции; 	АМ – слабая помехозащищенность; ЧМ – значительное увеличение полосы частот; ФМ – эффект «обратной работы»
Импульсные модуляции	<ul style="list-style-type: none"> повышается эффективность излучения сигнала при передаче по радиоканалу и технико-экономические показатели радиоаппаратуры 	АИМ – слабая помехозащищенность; ФИМ – невозможность организовать большое количество каналов; ШИМ – невозможность выделения сигнала из шума без искажений
Манипуляции		АМн – слабая помехозащищенность; ФМн – необходима постоянная фаза несущей; ЧМн – слабость перед частотно-селективными помехами

Метод	Достоинства	Недостатки
Многократные модуляции	Повышение помехоустойчивости	Разработка оборудования для организации канала связи
Методы передачи	ПБОС – однонаправленность потока информации, передаваемого по каналу; ПОС – возможность использования менее помехозащищенные коды (уменьшение избыточности)	БПОС – необходимость использования метода передачи с повторением и накоплением; ПОС – задержка на обратную связь
Методы в условиях априорной неопределенности	Возможность увеличить отношение с/ш и уменьшить вероятность битовой ошибки	Метод максимального правдоподобия – необходимость сложных ресурсозатратных вычислений; Метод моментов – оценка может оказаться вне допустимой области, не обязательно будет являться обязательной статистикой

Проанализировав данные о достоинствах и недостатках методов оптимизации, представленных в таблице 2, можно сделать следующие выводы:

1) Программные оболочки, использующиеся в SDR, позволяют реализовывать любые методы повышения помехоустойчивости радиоканалов. Ограничение накладывает лишь знания разработчика в используемых языках программирования и аппаратные возможности используемых устройств (модуляции высокого порядка, многократные модуляции и широкополосная передача требуют больших вычислительных мощностей).

2) Каждый тип SDR имеет свои преимущества и недостатки: вычислительные возможности, цена, сложность в эксплуатации [5].

3) В условиях неопределенности сигнально-помеховой обстановки используются ряд алгоритмов адаптации. Наиболее часто используемые из них – метод максимального правдоподобия и метод моментов.

4) Вариативность методов позволяет лучше адаптировать SDR при смене помеховой обстановки.

5) Ряд методов имеет недостатки, которые значительно сказываются на процессе приемопередачи:

- коды с обнаружением ошибок – большая избыточность;
- модуляции высоких порядков – вероятность битовой ошибки и и др.

Список использованных источников

1. Гасанов О., Губа А., Кишов Р. Принципы построения радиоприемников с цифровой обработкой сигнала // Электронные компоненты. 2010. № 12-С. С. 63–65.
2. Максимов М. В., Бобнев М. П., Кривицкий Б. Х. и др. Защита от радиопомех / Под ред. М. В. Максимова. – М. : Сов. радио, 1976, – 496 с.
3. Николашин Ю. Л. и др. Повышение эффективности функционирования декаметровых радиолиний // Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. 2015. Т. 9. №. 2.
4. Садовомовский А. С. Приемно-передающие радиоустройства и системы связи. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 243 с.
5. RadioProg. Телекоммуникации, ТВ и радиовещание, электроника, разработка ПО и веб-разработка [Электронный ресурс]. URL: <https://radioprogram.ru> (дата обращения 11.05.2020)/

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры PCuB СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Симоновой О. А.

УДК 621.396

М. И. Комляк (студент гр. РТ-92м, СПбГУТ)
Д. О. Яновская (аспирант, СПбГУТ)

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИМПУЛЬСНОГО РАДИО UWB-IR

Импульсное радио UWB-IR – популярная реализация UWB-систем. UWB-IR в последнее время становится популярным для беспроводной связи. Она реализуется путем передачи чрезвычайно коротких по длительности (обычно субнаносекундных) импульсов.

Множественный доступ является неотъемлемой частью систем UWB для размещения большого количества пользователей в одном канале. Он обеспечивает наиболее эффективное распределение спектра. Для беспроводных систем чаще всего используются 3 технологии: TDMA, FDMA и CDMA. В работе представлен сравнительный анализ технологий, выделены сходства и различия. Представлены выводы о целесообразности выбора той или иной технологии при построении приемного устройства СШП.

UWB-системы, множественный доступ, импульсное радио.

Для эффективного распределения спектра между различными пользователями в системах беспроводной связи большое значение имеет множественный доступ. Среди других вариантов множественного доступа наиболее популярными методами множественного доступа для беспроводных систем являются множественный доступ с временным разделением (TDMA), множественный доступ с частотным разделением (FDMA) и CDMA [1].

В системах TDMA каждый пользователь передает данные через непересекающиеся временные интервалы. Исходя из длины временных интервалов по отношению к длительности символа, системы TDMA можно разделить на две группы: длинные временные интервалы TDMA и чередующиеся TDMA. Временные интервалы в длинном временном интервале TDMA фиксированы и охватывают множество длительностей символов (т. е. на рис. 1(с), $T_{slot} > T_s$, где T_s – длительность символа). Обычно центральный узел обрабатывает назначение временных интервалов каждому пользователю и поддерживает синхронизацию. Однако, когда архитектура децентрализована, синхронизация пользователей невозможна. Длительность временного интервала, также может быть значительно меньше длительности символа, как в чередующихся TDMA ($T_{slot} < T_s$). Например, импульсные UWB обычно передают большое количество импульсов с низким рабочим циклом для представления бита, где число импульсов определяется коэффициентом усиления обработки системы. Время выключения между двумя последовательными импульсами подразумевает второй тип усиления обработки, и другие пользователи могут передавать данные в промежутках между этими импульсами [1].

Еще одна проблема с TDMA связана с планированием пакетных передач между узлами. Для того чтобы управляющий узел мог эффективно назначать слоты, он должен иметь информацию о количестве данных, которые каждый сетевой узел желает передать. Было разработано несколько методов доставки такой информации к управляющему узлу. Простой подход заключается в том, что координатор опрашивает каждое устройство для определения его текущей нагрузки на трафик, а затем может соответствующим образом регулировать длину последующих слотов TDMA. С другой стороны, вместо постоянного межимпульсного интервала для определения временных позиций импульсов может использоваться специфический для пользователя код TH (рис. 1(d)). Это помогает канализировать систему, одновременно сглаживая спектральную плотность мощности [1, 2].

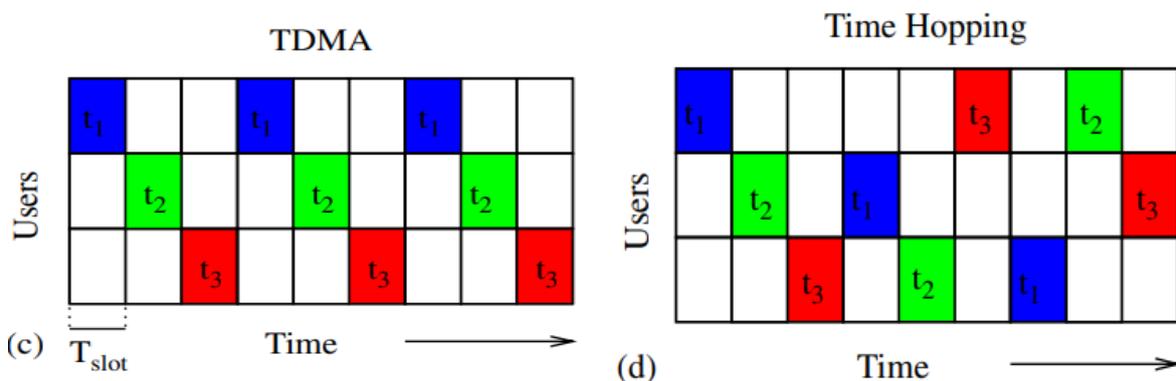


Рис. 1. Распределение пользователей в системах TDMA

Еще одним вариантом совместного использования канала между различными пользователями является FDMA (рис. 2, см. ниже), где каждый пользователь может передавать данные одновременно в разных частотных диапазонах. Многополосный UWB-это популярная импульсная схема UWB, которая может быть интерпретирована как форма FDMA. В отличие от обычных систем FDMA, использующих несущие для выделения полос, в многополосных UWB, как правило, совместное использование частотной области канала достигается формированием импульсов. В контексте UWB-систем этот метод множественного доступа имеет несколько проблем. Во-первых, нормативные требования требуют, чтобы устройства UWB передавали сигналы с полосой пропускания не менее 500 МГц. Таким образом, для поддержки N пользователей пропускная способность системы должна быть не менее $500N$ МГц. Таким образом, мы видим, что для поддержки нескольких одновременных пользователей каждое устройство должно быть способно принимать и обрабатывать чрезвычайно широкополосные сигналы. Во-вторых, в зависимости от метода дуплексирования все еще может потребоваться синхронизация по всей сети. Это имеет место при рассмотрении полудуплексной связи, когда устройства могут быть либо передающими, либо принимающими. В этом случае система должна запланировать, какие устройства будут передавать, а какие-принимать в каждый момент времени. Этот тип планирования трудно достичь без некоторой формы глобальной привязки времени. Кроме того, планирование широковещательного или многоадресного трафика становится проблематичным в сетях FDMA с устройствами полудуплекс. Полнодуплексные устройства несколько смягчают проблему планирования, но они по своей сути являются более дорогостоящими, поскольку для полнодуплексной системы требуется по существу два радиоприемника на устройство, и каждое радио должно было бы работать в большой полосе пропускания системы. Тем не менее, использование различных частотных диапазонов позволяет очень хорошо разделять сигналы, которые было бы трудно разделить, например, с помощью CDMA (рис. 3). По вышеуказанной причине FDMA полезен, например, для разделения близко расположенных сетей. Стоит отметить что, один и тот же пользователь может также использовать несколько диапазонов для увеличения скорости передачи данных. FDMA имеет определенные ограничения. При разбиении всего спектра UWB на более узкие полосы временное разрешение передаваемого UWB-сигнала уменьшается. Поэтому, преимущества UWB такие как многолучевая невосприимчивость, точное позиционирование и т. д. несколько уменьшаются [2].

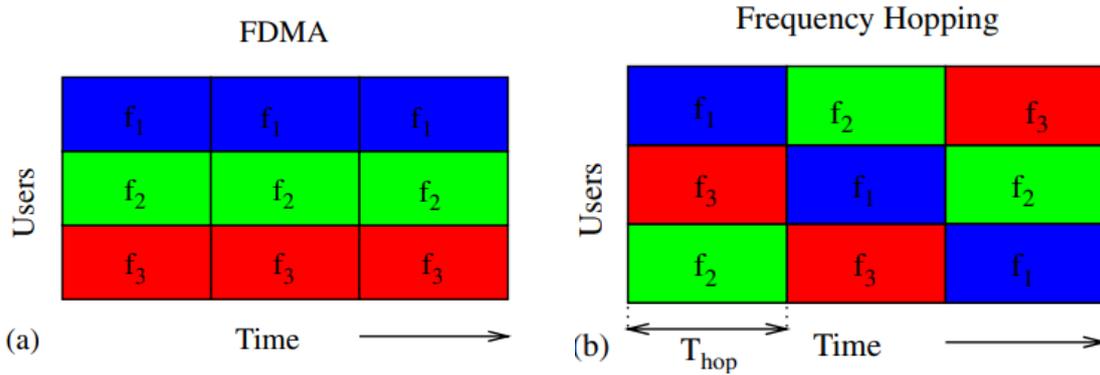


Рис. 2. Распределение пользователей в системах FDMA

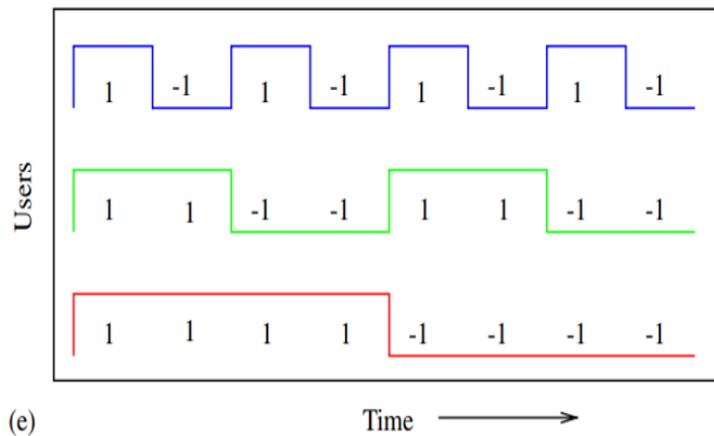


Рис. 3. Графическое представление CDMA

Множественный доступ с кодовым разделением (CDMA): CDMA присваивает ортогональные коды распространения отдельным устройствам, которые затем умножают свой поток символов на назначенный код. Приемники могут различать различные устройства, соотнося полученный сигнал с присвоенным каждому пользователю кодом. Сети CDMA не имеют проблем с планированием, связанных с методами TDMA и FDMA, описанными выше. Поскольку они полагаются на обработку сигнала на приемнике для разделения передач от нескольких пользователей, CDMA позволяет осуществлять одновременные передачи (по времени и / или частоте). CDMA также привлекательна для сетей датчиков UWB, поскольку коэффициент распространения в системе UWB настолько велик, что теоретически может поддерживаться множество одновременных передач. В CDMA большой коэффициент расширения и возможности для разрешения нескольким пользователям возможность повторного использования частот. То есть в пределах одной полосы частот может быть развернуто несколько сетей. Стоит отметить, что каждой сети присваивается уникальный код. Таким образом, каждое устройство в сети должно только «прослушивать пакеты», содержащие правильный код, а затем может синхронизировать свои приемники для декодирования последующих данных [2].

Сравнение представленных в статье технологий множественного доступа приведено в таблице.

ТАБЛИЦА. Сравнение технологий множественного доступа

	FDMA	CDMA	TDMA
Синхронизация	+/-	-	+
Проблема планирования сетей	+/-	-	+
Большое количество пользователей	-	+	-

По данной таблице можно сказать что по всем критериям выигрывает CDMA, но это не делает CDMA постоянным выбором. Так, например, для сетей с малым числом пользователей подойдет система TDMA, т. к. проблема синхронизации не будет стоять столь остро, нежели при большом количестве пользователей, а стоимость устройств ниже, чем с системой CDMA. Система FDMA полезна если стоит задача отделить близко расположенные сети.

Список использованных источников

1. Güvenç, İ., & Arslan, H. A review on multiple access interference cancellation and avoidance for IR-UWB. *Signal Processing*, vol. 87(4), pp. 625–626. doi:10.1016/j.sigpro.2006.06.019
2. Zhang, J., Orlik, P. V., Sahinoglu, Z., Molisch, A. F., & Kinney, P. UWB Systems for Wireless Sensor Networks. *Proceedings of the IEEE*, vol. 97(2), pp. 320–321. doi:10.1109/jproc.2008.2008786

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой PCuB СПбГУТ, кандидатом технических наук, профессором Воробьевым О. В.

УДК 004.72, 004.77

В. Е. Коротин (к.т.н., доцент, СПбГУТ)

М. В. Шмигель (студент, СПбГУТ)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТИ NB-IOT

Наиболее перспективным направлением развития «Интернета вещей» является построение комбинированных сетей IoT, которые объединяют персональные, локаль-

ные и глобальные сети. С этой точки зрения очень полезным является направление, позволяющее использовать существующие сети GSM и LTE для обслуживания многочисленных устройств IoT. Одной из них является технология NB-IoT.

Технология Narrow-Band IoT базируется на так называемом методе «узкополосной радиосвязи», используемый для передачи небольших пакетов данных с малыми скоростями. В данной статье будут рассмотрены три режима работы сети NB-IoT: характеристики, преимущества и недостатки каждого из этих режимов. А также будет произведен выбор наиболее оптимального режима.

Интернет вещей, Internet of Things, IoT, NB-IoT, Narrow-Band IoT.

Краеугольным камнем в обеспечении сетевого взаимодействия «Интернета вещей» (*Internet of Things, IoT*) выступает организация радио интерфейса. Существующие различные подходы к построению радио интерфейса на основе персональных, локальных, широкомасштабных радио сетей и их интеграции имеют свои достоинства и недостатки, однако дальнейшее развитие интернета вещей скорее всего будет базироваться на основе стандартизированных решений и, в частности, на технологии Narrow-Band IoT (NB-IoT).

Narrow-Band IoT (NB-IoT) – это стандарт, которым пользуются провайдеры беспроводной связи. Этот стандарт позволяет IoT устройствам работать через обычные сети мобильной связи, либо на существующий частотах (защитных полосах частот между LTE каналами), либо независимо. NB-IoT может обеспечивать связь большому числу устройств (примерно 50000 на соту) внутри канала 200 кГц. Этот стандарт позволяет устройствам передавать сообщения, используя уже существующую развернутую мобильную связь, при этом не нужно разворачивать свою, для обмена сообщениями между устройствами, которые не предъявляют больших требований к широте полосы и скорости. Такими устройствами могут быть: датчики, оповещающие о парковке, датчики на крупнорогатых животных, датчики на контейнерах, оповещающие о вскрытии контейнера или о его местонахождении и многие другие.

Narrow-Band IoT использует модуляцию с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM) для связи по нисходящей линии связи и схему множественного доступа с частотным разделением с одной несущей (SC-FDMA) для связи по восходящей линии.

Скорость передачи данных NB-IoT ограничена 200 кбит/с для нисходящей линии связи и 20 кбит/с для восходящей линии связи. Максимальный размер полезной нагрузки для каждого сообщения составляет 1600 байт. Технология Narrow-Band IoT дает возможность достигнуть 10-летнего срока службы батареи при передаче в среднем 200 байт в день. В последней версии NB-IoT 15.0 представлены методы локализации, многоадресные услуги и мобильность.

Существуют три режима работы сети NB-IoT, выделяемых операторами: stand-alone, то есть автономный режим работы при использовании любых доступных частот; guard-band – работа в защитном интервале несущей частоты технологии LTE; in-band – работа в пределах несущей частоты технологии LTE. На рис. 1 представлены три режима работы сети NB-IoT.

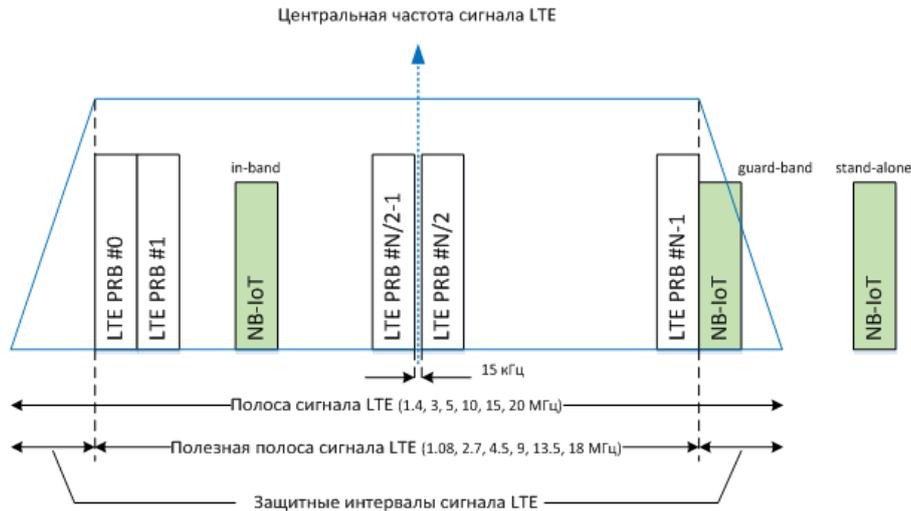


Рис. 1. Режимы работы сети NB-IoT

Наиболее распространен режим stand-alone (рис. 2). Этот режим дает полное покрытие внутри помещения, при этом стоимость модернизации сети для обеспечения покрытия внутри помещения ниже, чем у конкурирующей технологии LoRa. Благодаря этому режиму работы возможно повторное использование частоты в одной частотной позиции в сети GSM. Для этого необходим спектр шириной в 400 кГц: частота несущей 180 кГц и защитная полоса 110 кГц с каждой стороны. Несколько несущих сети NB-IoT не могут быть смежными друг с другом на одной соте, но требуют межцентрового разделения на 400 кГц. Что касается мощности и скорости передачи данных, выходная мощность GSM достигает 20 Вт (43 дБм), что дает возможность обеспечивать высокую скорость передачи данных. При таком режиме работы нет экономии частотного ресурса, используется широкий спектр частот.

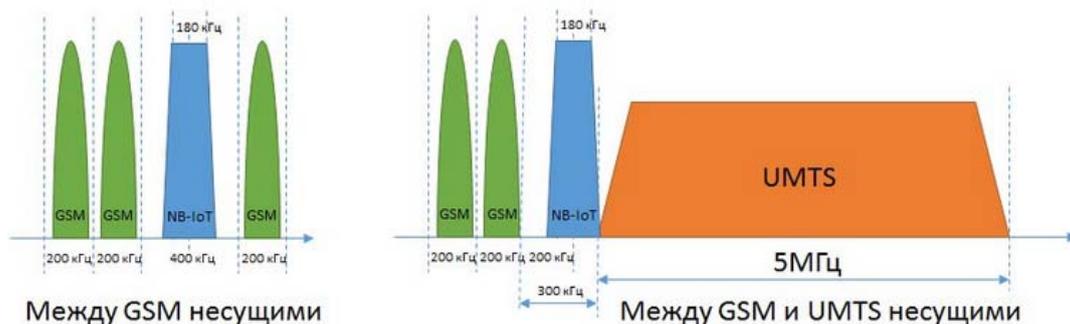


Рис. 2. Варианты размещения NB-IoT в режиме stand-alone

Для экономии частотного ресурса выбирают режим in-band. Дело в том, что мощность несущей NB-IoT на 6 дБ превышает мощность несущей сети LTE. Таким образом происходит выделение одного ресурсного блока в пределах рабочей полосы частот, как отображено на рис. 3.

Развертывание сети NB-IoT внутри полосы частот оказывает влияние на производительность LTE MBW (*Mobile Broadband*), так как сеть NB-IoT влияет на спектр и уменьшает доступные ресурсные блоки для устаревшей версии LTE. Преимущество этого режима работы заключается в том, что емкость NB-IoT можно легко увеличивать, добавив больше несущих. И наоборот, когда трафик на сети NB-IoT отсутствует, ресурсы можно высвободить для трафика сети LTE MBW.

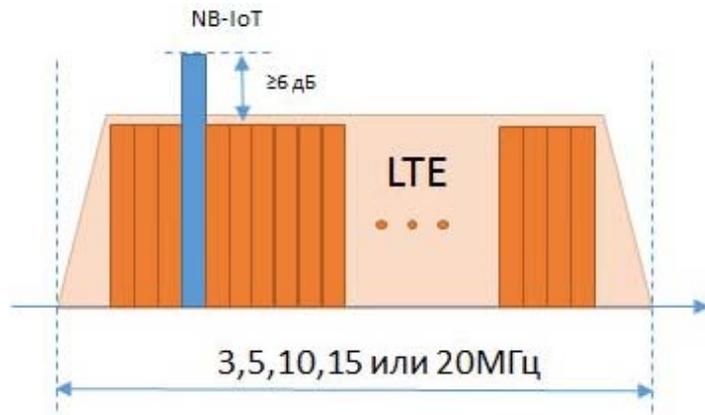


Рис. 3. Размещение NB-IoT в режиме in-band

При необходимости увеличения дальности интервала используют режим guard-band. В этом режиме работы происходит выделение одного ресурсного блока в защитном интервале за пределами рабочей полосы частот. Развертывание сети NB-IoT в режиме guard-band представлено на рис. 4.

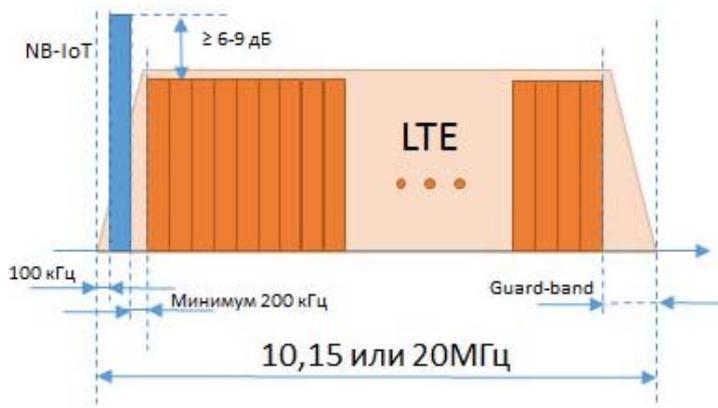


Рис. 4. Размещение NB-IoT в режиме guard-band

емкости несущей частоты NB-IoT, так как ее емкость ограничена полосой пропускания защитного интервала.

Во всех трех режимах работы сети NB-IoT задействованы неиспользуемые ресурсные блоки, находящиеся в пределах защитного диапазона несущей LTE, что влияет на производительность. Защитные полосы существуют по причине того, что необходимо остановить снижение выходной мощности от базовой станции в соседние каналы LTE. Отношение сигнал/шум увели-

Развертывание сети NB-IoT в таком режиме работы не влияет на сеть LTE с точки зрения спектра, так как несущая частота NB-IoT находится в защитном интервале, при этом не снижается доступное количество ресурсных блоков для сети LTE. Однако, невозможно производить увеличение

чивается для NB-IoT, если оно существует с откатом из каналов LTE, то производительность страдает и пропускает уровни, которые обычно срабатывали в сети.

Каждый из трех режимов работы сети NB-IoT имеет свои преимущества и недостатки:

- Режим stand-alone обеспечивает полное покрытие внутри помещения и высокую скорость передачи данных;
- Режим in-band позволяет увеличивать емкость сети NB-IoT с ростом передаваемого трафика, но уменьшает количество доступных ресурсных блоков для сети LTE;
- Режим guard-band дает возможность одновременно экономить частотный ресурс и уменьшить взаимовлияние сетей NB-IoT и LTE, однако при этом режиме работы ухудшаются параметры внеполосных излучений сети LTE.

Выбор оптимального режима работы операторы сотовой связи должны производить исходя из возможностей сети и потребностей пользователей.

Технология NB-IoT была разработана специально для технологии интернета вещей, поэтому она учитывает специфические потребности устройств, такие как улучшенная чувствительность к модуляции сигнала для подключения сотен тысяч устройств. Для работы устройств с помощью технологии NB-IoT устройствам не требуется SIM-карта, а также устройствам достаточно приемопередатчика, устройства IoT могут работать достаточно долго от одной батареи.

Технология Narrow-Band IoT позволяет предложить недорогое, долговечное решение покрытия с высокой плотностью, с хорошим проникновением, в том числе труднодоступным внутренним покрытием для IoT устройств.

Список использованных источников

1. Milutin Davidović, Igor Tomić, Dejan Drajić, Zoran Čiča. On the Impact of NB-IoT on LTE MBB Downlink Performance // Telfor Journal, Vol. 11, No. 1, 2019.
2. Davidovic M., Tomic I., Drajić D. and Cica Z. On the Impact of NB-IoT on LTE MBB Downlink Performance // 2018 26th Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, 2018, pp. 1–4.
3. Chen X., Li Z., Chen Y., Wang X. Performance analysis and uplink scheduling for qos-aware nb-iot networks in mobile computing // IEEE Access. 2019. V. 7. pp. 44404–44415.

УДК 621.391

А. Ж. Лялина (студентка гр. РТ-91м, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СИСТЕМЫ HTS ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗРАБОТАННОЙ В СРЕДЕ MATLAB МОДЕЛИ КАНАЛА СВЯЗИ

Достижения в технологии спутниковой связи в последние годы привели к значительному увеличению пропускной способности, обеспечиваемой множеством новых систем «High Throughput Satellite». Системы HTS – это новое поколение космических станций, способных обеспечивать высокую пропускную способность по сравнению с обычными спутниковыми системами. Принципиальным отличием архитектуры систем HTS является использование нескольких точечных лучей для охвата желаемой зоны обслуживания. В настоящей статье рассматриваются особенности данной системы на основе разработанной модели спутникового канала связи.

моделирование, спутниковый канал связи, HTS, DVB-S2X, адаптивно-кодовая модуляция.

Особенности технологии HTS

Как и другие телекоммуникационные технологии, спутниковые системы подвержены технологическим жизненным циклам. Новые поколения оборудования приводят к изменениям в производительности, снижению стоимости эксплуатации систем и приводят к выходу из строя старых систем.

Системы HTS – это новое поколение космических станций, способных обеспечивать высокую пропускную способность по сравнению с обычными спутниковыми системами FSS, BSS и MSS. Одним принципиальным отличием в архитектуре систем HTS по сравнению со старыми системами заключается в использовании нескольких точечных лучей («spot beams») вместо широких для охвата желаемой зоны обслуживания (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11).

Эти точечные лучи дают двойную выгоду:

- Более высокий коэффициент усиления передачи/приема: Усиление антенны обратно пропорционально ширине ее луча, поэтому более узкий луч приводит к увеличению мощности (как передающей, так и приемной), и, следовательно, позволяет использовать пользовательские терминалы меньших размеров. Увеличение доступной мощности также позволяет использовать схемы модуляции и кодирования высшего порядка (MODCODs). Они, в свою очередь, позволяют достичь высокой спектральной эффективности, определяемой как скорость передачи бит на единицу используемой полосы частот. Чем выше спектральная эффективность, тем выше скорость передачи данных за единицу времени использования орбитального спектра.

Это очень важная особенность из-за перегруженности орбитальных слотов и ограниченности доступного спектра.

- Повторное использование частот: системы HTS используют высокую направленность антенн космической станции на зоны, занимаемые точечными лучами, что позволяет нескольким лучам повторно использовать одни и те же частоты. Коэффициент повторного использования частот с использованием узких разделенных лучей теоретически равен количеству этих лучей при условии их разнесения на некоторое расстояние. Однако непрерывное покрытие заданной области требует перекрытия лучей, под которым подразумевается использование разных частот и поляризаций в смежных лучах во избежание интерференции.

Реализация модели в среде MATLAB

В среде Matlab была разработана модель, представленная на рис. 1. Она позволяет:

- Оценивать качество передачи в зависимости от основных требований к бюджету канала в любом частотном диапазоне.
- Оценивать ослабление сигнала под воздействием осадков заданной интенсивности и его влияние на передачу.
- Оценивать влияние различных модуляций и скоростей кодирования на полосу пропускания, скорость передачи и т. п.
- Получать наглядное представление о качестве передачи (сигнальное созвездие, график спектральной плотности мощности передаваемого и принимаемого сигнала).

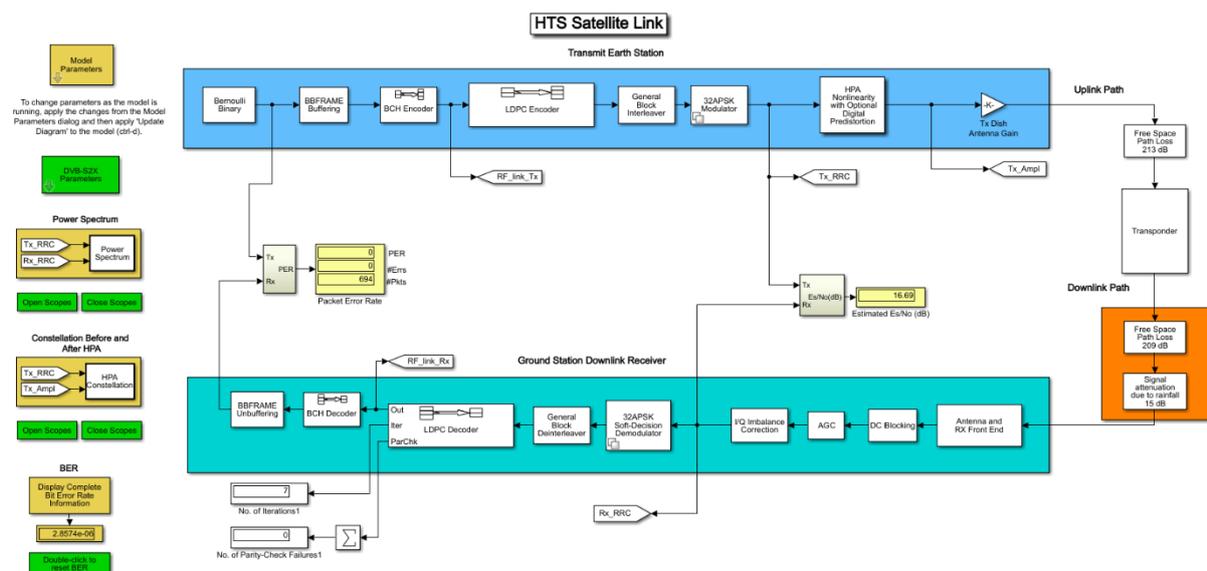


Рис. 1. Реализация разрабатываемой модели

Исследование зависимостей при использовании разработанной модели

В режиме АСМ удаленный терминал постоянно оценивает качество сигнала для определения оптимального модкода. Если центральная земная станция (ЦЗС) использует неоптимальный модкод или условия распространения сигнала в данной местности изменились (например, дождь закончился), терминал «сообщает» ей об этом, и она переходит на другой модкод. Такой алгоритм позволяет при солнечном небе использовать более эффективную модуляцию и более высокий коэффициент кодирования, чем при дожде, а значит, обеспечить более высокую информационную скорость.

На основе разработанной модели были проведены исследования следующих зависимостей:

- Зависимость BER от SNR для различных порядков модуляции.
- Оценка скорости передачи различных модуляций при заданной полосе для диапазонов Ka и Ku.
- Оценка влияния осадков на передачу для диапазонов Ka и Ku.
- Исследование зависимости спектральной эффективности от E_b/N_0 .

Исследование зависимости BER от SNR для различных порядков модуляции

Изменяя значение осадков от 0 до 50 мм/ч с шагом 5мм/ч при времени симуляции $T = 10^{-3}$ с и фиксированной скорости передачи 10^9 бит/сек при параметрах системы, установленных для диапазона Ka, были получены результаты, представленные на рис. 2а (см. ниже).

По полученным результатам можно сделать вывод, что с увеличением порядка модуляции наблюдается ухудшение BER, что справедливо, так как более высокие порядки модуляции являются менее помехоустойчивыми. Однако при использовании кодирования в виде стандарта DVB-S2X можно добиться существенного улучшения BER при меньшем значении SNR, что является весомым преимуществом.

Оценка скорости передачи различных модуляций при заданной полосе для диапазонов Ka и Ku

При фиксированной полосе 220 и 72 МГц (для диапазонов Ka и Ku соответственно) и символьной скорости несущей 209.000 и 68.400 МБод (для диапазонов Ka и Ku соответственно) была оценена скорость передачи для различных модуляций при скорости кодирования 9/10.

Следующий вывод, который можно сделать – при увеличении порядка модуляции, в свою очередь, можно получить увеличение скорости передачи при той же полосе пропускания, что активно используется в современных.

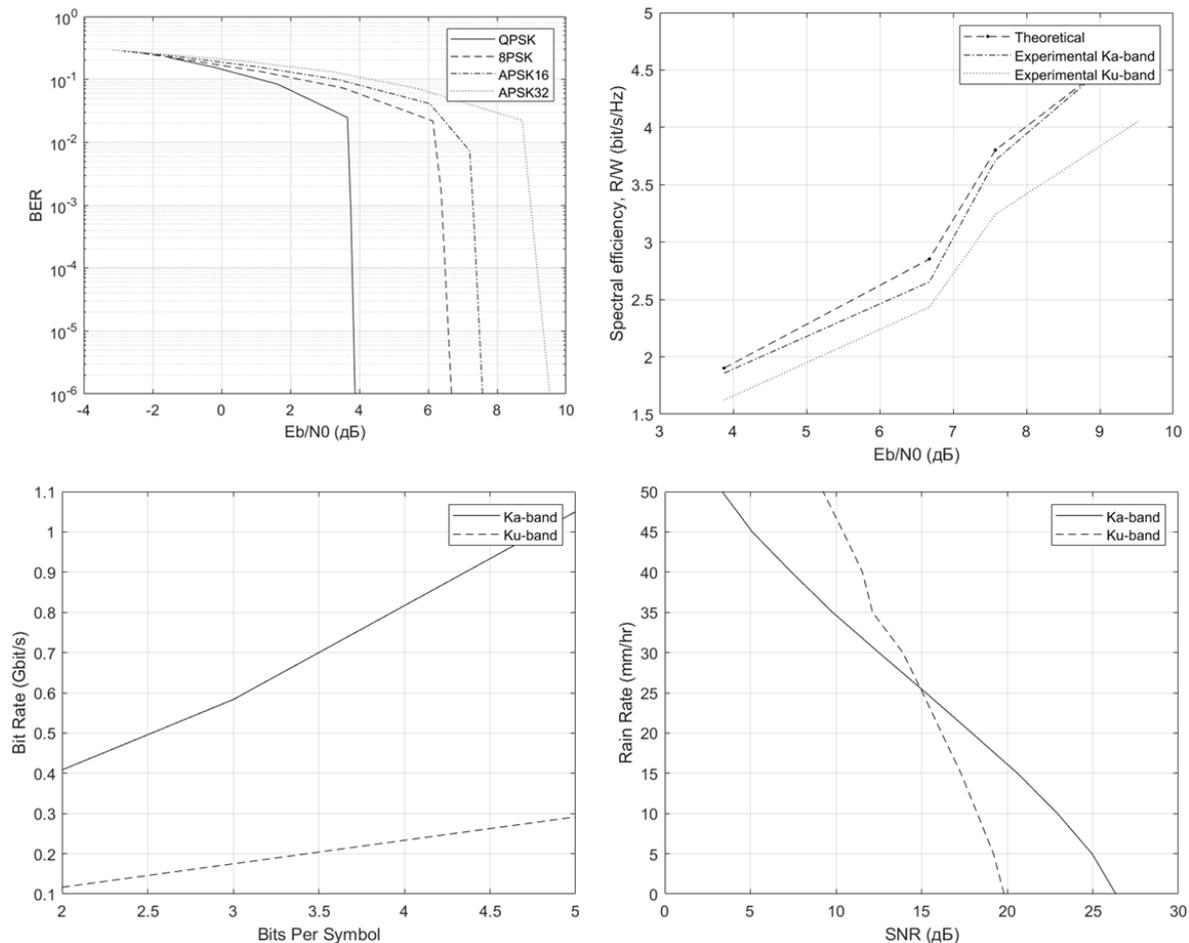


Рис. 2. Исследование зависимостей при использовании разработанной модели:
 а) Исследование зависимости BER от E_0/N_0 для различных порядков модуляции;
 б) Исследование зависимости спектральной эффективности от E_0/N_0 ; в) Оценка скорости передачи различных модуляций при заданной полосе для диапазонов Ка и Ку;
 г) Оценка влияния осадков на передачу для диапазонов Ка и Ку

Кроме того, заметно, что Ка-диапазон позволяет многократно увеличить скорость передачи для высоких порядков модуляции.

Оценка влияния осадков на передачу для диапазонов Ка и Ку

На примере модуляции APSK32 9/10 при изменении значения осадков от 0 до 50 мм/ч с шагом 5мм/ч при времени симуляции $T = 10^{-3}$ с и фиксированной скорости передачи 10^9 бит/сек при параметрах системы, сначала установленных для диапазона Ка, а затем для Ку, были получены результаты, представленные на рис. 2г.

Из полученного следует, что при ясной погоде и количестве осадков до 20 мм/ч целесообразнее использовать модуляцию APSK32. Далее по мере роста величины дождя для обеспечения наилучшей передачи эффективнее будет применять более помехоустойчивые схемы модуляции в ущерб скорости передачи.

Исследование зависимости спектральной эффективности от E_b/N_0

Результаты исследования представлены на рис. 2б.

Заметно, что при увеличении E_b/N_0 растет спектральная эффективность. За счет более узких лучей Ka-диапазона мощность спутника сконцентрирована в меньшей зоне, а значит, используется более эффективно. Кроме того, более узкие лучи обеспечивают снижение температуры шума, вследствие чего также обеспечивается более высокая спектральная эффективность.

Список использованных источников

1. Склад Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : пер. с англ. – М. : Вильямс, 2004. – 1104 с.
2. Сифоров В. И. Радиоприемные устройства, 5 изд. М., 1954; Тартаковский Г. П., Динамика систем автоматической регулировки усиления. М. – Л., 1957.
3. Солтанов А. Г. Схемы декодирования и оценка эффективности LDPC-кодов. Применение, преимущества и перспективы развития // Безопасность информационных технологий. 2010. Т. 17, № 2. С. 61–67.
4. Minoli D. Innovations in satellite communications and satellite technology: the industry implications of DVB-S2X, high throughput satellites, Ultra HD, M2M, and IP. – John Wiley & Sons, 2015.
5. Azarbad B., Sali A. B. DVB-S2 Model in Matlab: Issues and Impairments // MATLAB-A Fundamental Tool for Scientific Computing and Engineering Applications-Volume 2. – IntechOpen, 2012.
6. Kaneko K. et al. Construction of a flexibility analysis model for flexible high-throughput satellite communication systems with a digital channelizer // IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2017. V. 67. No 3. – PP. 2097–2107.
7. Kharchenko V. et al. Computer modeling of radio frequency satellite transponder for transmission of ADS-B messages satellite communication channel // Proceedings of the National Aviation University. – 2014. – No 4. – PP. 14–20.
8. Surekha T. P., Ananthapadmanabha T., Puttamadappa C. C-band VSAT data communication system and RF impairments // arXiv preprint arXiv:1206.1722. – 2012.
9. Lei J., Vázquez-Castro M. Á. Multibeam satellite frequency/time duality study and capacity optimization // Journal of Communications and Networks. – 2011. – V. 13. – No 5. – PP. 472–480.
10. Perez-Neira A. I. et al. Signal processing for high throughput satellite systems: Challenges in new interference-limited scenarios // arXiv preprint arXiv:1802.03958. – 2018.
11. Gomes M. et al. Magnitude Modulation for Peak Power Control of RRC Pulse-Shaped Signals.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры РОС СПбГУТ, кандидатом технических наук Ликонцевым А. Н.

УДК 621.396.669.8

Ю. Д. Орлянская (студентка гр. РК-81М, СПбГУТ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ РАДИОПОГЛОЩАЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВНЕШНИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

В данной статье рассмотрен один из вариантов моделирования радиопоглощающей структуры композита для защиты от внешних излучений. Также проведен анализ различных покрытий в зависимости от толщины на разных частотных диапазонах, в результате которого выведен наиболее оптимальный коэффициент отражения на всем диапазоне частот.

защитный материал, радиопоглощение, коэффициент отражения.

На сегодняшний день одним из наиболее эффективным способом защиты конфиденциальной информации в каналах связи и пользователя вычислительной техники от побочных электромагнитных излучений является использование радиопоглощающих покрытий. Применение данных материалов позволит уменьшить уровень радиоизлучений от элементов технических средств передачи информации, которые в свою очередь являются опасными каналами утечки информации [1, 2, 3, 4, 5].

Также, экранирование специальных помещений позволит исключить переотражения электромагнитных волн от стен и снизить общий уровень побочных электромагнитных волн от приборов.

Исследования, представленные в данной статье, на основе определенного технического задания, позволили получить электромагнитные и конструктивные параметры поглощающего материала, обеспечивающие требуемую величину коэффициента отражения. При помощи программного пакета Mathcad по разработанному алгоритму был рассчитан оптимальный коэффициент отражения методом геометрической оптики.

Делая анализ радиопоглощающих покрытий в диапазоне СВЧ радиоволн, необходимо учитывать комплексные значения и мнимые составляющие многих параметров. Так, относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости сред (слоев композиционного материала), являются комплексными и имеют по две составляющие (вещественную и мнимую):

$$\varepsilon_{\text{отн}} = \varepsilon_1 - i\varepsilon_2, \mu_{\text{отн}} = \mu_1 - i\mu_2.$$

Для обеспечения необходимых требований физическую модель защитного материала целесообразно выбрать в качестве однослойной структуры.

При ограниченном количестве слоев массогабаритные характеристики становятся меньше и как следствие такие материалы могут применяться в конструкциях с узкими зазорами между элементами. В однослойной структуре рекомендуется использовать магнитный материал покрытия.

Таким образом, суммарный коэффициент отражения однослойной радиопоглощающей структуры принимает вид:

$$R = R_0 + X_0^2 e^{|i2kd|},$$

где X_0 – коэффициент прохождения электромагнитной волны через границу воздух – радиопоглощающее покрытие, безразмерная комплексная величина, R_0 – коэффициент отражения электромагнитной волны от границы воздух – радиопоглощающее покрытие, безразмерная комплексная величина.

Частотный диапазон для моделирования был выбран от 3 до 37 ГГц.

Результаты расчета коэффициента отражения по заданным электромагнитным параметрам представлены на рис. 1–4 (см. ниже).

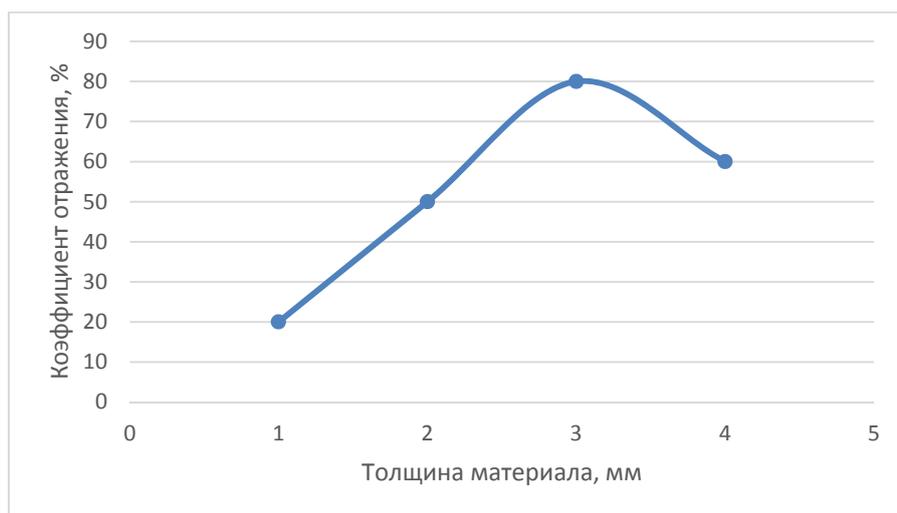


Рис. 1. Зависимость коэффициента отражения от толщины радиопоглощающего материала при длине волны 0,8 см

В результате анализа данных графиков можно сделать вывод, что наилучшие поглощающие параметры на всем диапазоне частот обеспечиваются при толщине защитного материала равной 4 мм.

Требования по эффективности поглощения, ширине диапазона частот и массогабаритным характеристикам влияют на выбор физической модели экранируемого материала. Поэтому в некоторых системах передачи информации применяют многослойные структуры радиопоглощающего композита. В таком случае, при моделировании необходимо прибегать к составлению матриц значений $\epsilon_1, \epsilon_2, \mu_1, \mu_2$.

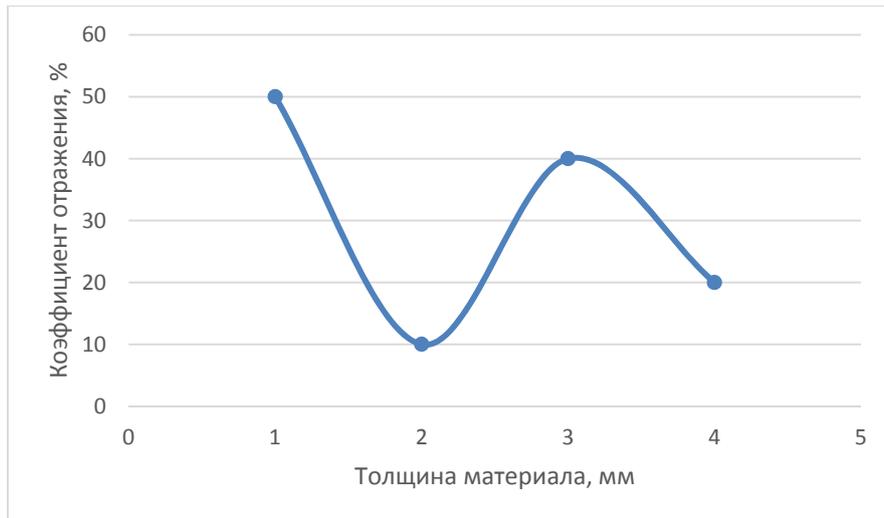


Рис. 2. Зависимость коэффициента отражения от толщины радиопоглощающего материала при длине волны 2 см

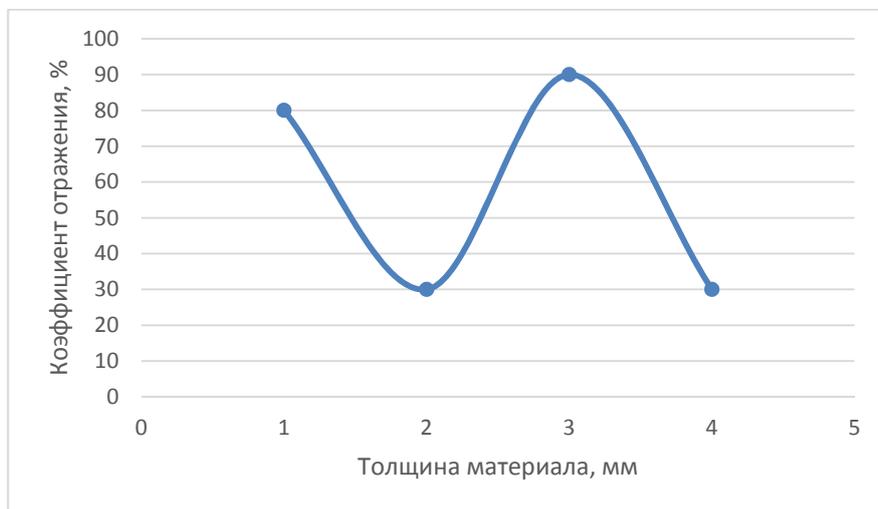


Рис. 3. Зависимость коэффициента отражения от толщины радиопоглощающего материала при длине волны 3,3 см

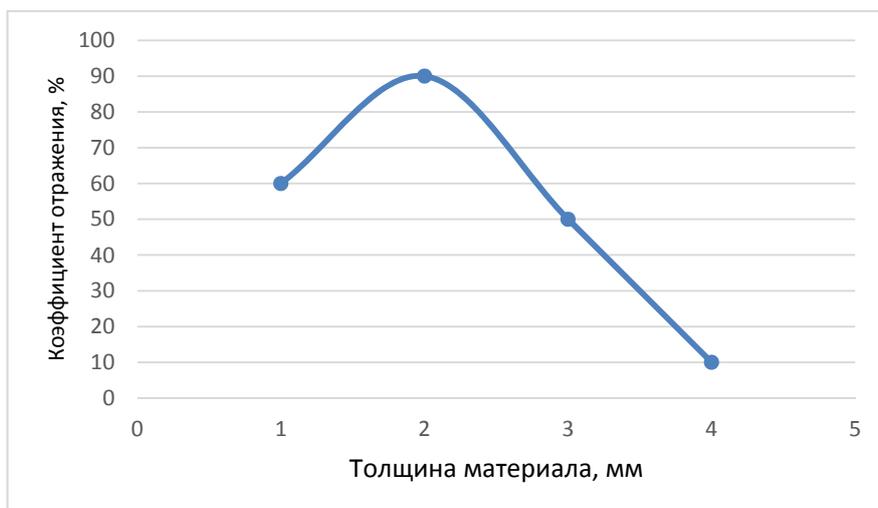


Рис. 4. Зависимость коэффициента отражения от толщины радиопоглощающего материала при длине волны 10 см

Список использованных источников

1. Адылова З. Т., Ахмаджонов А., Заргаров Ш. А. Каналы утечки информации от электромагнитного излучения и меры ее защиты. М., 2006.
2. Хорев А. А. Способы и средства защиты информации. М. : МО РФ, 1998. 316 с.
3. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах / АН СССР. Акуст. ин-т. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Наука, 1973. – 343 с..
4. Вольман В. И., Пименов Ю. В. Техническая электродинамика : учебник для электротехн. ин-тов связи / Под ред. Г. З. Айзенберга. – Москва : Связь, 1971. – 487 с.
5. Зайцев А. П., Шелупанов А. А., Мещеряков Р. В. и др. Технические средства и методы защиты информации : учебник для вузов / Под ред. А. П. Зайцева и А. А. Шелупанова. – М. : ООО «Издательство Машиностроение», 2009. – 508 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры КПРЭС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Ковалевой Т. Ю.

УДК 534.843.12

К. Ю. Прохоров (студент гр. РА-61, СПбГУТ)

**РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ
И СИСТЕМЫ ОЗВУЧЕНИЯ ЗРИТЕЛЬСКОГО ЗАЛА
ТЕАТРАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО КОМПЛЕКСА
«НОВАЯ СЦЕНА АЛЕКСАНДРИНСКОГО ТЕАТРА»**

В данной статье приведен анализ акустических характеристик помещения, полученных путем проведения теоретического расчета, а также компьютерного моделирования помещения. Для акустического расчета и компьютерного моделирования помещения были рассмотрены следующие параметры: геометрические размеры помещения (в том числе все выступающие поверхности), количество слушателей/исполнителей, время стандартной реверберации, средний коэффициент звукопоглощения. На основании полученных характеристик и модели помещения, составлены рекомендации по внесению изменений в акустическую обработку и произведен выбор громкоговорителей для создания модели системы озвучения и звукоусиления зрительского зала. Оценивание системы озвучения и звукоусиления происходило по следующим критериям: назначение системы озвучения, назначение помещения, уровень звукового поля, разборчивость речи при учете полученной системы озвучения и звукоусиления.

время реверберации, система озвучения и звукоусиления, акустический расчет, многоцелевой зал.

При проектировании театральных и концертных залов одним из основных критериев качества является восприятие звука. Чтобы дать оценку этому критерию, необходимо было изучить реверберационный процесс

в исследуемом помещении и последующее построение модели системы озвучения и звукоусиления [1, 2, 3, 4, 5].

Определение оптимального времени реверберации позволяет дать быструю оценку времени реверберации в помещении, при котором восприятие звучаний речи, музыки и их одновременного воспроизведения будет наилучшим. Зная объем и назначение помещения, можно определить значение оптимального времени реверберации по экспериментальным графикам, или же по формулам, полученных эмпирическим путем. Так как при определении оптимального времени реверберации не учитываются примененные к помещению архитектурные и конструктивные решения, полученное значение будет иметь рекомендательный характер.

Для исследуемого помещения (объемом 5709 м³), оптимальное время реверберации составляет 1,24 с.

Расчет времени реверберации в исследуемом помещении проводился для трех вариантов конфигурации зала – пустой зал, зал с минимальным и максимальным количеством слушателей (144 и 300 слушателей соответственно). Для всех трех вариантов были рассчитаны коэффициенты звукопоглощения и соответствующее время реверберации для каждой частоты. В таблицах 1, 2 и 3 представлены результаты расчета, а на рис. 1 их графическое представление.

ТАБЛИЦА 1. Пустой зал

F, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
A/S	0,332	0,328	0,314	0,288	0,205	0,149
T, с	1,05	1,07	1,12	1,23	1,68	1,81

ТАБЛИЦА 2. Зал с 144 слушателями

F, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
A/S	0,339	0,341	0,334	0,314	0,233	0,178
T, с	1,03	1,02	1,04	1,15	1,47	1,56

ТАБЛИЦА 3. Зал с 300 слушателями

F, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
A/S	0,351	0,357	0,356	0,341	0,262	0,205
T, с	0,985	0,964	0,962	1,00	1,3	1,41

Путем анализа полученных значений, можно сказать что увеличение количества слушателей приводит к росту коэффициента звукопоглощения, что в свою очередь приводит к уменьшению времени реверберации, в особенности на частотах 1,2 и 4 кГц. Путем сравнения полученных значений с оптимальным, наблюдается несоответствие.

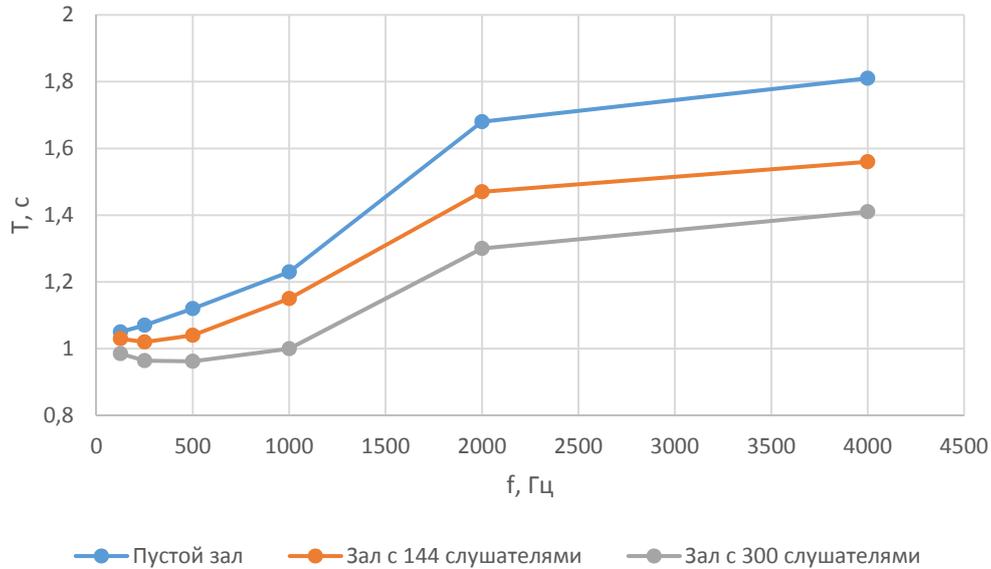


Рис. 1. График зависимости времени реверберации от частоты и от наполненности зала

Для достижения оптимального значения времени реверберации были составлены следующие рекомендации по внесению изменений:

- поверхность стены, находящейся за спинами слушателей, а также треть поверхностей примыкающей к ней, разместить материалы (абсорбенты), обладающие большим коэффициентом звукопоглощения на частотах выше 500 Гц, и меньшим коэффициентом звукопоглощения на частотах меньше 1 кГц;
- провести замену имеющихся сидений (или их оснастки) для слушателей, на сидения, изготовленные из материала, обладающего большим коэффициентом звукопоглощения на частотах выше 500 Гц, и меньшим коэффициентом звукопоглощения на частотах меньше 1 кГц.

Так как исследуемое помещение является многоцелевым залом, то наличие системы озвучения и звукоусиления является необходимым. К будущей системе озвучения были предъявлены следующие требования:

- уровень звукового давления ~ 100 дБ [1, 3];
- максимальная разница уровней звукового давления на озвучиваемой поверхности не превышает 6 дБ [1, 3].

На рис. 2 представлена модель исследуемого помещения, выполненная в ПО Ulysses.

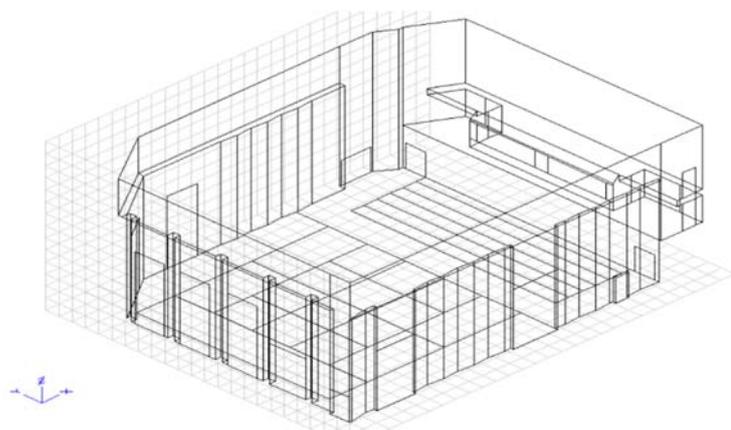


Рис. 2. Модель исследуемого помещения

Из предоставляемых баз громкоговорителей ПО Ulysses, для системы озвучения были выбраны

те громкоговорители, которые обладают такими же характеристиками (частотный диапазон, габариты, вес, максимальная подводимая мощность, ширина угла раскрытия, диаметр встроенных головок громкоговорителя), что и громкоговорители, которыми оснащен зал. Громкоговорители в модели были расположены в соответствии с расположением громкоговорителей в реальном помещении.

Оценивание полученной системы озвучения производилось по следующим параметрам:

- уровень звукового давления в зоне прослушивания;
- STI (индекс передачи речи);
- $\%A_{I_{cons}}$ (процент артикуляционных потерь согласных).

В таблицах 4 и 5 приведены результаты расчета, полученных путем усреднения значений в зонах прослушивания. Для усреднения было взято от 10 до 25 произвольных точек в каждой зоне прослушивания.

ТАБЛИЦА 4. Зал с 144 слушателя

$N_{пр}$, дБ	$N_{п}$, дБ	$\%A_{I_{cons}}$, %	STI	$\Delta N_{пр}$, дБ
95,45	100,97	5,196	0,65	7,43

ТАБЛИЦА 5. Зал с 300 слушателями

Зона	$N_{пр}$, дБ	$N_{п}$, дБ	$\%A_{I_{cons}}$, %	STI	$\Delta N_{пр}$, дБ
Центральная	94,88	98,69	5,77	0,63	6,52
Верх. боковая	94,66	98,53	5,994	0,62	1,91
Ниж. боковая	94,54	98,49	6,108	0,61	1,65

В обоих случаях, неравномерность уровней звукового давления прямого звука превышает допустимую норму. Усредненные значения процента артикуляционных потерь согласных ($\%A_{I_{cons}}$) и индекса передачи речи (STI) на всей озвучиваемой зоне соответствует оценке «хорошо», но на некоторых участках значения этих параметров соответствуют оценке «посредственно».

Для обеспечения оценки «хорошо» и выше для параметров $\%A_{I_{cons}}$ и STI на все озвучиваемой поверхности следует применить следующие изменения:

- уменьшить время реверберации;
- уменьшить расстояние между громкоговорителем и зоной прослушивания;
- провести перерасчет подводимой мощности для каждого громкоговорителя;
- увеличить расстояние между соседними громкоговорителями, во избежание их возможного влияния друг на друга.

Для уменьшения времени реверберации в помещении, была произведена замена жестких кресел, на кресла, обтянутые тканью. Также, поверх

стены, за спинами слушателей, была размещена ткань, покрывающая 7/8 площади, занимаемой стеной.

Изменена подводимой мощность для каждого громкоговорителя. Расположение всех громкоговорителей осталось неизменным.

В таблицах 6 и 7 приведены усредненные результаты расчета.

ТАБЛИЦА 6. Зал с 144 слушателя

$N_{пр}$, дБ	$N_{п}$, дБ	$\%Al_{cons}$, %	STI	$\Delta N_{пр}$, дБ
96,99	99,81	3,79	0,7	5,12

ТАБЛИЦА 7. Зал с 300 слушателями

Зона	$N_{пр}$, дБ	$N_{п}$, дБ	$\%Al_{cons}$, %	STI	$\Delta N_{пр}$, дБ
Центральная	96,86	99,76	3,78	0,7	2,14
Верх. боковая	96,65	99,67	3,95	0,7	1,54
Ниж. боковая	96,80	99,61	3,97	0,69	1,46

Благодаря внесенным изменениям, для параметров $\%Al_{cons}$ и STI обеспечена оценка «хорошо» на всей озвучиваемой поверхности. Неравномерность уровней звукового давления прямого звука приняла допустимое значение. Практически обеспечен требуемый уровень звукового давления, создаваемый всеми громкоговорителями.

Достигнуть оценки «отлично» для параметров $\%Al_{cons}$ и STI не представляется возможным в связи со следующими факторами:

- нет возможности провести замену абсорбентов, занимающих большую площадь (пол, потолок, стены);
- назначение помещения требует обеспечения хорошего восприятия звука для различных мероприятий (улучшение одного параметра, может привести к ухудшению другого).

В результате данной работы был произведен анализ реверберационного процесса в исследуемом помещении, его последующее сравнение с оптимальным значением, составлены рекомендации по внесению изменений, направленные на улучшение акустической обстановки. Смоделирована система озвучения и звукоусиления. Даны и применены рекомендации, позволяющие обеспечить требуемые параметры звукового поля и разборчивости речи, для данного типа помещения.

Список использованных источников

1. Сапожков М. А. Звукофикация помещений: Проектирование и расчёт. – М. : Связь, 1979. – 144 с.
2. Ковалгин Ю. А., Вологдин Э. И. Аудиотехника. – М. : Горячая линия – Телеком, 2013. – 742 с.

3. СанПиН 42-128-4396-87. Санитарные нормы допустимой громкости звучания звукопроизводящих и звукоусилительных устройств в закрытых помещениях и на открытых площадках.

4. ГОСТ 16600-72. Передача речи по трактам радиотелефонной связи. Требования к разборчивости речи и методы артикуляционных измерений.

5. Ковалгин Ю. А., Свинына О. А., Фадеев А. А. Расчет аппаратно-студийного комплекса телерадиовещания и аудиотехники: Часть 2. Расчет систем озвучения и звукоусиления: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – СПб. : Издательство СПб ГУТ, 2016. – 78 с.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ТВиМ СПбГУТ Свиныной О. А.*

УДК 621.397.132

К. А. Романович (студентка гр. РЦТ-63, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ЗДАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Технология дополненной реальности становится популярнее и применяется в различных сферах жизни: от игр до медицины. Одно из перспективных направлений – навигация, как на улице, так и внутри здания. Основная проблема разработки такого приложения – точное определение местоположения, привязка к маркеру. В статье рассмотрены способы реализации приложения навигации внутри здания с применением дополненной реальности и их анализ. Предложен способ реализации.

дополненная реальность, свёрточная нейронная сеть, tesseract.

Термин дополненная реальность появился в 1992 году и с тех пор все чаще встречается в нашей жизни. Применение данной технологии нашлось как в развлекательной индустрии (игры, маски), так и в серьезных сферах жизни (медицина, строительство зданий, сборка автомобилей). Еще одна сфера применения – навигация внутри зданий и на улице. Часто здания включают в себя больше одного корпуса, соединенные между собой переходами, из-за чего может сбиваться нумерация аудиторий и их логическое расположение.

Проведя опрос небольшой группы студентов, выяснилось, что 100 % опрошенных испытывали трудность в поиске аудитории, а большая часть из них пользовались бы приложением для быстрого поиска аудитории. Студенты, отрицательно ответившие на вопрос про использование приложения отрицательно, аргументировали тем, что проще использовать указатели или

тем, что уже на старших курсах. Из опроса можно сделать вывод о востребованности приложения именно у студентов. Чем выше курс обучения, тем ниже спрос на приложение.

Для реализации дополненной реальности разработчики выделяют три платформы:

- 1) ARKit от Apple;
- 2) ARCore от Google;
- 3) Vuforia.

Все три платформы базируются на среде разработки Unity, но Vuforia уже встроена в данную среду разработки. Платформы направлены на решение одних и тех же задач и в конце мы получим практически один и тот же результат, но будет разный подход к решению проблем. Например, ARKit позволяет работать со звуком, чего нет в других платформах. ARCore предоставляет RGB- карту глубины, а ARKit карту глубины одного кадра. Одним из решающим фактором выбора платформы для разработки дополненной реальности было то, что при разработке на ARKit возможна установка только на операционную систему iOS, ARCore – для Android, iOS, Vuforia же подходит практически под любую операционную систему и не требует большой мощности телефона, только дополнительного места памяти из-за использования двух библиотек [1].

В добавок к этому, в одной из последних версий Vuforia есть возможность добавлять функции с других платформ – ARCore и ARKit, что позволяет сделать разработку качественнее. Таким образом, платформа Vuforia наиболее часто используется при разработке.

Следующим этапом стал выбор способа распознавания номера аудитории, это будет начальной точкой в прокладываемом маршруте. При изучении теории было выделено три способа распознавания:

- Маркерная система – самый простой способ реализации, необходимо для каждой аудитории создать свой уникальный маркер.

Минусы такого способа – портится внешний вид здания внутри и со временем самого маркера.

- Оптическое распознавание символов с помощью Tesseract – библиотека разработана в 1985–1995 годах, в 2004 году получила открытый исходный код и в 2006 году компания Google развивает и улучшает библиотеку. OCR Tesseract создавалась для перевода печатного текста в электронный формат с функцией редактирования.

Само распознавание текста будет происходить в два этапа. Сперва распознаются слова по очереди и передаются успешные попытки классификатору в качестве обучающей выборки. На втором этапе классификатор будет пытаться распознать слова, которые не получилось определить на первом этапе. В конце алгоритм возвращается к неопределенным промежуткам и проверяет не являются ли строчные буквы малыми заглавными.

Из минусов системы можно выделить, что обучена она на книжный текст, а обучение на нужный шрифт достаточно сложное из-за плохо составленной документации [2].

- Сверточная нейронная сеть – такое название сеть получила благодаря операции свертки: каждый фрагмент изображения умножается на матрицу свертки поэлементно, результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения.

Состоит сверточная нейросеть из сверточного слоя, субдискретизирующего и стандартных слоев нейронной сети (рис. 1) [3].

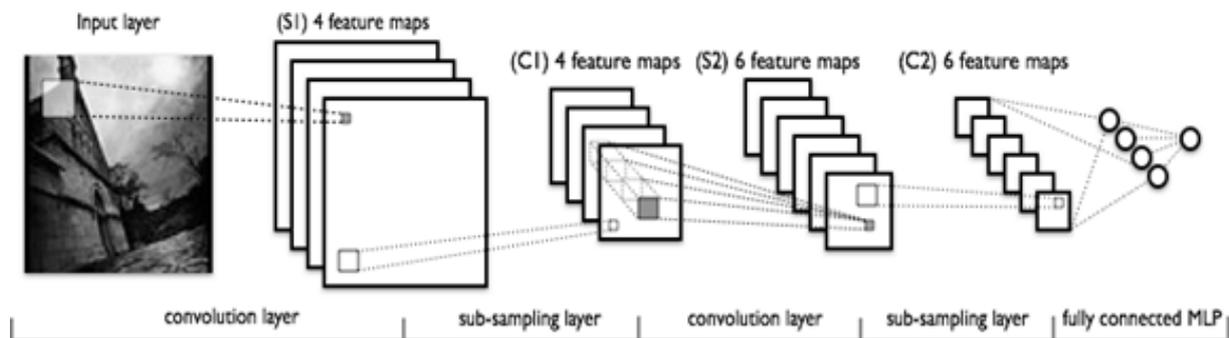


Рис. 1. Структура сверточной нейронной сети

Сверточный и субдискретизирующий слои будут чередоваться и таким образом формировать входной вектор признаков для многослойного персептрона.

Благодаря принципу свертки ядро будет проходить вдоль изображения и выделять ключевые моменты, передавая обычной нейронной сети для вывода результата. Если сеть была обучена на большое количество лиц, например, то каждое ядро отвечает за свой признак – глаз, рот, нос и другие [4].

Минусы данной системы – для обучения требуется собрать не менее 1000 символов. Еще для достаточного обучения нейронная сеть должна содержать большое количество слоев и обучаться достаточное количество циклов, а для этого требуется большая мощность компьютера.

На теоретическом этапе сложно определить какая система справится лучше, поэтому была разработана и сверточная нейронная сеть, и Tesseract. Обе системы писались на языке программирования Python.

Обучение нейронной сети происходило на библиотеке рукописных цифр MNIST, так как для создания своей библиотеки не было возможности попасть в здание вуза. Из-за небольшой мощности ноутбука было проведено примерно 3000 обучающих циклов, 1000 циклов заняло 20 часов, при достаточной мощности обучение на 6000 циклов занимает 30 минут.

Для создания Tesseract необходимо было скачать непосредственно сам Tesseract. В коде задать символы, которые надо распознавать, в данном случае цифры от 0 до 9.

В обоих случаях осуществлялась обработка изображения, которая включала в себя перевод в серо-белые тона, избавление от шумов и для нейронной сети применялось разделение изображения на отдельные цифры.

Для анализа и сравнения двух систем использовалось 63 символа, подаваемые системам в одном порядке. Результаты распознавания каждой системой приведены в таблице и на рис. 2.

ТАБЛИЦА. Количество верных и ложных срабатываний, пропусков

	Верное срабатывание	Ложное срабатывание	Пропуск	Всего символов обработано:
Нейронная сеть	45	18	0	
Tesseract	53	2	8	63

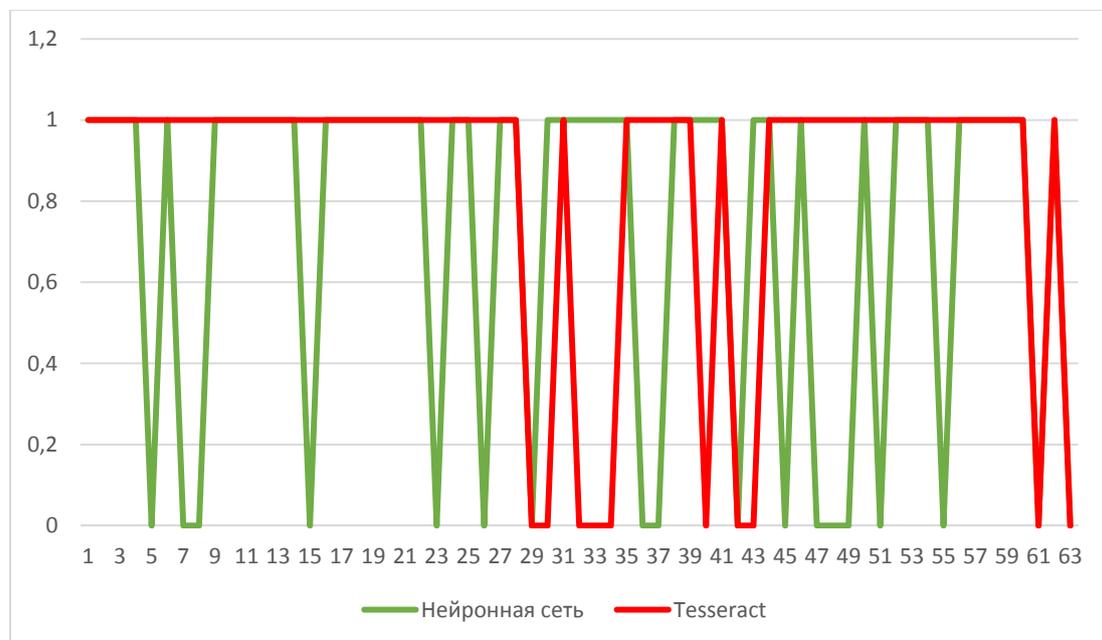


Рис. 2. График значения распознавания для каждого символа, где 1 – верно распознано, 0 – не верно распознано/пропуск

Из таблицы и графика видно, что в данных условиях и при данном уровне разработки лучше справляется со своей задачей Tesseract именно эту систему и встроим в среду разработки Unity (рис. 3).

В заключении можно сказать, что разработка приложения включает в себя несколько этапов реализации и требует большого количества профильных специалистов. В данной работе были предложены и реализованы самые оптимальные варианты для работы приложения.

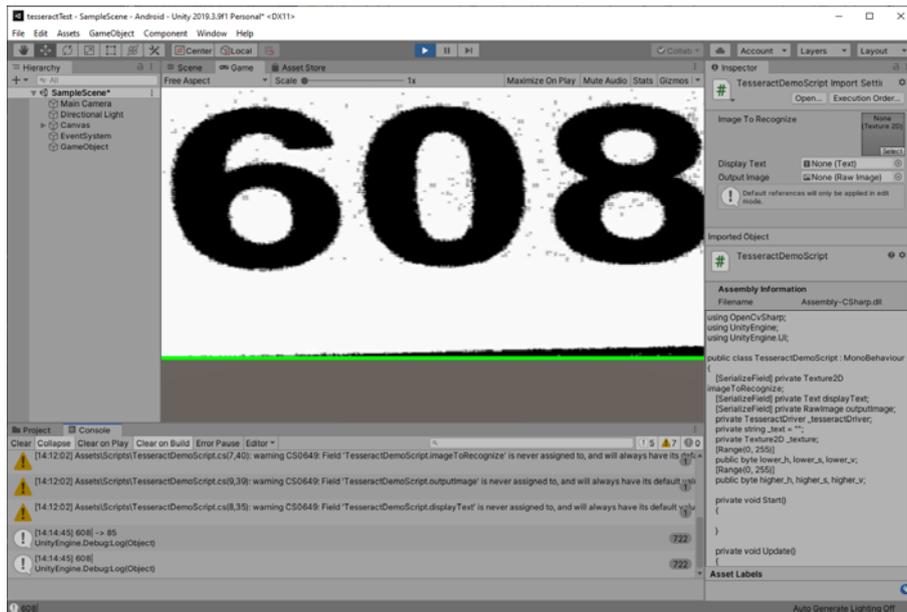


Рис. 3. Tesseract встроенный в среду разработки Unity

Далее стоит улучшить именно нейронную сеть, так как Tesseract разработан на максимально возможный уровень, а нейросеть можно обучить на свою обучающую выборку, увеличить число слоев и количество обучающих циклов. Все это позволит улучшить распознавание номера аудитории, увеличить точность распознавания.

Список использованных источников

1. . Ауезханов М. С. Изучение современных средств разработки приложений дополненной реальности // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сборник научных трудов VI Международной конференции, 14–19 октября 2019 г., Томск. – Томск, 2019. – 2019. – С. 127–130.
2. Кондратьева А. А. Почему мы пока не можем компьютерно распознать рукописный архив РГ Назирова? // Назировский архив. 2017. №. 2 (16).
3. Голиков И. Сверточная нейронная сеть, часть 1: структура, топология, функции активации и обучающее множество. – 2018. URL: <https://habr.com/en/post/348000/> (дата обращения 31.01. 2018).
4. Романов А. А. Сверточные нейронные сети // Научные исследования: ключевые проблемы III тысячелетия. 21-я Международная научно-практич. конф. : сб. тр. конф. – 2018. – С. 5.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ТВиМ СПбГУТ Татаренковым Д. А.*

УДК: 654.66.066

А. Д. Федоров (студент гр. ЭП-91м, СПбГУТ)

РЕАЛИЗАЦИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В работе рассмотрены технологии утилизации и переработки электронных отходов на основе гидрометаллургических методов. Определены наиболее значимые направления развития и совершенствования указанных методов и технологий переработки электронных отходов. Рассмотрена возможность повышения экологической безопасности гидрометаллургических методов переработки благодаря применению метода реагентной ультрафильтрации, позволяющему извлекать из разбавленных растворов ионы цветных и драгоценных металлов в виде малорастворимых соединений в коллоидной форме или в форме комплексных ионов. Проведены исследования по выделению и осаждению из разбавленных растворов РЗМ на примере лантана и серебра.

гидрометаллургические методы переработки электронных отходов, ионы цветных и драгоценных металлов, метод реагентной ультрафильтрации.

Гидрометаллургические методы используются главным образом для окончательной очистки выделенных металлов после пирометаллургических процессов, но они также могут применяться и в качестве альтернативы им.

Сущность метода заключается в выщелачивании металлов с помощью растворов кислот и щелочей, за которым следует электрорафинирование выделяемых металлов. Варьируя состав высокоэффективных травильных растворов можно реализовать метод избирательного растворения. В растворах используются различные комплексообразователи, такие как, например, цианиды, тиомочевину, тиосульфаты и другие. Из щелочей наиболее распространен гидроксид натрия, а из кислот - азотная, серная и соляная. Сами растворенные металлы представляют собой диссоциированные в водной среде ионы. Их можно восстанавливать до металлического состояния путем электролиза [1, 2].

При производстве электронных приборов применяются драгоценные и редкоземельные металлы (РЗМ). Запасы редкоземельных и драгоценных металлов с каждым годом становятся все более и более ограничены, поэтому использование отходов электронного и электрического оборудования в качестве источника РЗМ может стать актуальным и выгодным, особенно, что производство электронного и электрического оборудования значительно растет.

Согласно прогнозу Копенгагенского института ресурсов (рис. 1) потребность в редкоземельных металлах при производстве электронного оборудования к 2030 году многократно возрастет (по сравнению с потребностью на 2006 год).

Качественная переработка списанного оборудования помогает снизить потребности в РЗМ, а также облегчить воздействие опасных компонентов на человека и окружающую среду.

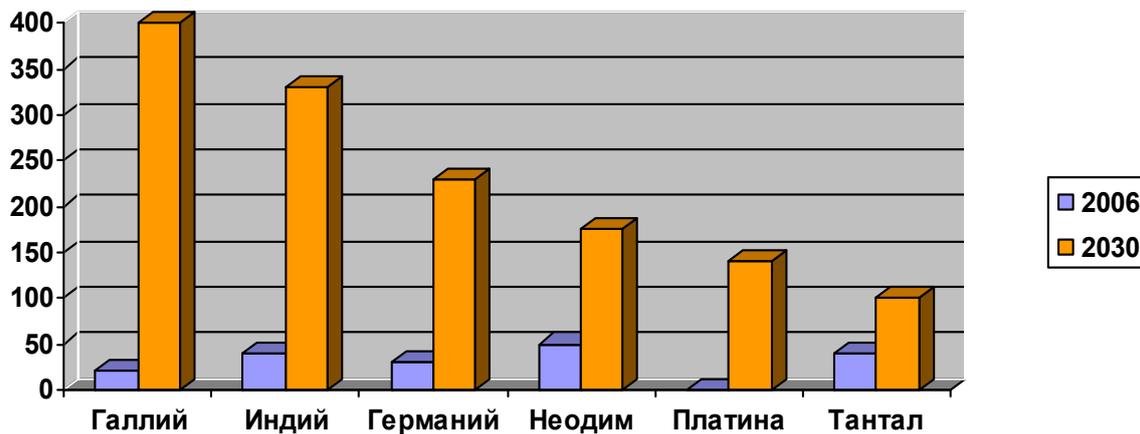


Рис. 1. Индикатор потребности в редких металлах для производства электронного оборудования (в процентах к сегодняшнему уровню) [3]

Применение РЗМ в различных отраслях промышленности при производстве различных видов электронного оборудования:

- в энергетике – это лантан (La), церий (Ce), неодим (Nd), диспрозий (Dy), эрбий (Er);
- в космической промышленности – иттрий (Y), церий (Ce), празеодим (Pr), лантан (La), неодим (Nd);
- в электронике – лантан (La), церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), самарий (Sm), европий (Eu), гадолиний (Gd), тербий (Tb), гольмий (Ho), иттрий (Y) [4].

Для извлечения драгоценных и редкоземельных металлов из растворов можно использовать мембранные процессы, которые позволяют создать экономически эффективные и малоотходные технологии очистки и опреснения природных и сточных промышленных вод, переработки водных и неводных растворов неорганических и органических веществ.

Эффективным методом для извлечения РЗМ, по моему мнению, могут служить методы мембранной технологии, а особенно метод реагентной ультрафильтрации и микрофильтрации (РУФ).

Данный метод мембранного разделения, использует перевод низкомолекулярных компонентов в новые ассоциативные молекулярные или коллоидное состояния, с последующим отделением образующихся ассоциативных форм на макропористой мембране. Большим плюсом этого метода является, то что он позволяет извлекать из растворов ионные соединения,

не используя высоких давлений. Следовательно, реализация данного метода является доступной и выгодной с экономической стороны [5].

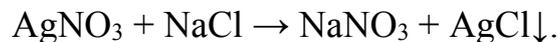
Данный метод может быть выполнен разными вариантами, однако наиболее доступными являются:

- добавление в раствор химических реагентов, при взаимодействии с которыми нужный компонент переводится в нерастворимую форму.
- добавление комплексообразователя более крупных комплексных ионов по сравнению с исходными ионами выделяемого элемента [6].

Реализация метода заключалась в следующем:

1. Серебро

Метод реагентной ультрафильтрации с переводом компонента в нерастворимую форму:



Метод реагентной ультрафильтрации с добавлением комплексообразователя:

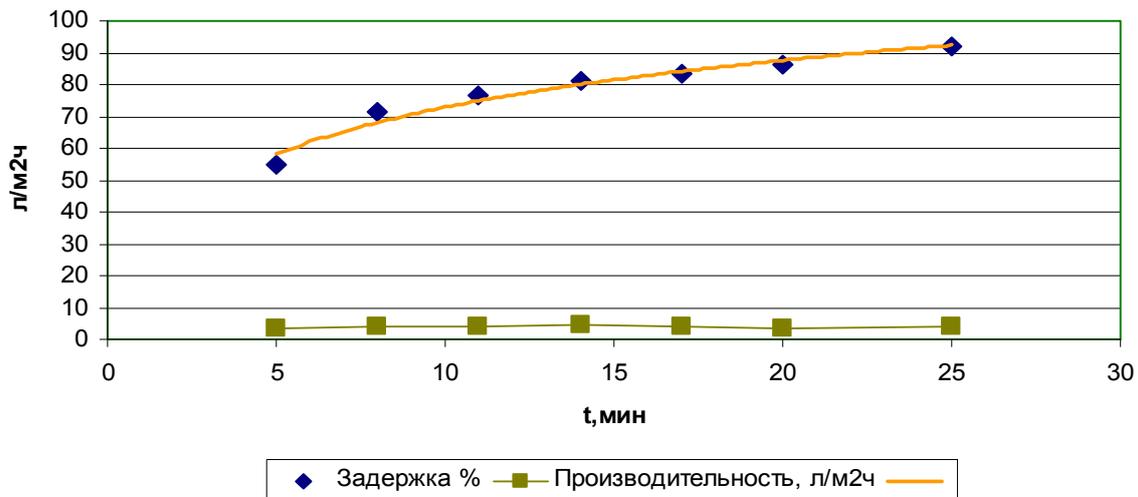
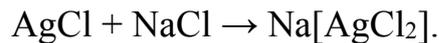


Рис. 2. Задержка полуволоконной мембраны ВПУ-15АП по серебру %

Было установлено, что определяемая колориметрически задерживающая способность полуволоконных мембран по серебру, при его содержании в исходном растворе 20–50 мг/л., изменялась от 54 до 91 % в зависимости от фазы испытания. При рабочем давлении в аппарате 0,05 МПа производительность установки по фильтрату составляла от 3,5 до 4,5 л/ч.

2. Лантан

Задерживающая способность той же полуволоконной мембраны по лантану (раствор был в форме окрашенного в синий цвет комплексного соединения лантана и ализаринкомплексона), определяемая колориметрически, изменялась от 71 до 86,5 %. При рабочем давлении в аппарате

0,05 МПа производительность установки по фильтрату составляла до 7,6 л/ч.

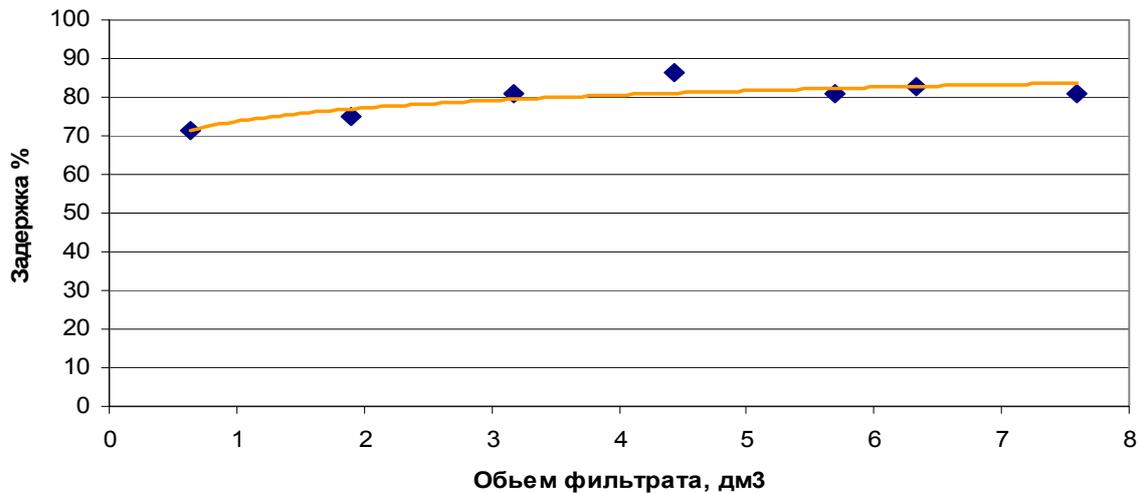


Рис. 3. Задержка полуволоконной мембраны ВПУ-15АП по лантану %

По итогам проведенных исследований можно сделать вывод, что, применение методов реагентной ультрафильтрации, является весьма перспективным для извлечения различных драгоценных и редкоземельных металлов при переработке электронных отходов, а также доступным и не требует больших затрат.

Список использованных источников

1. Медведев А., Арсентьев С. Утилизация продуктов производства электроники // Компоненты и технологии. 2008. № 10. С. 153–159 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/utilizatsiya-produktov-proizvodstva-elektroniki> (дата обращения 16.05.2019).
2. Смирнова Т. С. Экологические аспекты обращения с ОЭЭО // Твердые бытовые отходы. 2015. № 7. С. 24–28.
3. Марьев В. А., Комиссаров В. А. Надо ли создавать систему управления отходами электрического и электронного оборудования в России? // Рециклинг отходов. 2013. № 3 (45). С. 2–11.
4. Глущенко Ю. Г., Белов Д. И., Нечаев А. В. Редкоземельные элементы: опыт разработки технологий получения, внедрение и их аппаратное оформление [Электронный ресурс]. URL: <https://rusredmet.ru/f/redkozemelnye-elementy-opyt-razrabotki-tehnologiy-polucheniya-vnedrenie-i-ih-apparaturnoe-oformleni.pdf>
5. Федоров А. Д., Греков К. Б. Технологии утилизации электронных отходов // Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира» (22–23 ноября 2018 г.). – Санкт-Петербург : НИЦЭБ РАН, 2018. С 35–38.
6. Свитцов А. А., Абылгазиев Т. Ж. Мицеллярно-усиленная (реагентная) ультрафильтрация // Успехи химии. 1991. Т. 60. Вып. 11. С. 2463–2468.

Статья представлена научным руководителем, профессором кафедры ЭБТ СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Грековым К. Б.

УДК 004.932.72.1, 004.7

Н. Н. Авдонькин (студент гр. ИКТИ-85м, СПбГУТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ ОЦИФРОВКИ ДВИЖЕНИЙ В КОНЦЕПЦИИ ИНТЕРНЕТА НАВЫКОВ

Интернет Навыков – парадигма, которая открывает множество уникальных и незаменимых возможностей в области связи и улучшения человеческого быта, но при этом она имеет множество нерешенных задач. Одна из них – оцифровка движений или навыков. В этой работе рассмотрено возможность применения фотограмметрии для решения задачи оцифровки навыков.

Интернет Навыков, фотограмметрия, IoT.

Объектом моего исследования является новая область телекоммуникаций – Интернет Навыков (*Internet of Skills*). Данная область содержит в себе множество предметов, которые в свою очередь содержат еще большую массу задач. Предметом исследования является одна из задач Интернета Навыков – оцифровка навыков.

Глобальной целью Интернета Навыков является передача навыков от одного человека другому по средствам телекоммуникационных систем. Для того, чтобы осуществить эту цель, необходимо решить ряд задач: собрать данные, преобразовать и подготовить данные к передаче, передать и принять данные, а также осуществить обратное преобразование данных [1]. Без решенной первой задачи (сбора данных), к остальным можно не приступать. В этой работе рассмотрена методика сбора данных, основанная на фотограмметрии.

На данный момент множество работ и исследований в рамках концепции Интернета Навыков посвящены прогнозированию развития телекоммуникационных сетей, расчету предполагаемой нагрузки, разработке стандартов, которые смогут обеспечить заявленные Интернетом Навыков, а вместе с ним и Тактильным Интернетом, требования. [2] Данная работа описывает исследование окончательной стороны модели Интернета Навыков – методику оцифровки навыков. Под навыком понимается движение или группа движений, девиации которых минимальны при нескольких итерациях.

Цель работы – получить трехмерную модель движущегося манекена (рис.1) путем применения метода фотограмметрии. Для достижения поставленной цели придется решить следующие задачи:

- изучение принципа работы метода фотограмметрии;
- определение минимального и достаточного числа ракурсов съемки;
- определение оптимальных условий съемки;

- разработка и проведение эксперимента;
- создание трехмерной модели из снятых видеоматериалов.

Поставленные задачи решаются при помощи общелогических методов: анализа и синтеза, а также практических: эксперимента и описания.

Интернет Навыков – парадигма, в основе которой лежит возможность передачи физических ощущений на расстояния по средствам телекоммуникационных сетей [3]. Помимо передачи ощущений, как новой телекоммуникационной услуги, Интернет Навыков может служить инструментом удаленного управления устройствами, работающими на тактильных технологиях [4].

Фотограмметрия – научно-техническая дисциплина, которая занимается определением формы, размеров, положения и типов объектов в пространстве по их изображениям [5]. На сегодняшний день фотограмметрию применяют в следующих видах деятельности: создание топографических карт и геоинформационных систем, геологические изыскания, проектирование и строительство зданий и сооружений, археологические раскопки, киноиндустрия, автоматизированное построение пространственных моделей по снимкам, видеоигры. Основной принцип работы фотограмметрии заключается в следующем: алгоритм находит одинаковые точки на различных изображениях, сопоставляет их, высчитывает расстояния от каждой найденной точки до каждого места съемки. На основе этих данных строится первичное облако точек. Следующим шагом алгоритм добавляет к имеющемуся облаку точек остальные точки, который не удалось локализовать при построении первичного облака. Далее, вторичное облако точек интерполируется и получается полигональная трёхмерная модель. Последний шаг – наложение текстуры исходного предмета на модель.

В данной работе человеческий навык эмитируется механическим устройством, под управлением контроллера. Оно состоит из двух сервоприводов, которые отвечают за вращения по горизонтальной и вертикальной осям, цилиндрического тела, соединяющего сервоприводы, и указательной части. Первый сервопривод установлен в платформу для компенсации вибраций и повышения устойчивости, он создает горизонтальную плоскость вращения. На лопасти сервопривода крепится цилиндр, который сообщает вращение горизонтальной плоскости второму сервоприводу. Второй же сервопривод имеет жесткое крепление к цилиндру и отвечает за вращение указателя в вертикальной плоскости. Таким образом данная конструкция способна совершать движения в трех плоскостях. Управление данным

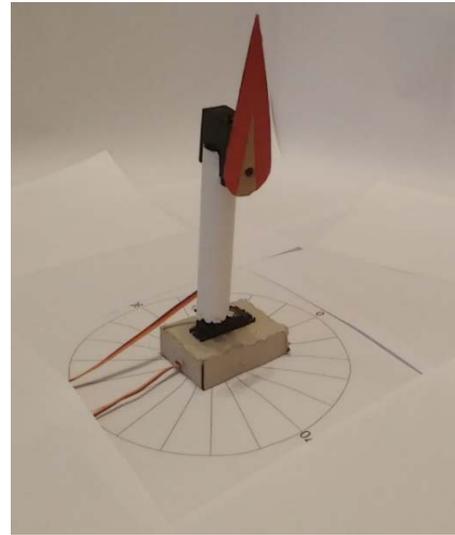


Рис. 1. Манекен

манекеном (рис. 1) осуществляется контроллером *Arduino Uno*, который может задать любой угол вращения для сервопривода в диапазоне от 0 до 120 градусов. В эксперименте угол вращений ограничен до 90 градусов в виду необходимого запаса для калибровки начального положения.

После изучения принципов фототриангуляции, необходимо определить минимальное количество точек съемки, принимая во внимание то, что на качество влияет тип освещенности и тип фона. Таким образом задача сводится к следующему: произвести фотосъемку статичного объекта с различного числа ракурсов (от 0 до 100) при различных внешних условия. На рис. 2 представлены результаты данного эксперимента.

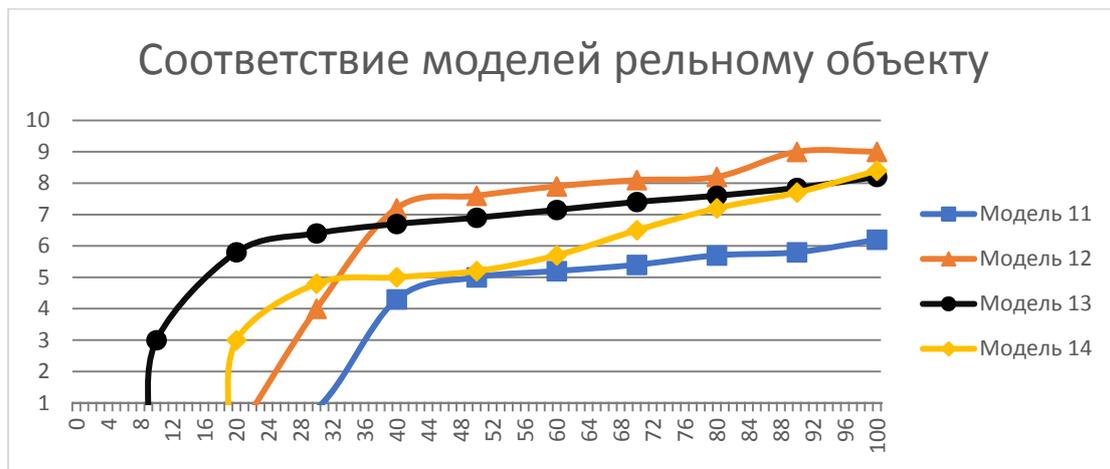


Рис. 2. График соответствия качества трехмерной модели от количества изображений

Модель 11 соответствует неоднородному фону и рассеянному свету, модель 12 соответствует неоднородному фону и направленному свету, модель 13 соответствует монотонному фону и рассеянному свету, модель 14 соответствует монотонному фону и направленному свету.

По оси абсцисс отложено количество точек съемки, по оси ординат отложено качественная характеристика модели по 10-ти бальной шкале. Представленный график не дает абсолютно верных значений, но позволяет выбрать оптимальные условия для дальнейших экспериментов. А именно выбрать тип фона, тип освещенности и количество ракурсов съемки. Была отобрана модель 13 при количестве ракурсов 20 шт. (рис. 3), поскольку выбранные условия позволяли получить приемлемое качество трехмерной модели при минимальном количестве ракурсов съемки.

Имея данные об оптимальных условиях и минимальном количестве ракурсов съемки



Рис. 3. Модель 13, количество ракурсов 20 шт.

можно переходить самому эксперименту. Как было сказано выше, модель может совершать движения в трех плоскостях, тем самым имитировать человеческие движения. Под управлением контроллера *Arduino Uno* модель совершает поворот вокруг вертикальной оси на 90 градусов и вращение указателя в вертикальной плоскости на 90 градусов. Эксперимент состоял из последовательной съемки заданного движения с 20 ракурсов, по причине отсутствия 20 одинаковых камер, последующей синхронизацией и переводом видео материалов в трехмерные модели при помощи фототриангуляции.

В результате эксперимента были получены 3 трехмерные модели: модель начального положения, модель положения в случайный момент времени и модель конечного положения (рис. 4).

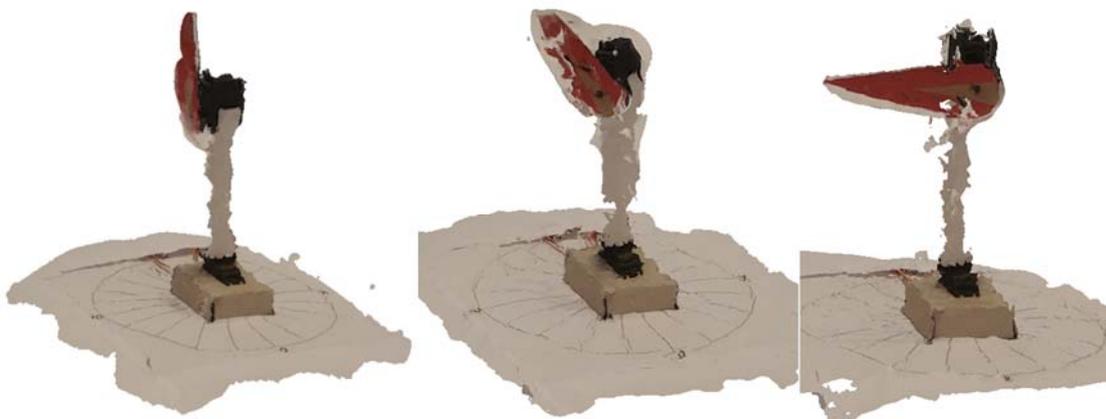


Рис. 4. Начальное, случайное и конечно положение манекена

Представленные трехмерные модели обладают достаточной точностью, выраженной в сохранении общей геометрии объекта, неразрывности геометрии, детализированности, четкости контуров и передаче цвета.

Результаты эксперимента показывают, что методика фотограмметрии может использоваться для задач концепции Интернета Навыков, а именно оцифровке движений или группы движений, девиации которых можно считать незначительными при нескольких итерациях. При этом на всем протяжении съемки должны выполняться условия постоянного и неизменяющегося освещения. Монотонный фон за объектом позволяет снизить число необходимых и достаточных ракурсов записи для создания разборчивой трехмерной модели, но им возможно пренебречь при увеличении количества точек съемки.

Список использованных источников

1. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. – СПб. : Любавич, 2011, – 310 с.
2. Naixia Cui, Jia Li, Zhiwei Li, Daru Pan and Yejun He. Distributed Interference-Aware Cooperative Random Access in Multi-Hop Wireless Networks [Электронный ресурс] // IEEE

Access date of publication July 27, date of current version September 16, 2016. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7523974> (дата обращения 15.03.2020).

3. Mischa Dohler, Toktam Mahmoodi, Maria A. Lema, Massimo Condoluci, Fragkiskos Sardis, Konstantinos Antonakoglou, Hamid Aghvami. Internet of Skills, where Robotics meets AI, 5G and the Tactile Internet [Электронный ресурс] // IEEE: 2017 European Conference on Networks and Communications (EuCNC) 17 July 2017 URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7980645> (дата обращения 28.04.2020).

4. Maria A. Lema, Konstantinos Antonakoglou, Fragkiskos Sardis, Nantachai Sornkarn, Massimo Condoluci, Toktam Mahmoodi and Mischa Dohler. 5G Case Study of Internet of Skills: Slicing the Human Senses [Электронный ресурс] // IEEE: 2017 European Conference on Networks and Communications (EuCNC) 17 July 2017 URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7980762> (дата обращения 28.04.2020).

5. Безменов В. М. Фотограмметрия. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции : учебно-методическое пособие. Физический факультет Казанский Государственный Университет. Казань, 2009.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ССиПД СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Пирмагомедовым Р. Я.

УДК 004.716, 004.72

Р. А. Агеев (студент гр. ИКТК-66, СПбГУТ)

В. В. Фицов (старший преподаватель, СПбГУТ)

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ СИСТЕМЫ DPI

Беспереывный рост трафика в сетях провайдеров широкополосного доступа приводит к появлению необходимости интеллектуального управления ресурсами систем связи. Для решения этой проблемы была разработана технология глубокой инспекции пакетов. С её помощью обеспечивается контроль всех проходящих в сети потоков данных с их предварительной классификацией. Но так как данная методика распознавания требует значительной вычислительной мощности DPI-оборудования, возникает потребность в способах повышения эффективности подобных систем. Одним из таких способов является иерархический подход к анализу трафика системой DPI, подробно рассматриваемый в данном материале.

классификация сетевого трафика, глубокая инспекция пакетов, DPI, иерархический подход.

Одной из главных проблем, с которыми сталкивается система глубокой инспекции пакетов – это скорость обработки поступающих потоков данных. Это обусловлено тем, что в данной технологии анализируются данные полезной нагрузки передаваемого трафика [1]. Особенно остро данная проблема может возникнуть сейчас, на пороге повсеместного формирования

сверхплотных сетей, обеспечивающих, к примеру, работу сегмента IoT, в результате чего резко возрастут объёмы трафика, передаваемого по сетям. Классификация происходит за счёт так называемых сигнатур – отличительных особенностей определённого протокола или сервиса. А контроль трафика (DPP, *Deep Packet Processing*) – точечная блокировка, управление пропускной способностью сети, защита от несанкционированного доступа и прочее – осуществляется с помощью заранее заданных политик [2, 3].

Наиболее простым способом уменьшения времени, затрачиваемого на анализ трафика системой DPI, является повышение производительности оборудования. Однако дороговизна высокопроизводительных решений DPI, делающая их не всегда доступными для провайдеров и корпоративного сегмента, заставляет задуматься о других способах снижения времени анализа. Возможными путями решения данной проблемы могут быть подходы по оптимизации сигнатур и алгоритмов работы с ними, оптимизация распределения задач и нагрузки между серверами DPI, изменение этапов процесса анализа неизвестного потока трафика.

Описание иерархического подхода

Для повышения эффективности процесса анализа предлагается использовать принцип декомпозиции, обеспечивающий параллельное выполнение разнообразных функций в рамках решения общей задачи. Такой подход значительно увеличивает скорость выполнения тех или иных задач, не прибегая к увеличению количества действующих серверов, а лишь отдавая каждому из имеющихся набор функций, в которых он особенно эффективен.

Таким образом, метод иерархического анализа трафика представляет из себя поэтапное изучение неизвестного потока данных, при котором определяется вероятная категория трафика, будь то медиа, облачное хранилище или социальные сети, а затем поток анализируется отдельными серверами DPI, содержащими наборы сигнатур для каждой из категорий. Такой принцип должен обеспечить прирост быстродействия системы, опираясь на экономию времени выявления протокола или сервиса, ввиду ограничения числа сигнатур, по которым инспектируемый поток проверяется, а также за счёт параллельности выполнения таких специализированных анализов. Алгоритм работы системы с реализацией иерархического подхода представлен на рис. 1 (см. ниже).

Анализ неизвестного потока данных выполняется по следующим этапам:

Этап I. Проверка IP-адресов потока данных.

Этап II. Анализ заголовка протокола транспортного уровня.

Этап III. Выявление категории трафика.

Этап IV. Параллельный анализ по специализированным наборам сигнатур приложений и сервисов (*Google, BitTorrent, WhatsApp, Steam* и др.).

Этап V.а. Отправление распознанного трафика на выход системы DPI.

Этап V.b. Направление потока на повторный анализ либо на выход системы без окончательной классификации для нераспознанного трафика.

Благодаря данному подходу, время, затрачиваемое на проверку каждого потока данных, уменьшается, что экономит использование аппаратных ресурсов системы, тем самым увеличивая её эффективность.

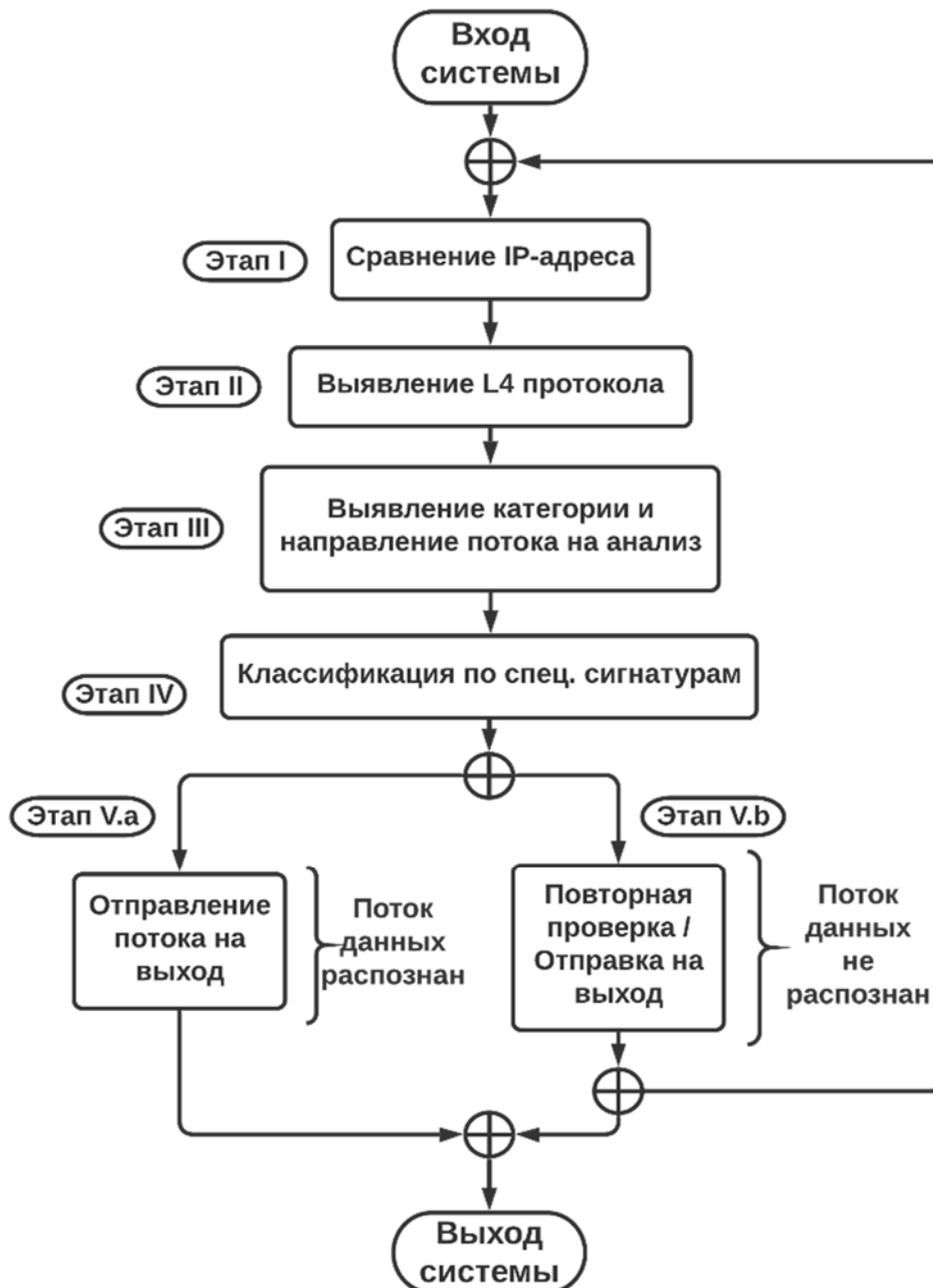


Рис. 1. Алгоритм иерархического анализа трафика системой DPI

Разработка пользовательских расширений для проведения испытаний

Для исследования влияния иерархического подхода к анализу трафика на производительность систем DPI были разработаны инструменты на базе

существующих и успешно применяемых программных решений с открытым исходным кодом ntopng и nDPI. Большим достоинством ntopng и nDPI является поддержка плагинов, т.е. дополнений для основного ПО.

Были разработаны два плагина и скрипт автоматизации анализа:

- 1) Плагин полного анализа выполняет классификацию трафика по иерархическому методу и выводит время процесса анализа (рис. 2.а).
- 2) Плагин ограниченного анализа распознаёт только конкретный вид трафика и выводит время, затрачиваемое на анализ образца (рис. 2.б).
- 3) Скрипт выполняет многосерийный анализ образцов с целью проверки результатов экспериментов.

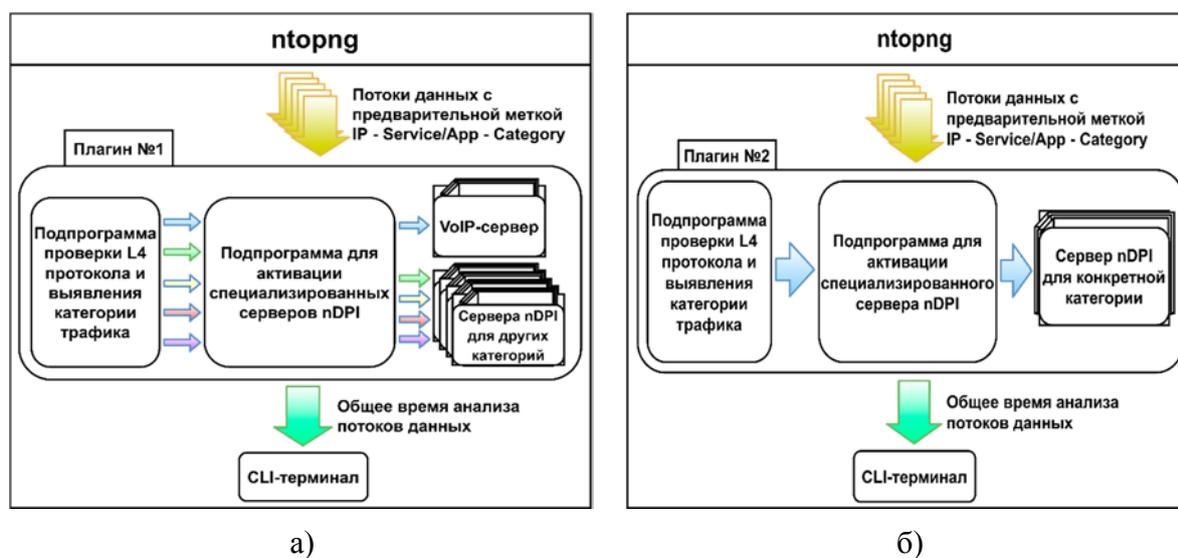


Рис. 2. а) Плагин полного анализа; б) Плагин ограниченного анализа

Проведение эксперимента и анализ полученных результатов

Разработанные плагины были использованы для анализа образцов трёх типов трафика (MIX (смешанного), FTP, SIP). Затем проводилась проверка этих образцов с помощью скрипта многосерийного выполнения классификации. Проверка образца смешанного трафика необходима для понимания поведения системы DPI с иерархическим анализом в мультисервисных сетях. Классификация образца FTP-трафика важна для выявления повышения эффективности применяемого подхода в случае, когда по сети передаётся значительный поток данных, нагружающий сеть и систему DPI. А при процедуре распознавания SIP-трафика появляется возможность наблюдения за производительностью системы DPI во время анализа трафика передаваемой сигнализации IP-телефонии. Результаты испытаний приведены в таблице.

Проведённое исследование демонстрирует повышение быстродействия системы в случае анализа трафика категории «Загрузка и передача файлов» (FTP-образец) и отсутствие прироста эффективности в случаях смешанного и VoIP-трафика.

ТАБЛИЦА. Сравнение быстродействия систем DPI

	MIX	FTP	SIP
Количество потоков	1079	22318	151
Объём файла образца, Кбайт	411469	192094	163118
Плагин полного анализа	Не наблюдается	48,8 %	10 %
Плагин огранич. анализа	– *	46,6 %	Не наблюдается
Скрипт	Не наблюдается	44,9 %	26 %

**Классификация MIX (смешанного) трафика не производилась плагином ограниченного анализа, ввиду некорректности применения специализированного набора сигнатур для распознавания разностороннего трафика, т. к. это может привести к тому, что большая часть трафика осталась бы не распознанной.*

Многосерийная проверка скриптом не показала особых расхождений с результатами плагинов полного и ограниченного анализа, что позволяет говорить о достаточной точности полученных данных.

Заключение

Изучение влияния иерархического подхода на эффективность процесса распознавания системой DPI показало возможность сокращения таким способом времени анализа. Однако не во всех случаях. Поэтому требуется проведение дальнейших исследований с большим числом категорий трафика, что позволит составить комплексное понимание практического применения иерархического подхода к анализу трафика.

Список использованных источников

1. Рекомендация МСЭ-Т Y.2770. Требования к углубленной проверке пакетов в сетях последующих поколений, 2012.
2. Гольдштейн Б. С., Елагин В. С., Зарубин А. А., Фицов В. В. Методы инспекции пакетов и анализа трафика. Технология Deep Packet Inspection : учебно-методическое пособие. – СПб. : СПбГУТ, 2018. С. 23–25.
3. Сенченко Ю. Л. Система DPI: генератор добавленной стоимости седьмого уровня // Мобильные телекоммуникации. 2012. № 8. С. 4–6.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ИКС СПбГУТ Фицовым В. В.*

УДК 4.02

А. М. Белозор (студентка гр. ИКТС-93м, СПбГУТ)

ЗАДАЧИ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КЛИЕНТОМ В РАМКАХ ИНДУСТРИИ 4.0

Одной из черт Индустрии 4.0, характеризующейся внедрением Искусственного Интеллекта и киберфизических систем во все сферы жизни человека, является возможность персонализация продукта или услуги для конкретного пользователя. Стандартизирующие организации в сфере телекоммуникаций все чаще говорят о том, что именно персонализация взаимодействия с клиентом – залог хорошего клиентского опыта, а значит и более продуктивного и длительного взаимодействия абонента с оператором. В рамках данной статьи рассмотрены задачи, которые должен решить оператор связи для обеспечения персонализации клиентского опыта в условиях Индустрии 4.0.

индустрия 4.0, управление клиентским опытом, управление взаимоотношениями с клиентами, персонализация, OSS/BSS системы.

Индустрия 4.0 – термин, появившийся в 2011 в Германии, но ставший всемирно известным в 2016 году после выхода книги Клауса Шваба «Технологии Четвертой промышленной революции». Индустрия 4.0 предполагает серьезные изменения в экономике, промышленности, и жизни людей. Её связывают с этапом массового внедрения киберфизических систем в производство и все сферы жизни человека, цифровизацией всех физических активов и их интеграцией в цифровую экосистему.

Выделяют основные технологии и тренды, связанные с Индустрией 4.0:

- работа с большими данными;
- внедрение искусственного интеллекта, роботизация;
- развертывание сети Интернета Вещей (IoT) и Интернета Всего (IoE);
- виртуальная и дополненная реальность;
- био- и нейротехнологии;
- 3D-печать;
- персонализация товаров и услуг [1].

Ясно, что одной из черт Индустрии 4.0 является возможность персонализация продукта или услуги для конкретного пользователя. Как это может осуществить оператор связи? Уже сейчас появляются компании, предлагающие настроить тариф для себя – выбрать необходимое количество минут и SMS, объем трафика и подключить лишь необходимые сервисы. Однако, только такой персонализации может быть недостаточно. Передовые исследовательские организации в сфере телекоммуникаций все чаще говорят

о том, что именно персонализация взаимодействия с клиентом – залог хорошего клиентского опыта, а значит и более продуктивного и длительного взаимодействия с оператором, которое ведет к минимизации расходов компании и росту прибыли [2, 3].

При текущем подходе к персонализации клиентского опыта для работы с клиентами и их опытом считается достаточным включить следующие этапы:

1. Идентификация клиента.
2. Разделение клиентов на категории.
3. Взаимодействие с клиентом.
4. Формирование персонализированного подхода [4].

Такой подход позволяет по какому-то идентификатору (номер телефона, фамилия и имя или уникальный логин) определить, с каким абонентом сейчас будет происходить взаимодействие в салоне связи, контакт-центре или по e-mail, отнести его по ряду признаков к той или иной группе пользователей и затем управлять взаимодействиями с ним отталкиваясь от определенной ранее категории.

Однако со временем становится понятно, что такого уровня персонализации и такого грубого разделения клиентов на лояльных и нелояльных, прибыльных и неприбыльных недостаточно. В условиях переполненного рынка, в котором операторы связи предлагают примерно одинаковые услуги за примерно одинаковую стоимость, именно персонализация и создание уникального впечатления клиентского опыта является конкурентным преимуществом.

Для большей наглядности разделим задачи по обеспечению должного уровня персонализации на несколько групп: сбор данных, хранение и обработка данных, использование полученной информации.

Первая группа – сбор данных. Она включает в себя как стандартные действия по сбору демографической информации, например, возраст клиента, его пол и социальный статус, так и выявление дополнительных, расширенных сведений о клиенте и его предпочтениях.

Важно учитывать, что сведения из всех служб, где есть коммуникация с пользователем (точек контакта), должны агрегироваться в одной точке. То есть в условной карточке клиента должны быть собраны данные обо всех прошлых взаимодействиях с клиентом и их результативности.

Все большую значимость приобретает сбор данных из различных медиа-платформ: социальные сети, личные блоги, сайты с отзывами. Информация, полученная там, позволяет более точно определить отношение пользователя к компании и/или продукту, больше узнать о его образе жизни, предпочтениях, используемых сторонних сервисах, и даже выявить неисправности услуги на более ранних этапах.

И еще одна задача в этой группе – регулярный сбор мнений клиентов, их обратной связи, пожеланий и предложений через онлайн опросы и голосования. Сбор такой информации также позволяет узнавать мнение пользователей о компании и ее услугах, а еще выявлять потребности клиентов, их заинтересованность новым сервисом на этапе его разработки. Регулярное получение обратной связи от абонентов сокращает разрыв между предположениями оператора связи о мнении клиентов и реальным мнением [3, 5].

Вторая группа – хранение и обработка данных. Эти действия наименее всего заметны для пользователей, но является ключевым для оператора.

В современных реалиях помимо стандартных требований о том, что информация должна собираться из всех источников в единообразной форме, храниться на сервере с достаточным уровнем защиты данных, обновляться в режиме реального времени и быть доступной для разных сотрудников, находящихся в разных местах, появляются новые:

- данные должны обрабатываться в рамках каждого конкретного «клиентского пути» (*customer journey*);
- данные должны обрабатываться в рамках конкретной услуги и/или группы похожих услуг;
- данные должны обрабатываться в рамках бизнес-истории (*business story*), обобщенной истории взаимодействия с клиентами, отображающей основные этапы коммуникаций, а также то, какие потребности клиентов будут закрыты, какую выгоду получит компания) [2, 3].

Третья группа – использование полученных данных – позволяет реализовать персонализацию, которая будет заметна пользователям.

В эту группу входят и уже привычные сейчас варианты персонализации взаимодействия: подстановка имени пользователя в письмо, составление подборки, основанной на предыдущих покупках, предложение персональной скидки. Так же приобретает популярность развивающееся сейчас направление – настраивание фронт-энда сайта под конкретного пользователя. Оно позволяет менять настройки отображающегося пользователю интерфейса в зависимости от его предпочтений (от автоматического выбора цветовой гаммы, размера и вида шрифтов, до изменения порядка разделов в меню, и возможности выведения пользователем на передний план нужных функций для быстрого доступа).

Сейчас все операторы работают над реализацией омниканального взаимодействия с клиентами, при котором данные с разных каналов коммуникации собираются в одном месте, отображается единая история взаимодействий как в чате тех. поддержки и при звонках в контакт-центр, так и в физическом центре обслуживания. Новой тенденцией, расширяющей это направление, – подход *channel hopping* – переключение между каналами в рамках одного взаимодействия. Пока нет примеров его реализации, так как обращения, поступившие по разным каналам коммуникации, обрабатываются разными операторами контакт-центра для повышения эффективности

их работы, но обсуждение этой темы уже ведется, так как эта технология позволит уменьшить неудовлетворенность пользователей и длительность решения проблемы в сложной ситуации.

Учет истории взаимодействия, о котором шла речь раньше, при каждом новом контакте позволяет сохранять не только сведения о факте коммуникации, но и о реакциях пользователей: стоит ли еще звонить этому пользователю с подобным предложением, или лучше дождаться, пока он сам придет в салон обслуживания. В таком случае пользователю не будет поступать больше количество одинаковых звонков с заведомо неактуальным предложением.

Расширение набора данных о пользователе позволяет лучше понимать, не только что предлагать пользователю, но и как выстраивать общение. Например, насколько пользователь технически осведомлен и насколько сложные термины можно использовать, насколько подробно все объяснять.

Еще одно перспективное направление для персонализации обслуживания – AR/VR (дополненная или виртуальная реальность), чтобы специалисты контакт-центра и абонент могли «видеть ситуацию одними глазами», используя очки дополненной реальности и специальный проектор, через которые оператор технической поддержки может видеть ситуацию и выводить подсказки пользователю [2, 3, 6].

Дальнейшими этапами работы над этой темой будут определение математических моделей работы с данными, а также формирование конкретных требований к ПО.

Список использованных источников

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М. : Эксмо, 2016. 138 с.
2. TM Forum. Customer Experience Management: Introduction and Fundamentals. R 16.5.1. 2017.
3. TM Forum. Customer Experience Management 2025 Guidebook. GB1006. 2020.
4. Peppers D., Rogers M., Kotler P. Managing Customer Experience and Relationships: A Strategic Framework, 3rd Edition. Wiley, 2016. 624 p.
5. Ashour M. L. Services Marketing is Different. The case of Telecom Services. The International Journal of Business Management and Technology. Volume 2. Issue 6. 2018. pp. 122–127.
6. Dr. Mohammad Sultan Ahmad Ansari. Extended Service Profit Chain in Telecom Service Industry in Oman – An Empirical Validation. Sustainable Futures. Volume 2. 2020.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИКС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Гольдштейном А. Б.

УДК 681.7

М. С. Былина (к.т.н., доцент, СПбГУТ)

И. Ю. Рыбинцева (студентка, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЕНСАЦИИ ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ В ОДНОМОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ

Представлен аналитический обзор пассивных оптических методов компенсации хроматической дисперсии. Рассмотрены компенсаторы хроматической дисперсии на основе специального волокна DCF, фотонно-кристаллического волокна PCF и волоконных брэгговских решеток с переменным периодом.

хроматическая дисперсия, компенсация дисперсии, волоконно-оптическая линия связи, ВОЛС, волокно DCF, брэгговская решетка с переменным периодом, волокно PCF.

Важнейшим этапом проектирования волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) является расчет длины регенерационного участка, которая ограничивается одним из двух факторов – затуханием или дисперсией (преимущественно хроматической). С увеличением скорости передачи данных быстро возрастает вероятность того, что длина регенерационного участка будет ограничена хроматической дисперсией.

Для компенсации хроматической дисперсии (ХД) применяются как пассивные, так и активные методы. К пассивным методам относятся применение оптических модулей для компенсации ХД (DCM, *Dispersion Compensating Module*) на основе компенсирующих волокон или волоконных брэгговских решеток. К активным относят электронные методы компенсации ХД. В данной работе рассматриваются только пассивные методы.

Компенсация ХД с помощью DCM основана на том, что одномодовое волокно и DCM имеют противоположные по знаку коэффициенты ХД и согласованные значения наклона дисперсионной характеристики.

Чаще всего задача компенсации ХД возникает, если ВОЛС построена на стандартном одномодовом волокне (SF, *Standard Fiber*), обладающем на длине волны 1550 нм положительным коэффициентом ХД 18–

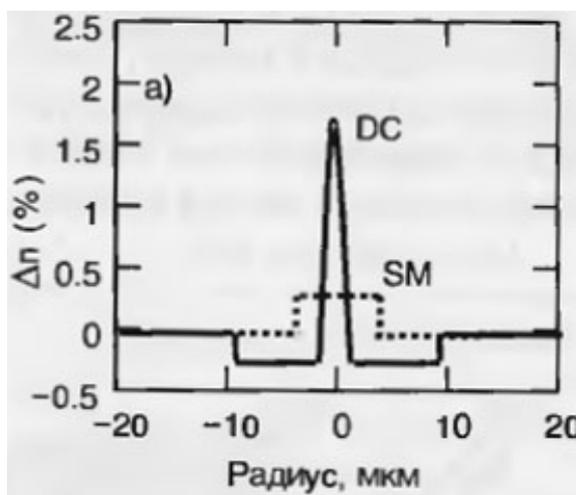


Рис. 1. Профиль показателя преломления волокна DCF

20 пс/(нм·км). В этом случае DCM должен иметь отрицательный коэффициент ХД. Такие DCM изготавливаются из специального волокна для компенсации ХД (DCF, *Dispersion Compensating Fiber*). Большой по модулю отрицательный коэффициент ХД получен путем создания специального профиля показателя преломления (рис. 1). На рис. 2 представлены зависимости коэффициентов ХД и затухания DCF от длины волны [1, 2]. Для сравнения на графике представлен также коэффициент ХД SF.

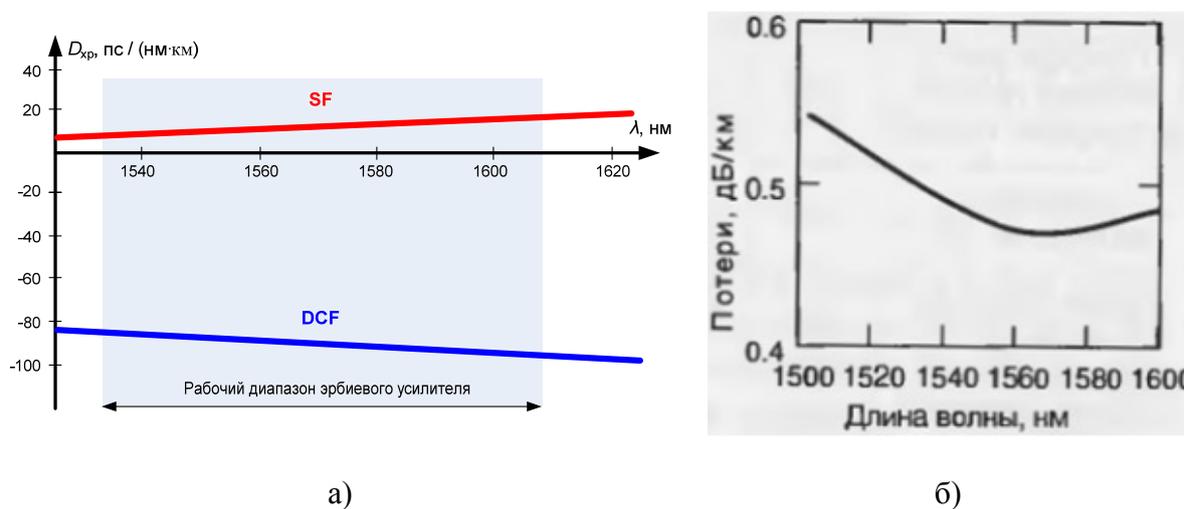


Рис. 2. Оптические характеристики волокна DCF

Оценить длину DCF, необходимую для полной компенсации ХД, можно по формуле [1]:

$$L_2 = -\frac{D_1}{D_2} \cdot L_1 \quad (1)$$

где L_1 и D_1 – длина и коэффициент ХД одномодового волокна в ВОЛС, L_2 и D_2 – длина и коэффициент ХД DCF [3].

К недостаткам такого способа компенсации ХД можно отнести:

- повышенный коэффициент затухания, который примерно в 2,5 раза превышает коэффициент затухания SF;

- относительно небольшая величина отношения $|D_2| / |D_1|$, приводящая к необходимости создавать DCM, содержащие несколько километров DCF (расчет по (1) показывает, что для компенсации ХД в ВОСЛ длиной 40 км необходимо 5 км DCF);

- повышенные потери в местах соединения DCF с SF, обусловленные различием площадей модовых полей этих волокон (19 мкм² у DCF и 85 мкм² у SF);

- снижение порога проявления нелинейных эффектов, происходящее из-за уменьшения площади и повышения интенсивности модового поля в DCF [4].

Волокно DCF производится рядом компаний, например, Corning, Fujikura, OFS и Sumitomo. Созданные на их базе DCM могут компенсировать накопленную дисперсию на участках ВОЛС длиной до 120 км. Иногда затухание, вносимое DCM, приходится компенсировать с помощью оптических усилителей.

Для производства DCM могут использоваться также фотонно-кристаллические волокна или микроструктурированные волокна (PCF, *Photonic Crystal Fiber*). Этот метод компенсации редко применяется в настоящее время, но может рассматриваться как перспективный.

PCF представляет собой кварцевую нить, сердцевина которой окружена массивом регулярно расположенных отверстий [5]. PCF делят на два класса: волокна на основе эффекта полного внутреннего отражения и волокна с запрещенной фотонной зоной [6]. На рис. 3 представлены разные типы PCF волокон.

В зависимости от конструкции PCF могут обладать большим по модулю отрицательным или положительным коэффициентом ХД, что позволяет уменьшить необходимую для компенсации длину и создавать DCM с меньшими потерями.

Очень перспективными на сегодняшний день считаются DCM на основе волоконных брэгговских решеток (FBG, *Fiber Bragg Grating*) с переменным периодом.

FBG представляет собой участок волоконного световода (как правило, одномодового), в сердцевине которого наведена периодическая структура показателя преломления с постоянным или переменным периодом Λ , имеющая определенное пространственное распределение (рис. 4, см. ниже). Такая структура обладает уникальными спектральными характеристиками, которые и определяют ее широкое применение в различных устройствах волоконной оптики. Наиболее важным свойством FBG является узкополосное отражение оптического излучения, относительная спектральная ширина которого может составлять 10^{-6} и меньше [7]. Отражаемая решеткой длина волны λ_0 удовлетворяет условию Брэгга:

$$\lambda_0 = 2n_{eff0}\Lambda,$$

где n_{eff0} – эффективный показатель преломления сердцевины на длине волны λ_0 .

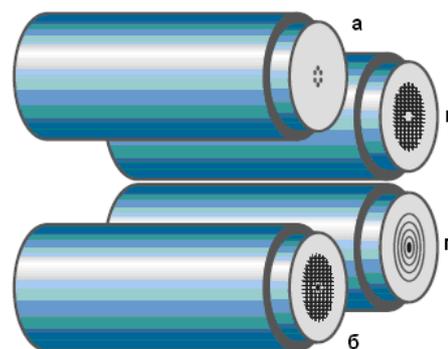


Рис. 3. Поперечное сечение разных типов PCF волокон: а) волокно с упрощенной структурой, б) PCF волокно на эффекте полного внутреннего отражения, в) PCF волокно с запрещенной фотонной зоной, г) брэгговское волокно с запрещенной фотонной зоной

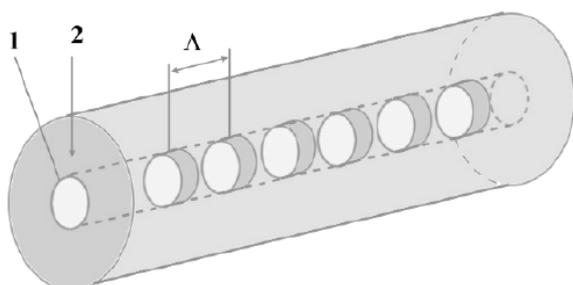


Рис. 4. Схематическое изображение волоконной брэгговской решетки (1 – сердцевина, 2 – оболочка)

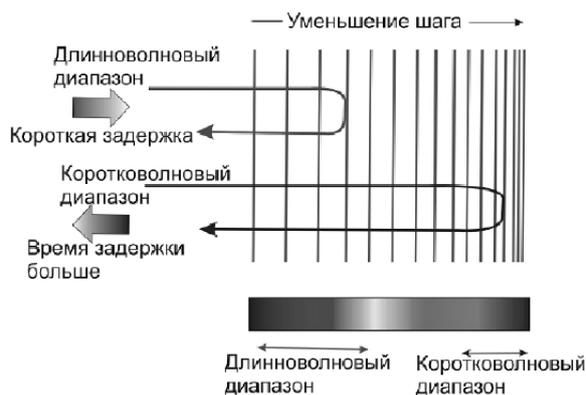


Рис. 5. Принцип компенсации ХД с помощью чирпированной решетки

Для компенсации ХД используют FBG с линейно изменяющимся по длине периодом. Такие FBG называют чирпированными решетками (*chirped gratings*). В зависимости от характера изменения периода (уменьшается или возрастает) FBG будет обладать отрицательным или положительным коэффициентом ХД.

На рис. 5 показан принцип работы чирпированной решетки для компенсации положительной ХД. Разные длины волн отражаются от участков решетки, имеющих разный период: длинные волны проходят меньший путь и отражаются от участка с большим периодом, короткие волны проходят больший путь и отражаются от области с малым периодом. Задержка по времени, испытываемая спектральной составляющей с длиной волны λ , может быть рассчитана по выражению:

$$\tau(\lambda) \approx \frac{(\lambda_0 - \lambda)}{\Delta\lambda_{chirp}} \cdot \frac{2 \cdot L_g}{v_g},$$

где $\Delta\lambda_{chirp}$ – ширина спектра отражения решетки; v_g – средняя групповая скорость света в решетке; L_g – длина решетки; λ – длина волны.

К недостаткам FBG в качестве компенсаторов дисперсии относят:

– решетка записывается в волокнах с фоточувствительной сердцевиной, поэтому в процессе эксплуатации под постоянным воздействием на нее световых сигналов со временем происходит ухудшение параметров решетки.

– оптический сигнал после компенсации ХД отражается решеткой в обратном направлении, поэтому для его выделения необходимо использовать оптический циркулятор.

В заключение следует отметить, что наиболее важными параметрами, влияющими на качество компенсатора ХД, являются его коэффициент хроматической дисперсии и вносимые потери. Качество компенсатора определяется только совокупностью этих двух параметров.

Список использованных источников

1. Листвин А. В., Листвин В. Н., Швырков Д. В. Оптическое волокна для линий связи. – М. : ЛЕСАРарт, 2003. 288 с.
2. Былина М. С. Физические основы оптических направляющих систем. Курс лекций. Кафедра Линий Связи, СПб ГУТ. 2020.
3. Volkmar Brückner. Elements of Optical Networking. 2011. – 200 p.
4. Govind P. Agrawal. Fiber-Optic Communication Systems. Third Edition. 2002.
5. Листвин В. Н., Трешиков В. Н. DWDM – системы // Фотон-экспресс. 2011. № 8 (96). С. 22–23.
6. Павлова Е. Г. Механизмы потерь в фотоно-криссталлических волокнах // LIGHWAVE Russian Edition. 2005. № 5. С. 54–56.
7. Никоноров Н. В., Сидоров А. И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации : учебное пособие, курс лекций. СПб. : СПбГУ ИТМО, 2020.

УДК 004.71

Д. И. Исаенко (студент гр. ИКТС-72, СПбГУТ)

Б. К. Резников (ассистент, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ ОПТИЧЕСКИХ МУЛЬТИПЛЕКСОРОВ

В статье рассматриваются конфигурации перестраиваемых оптических мультиплексоров ввода-вывода. Рассматриваются принципы, схемы и элементная база оптических коммутаторов. Исследуются процессы коммутации оптических каналов между портами оптических мультиплексоров. Рассматриваются фотонные кросс-коммутаторы. Освещаются технологии, лежащие в основе конструкций перестраиваемых оптических мультиплексоров.

ROADM, перестраиваемые оптические мультиплексоры, WB, волновые блокираторы, PLC, MEMS, WSS, OXC, оптические кросс-коммутаторы.

ROADM (*Reconfigurable optical add-drop multiplexer* – реконфигурируемый оптический мультиплексор ввода-вывода) – устройство, предназначенное для выделения любого количества каналов из спектра DWDM с помощью различных оптических технологий, таких, как MEMS, PLC, LCD, LCoS.

ROADM можно разделить на несколько типов:

1. Фиксированные (цветные) порты – I ROADM.
2. Любая λ в любой порт (бесцветные порты) – II ROADM.
3. Любое количество λ в любой порт – WSS.
4. Любое количество λ любого порта в любой порт – OXC.

В ROADM на волновых блокираторах WB (рис. 1), на входе из многоканального оптического сигнала выделяются необходимые оптические каналы, далее сигнал проходит через блокиратор длины волны WB, где выделенные длины волн изолируются для дальнейшего прохождения либо оптическим ключом, либо оптическим перестраиваемым аттенуатором VOA (*Variable Optical Attenuator*). На выходе в общий групповой оптический сигнал добавляются вводимые оптические каналы на длинах волн, заблокированных WB [1].

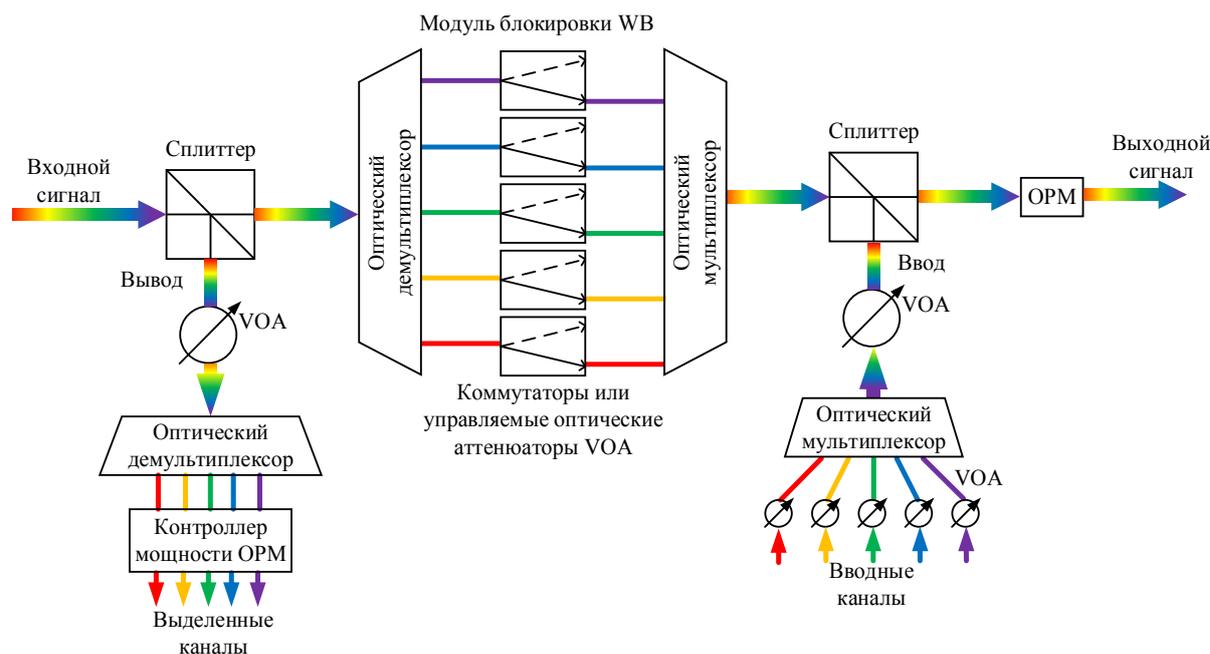


Рис. 1. ROADM на основе волновых блокираторов

В PLC ROADM (рис. 2) оптический сигнал поступает на демультиплексор, построенный на основе массива решеток AWG (*arrayed waveguide grating*), при этом свет распространяется по ячейкам PLC. Благодаря нагревательным элементам (электродам управления) можно корректировать коэффициент преломления, тем самым, изменяя длины волн на выходных портах оптического коммутатора.

PLC ROADM способны поддерживать соединения типа «кросс» и «транзит». На их основе могут быть построены коммутационные матрицы $N \times N$. Так же, как в WB ROADM, существует возможность множественного (*Multicast*) и широковещательного (*Broadcast*) трафика, но в отличие от WB в конструкциях ROADM PLC используют интегрированный мультиплексор (MUX) для ввода и внешний демультиплексор (DEMUX) для выделения спектральных каналов, и также систему контроля каналов OPM.

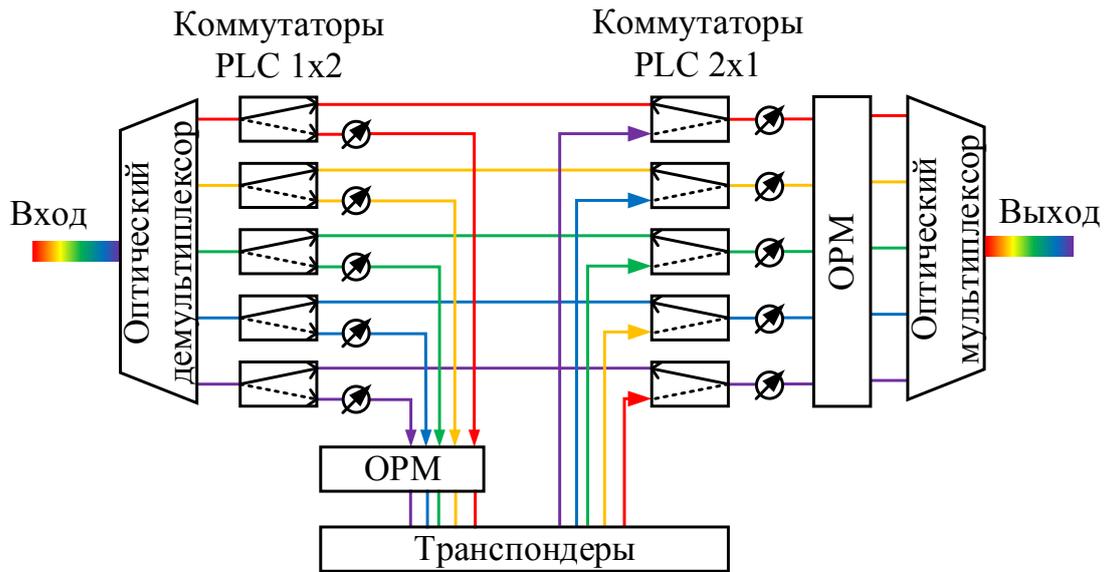


Рис. 2. Пример структуры ROADN на основе PLC 1x2

MEMS ROADN (рис. 3) использует коммутаторы MEMS, представляющие из себя массив тонких зеркал, закрепленных на вращающихся осях.

MEMS-коммутаторы выбора волн используют либо дифракционные компоненты, либо зеркала. Дифракционные компоненты строятся на пьезоэлектрических элементах, смонтированных на подложке. В неактивном состоянии они представляют собой отражающее свет зеркало. При приложении напряжения они сдвигаются по направлению к подложке и образуют дифракционную решетку, ослабляя свет определенной частоты. Дифракционные MEMS не требуют механических исполнительных устройств и являются относительно простыми в производстве. Системы на базе зеркал используются в случаях, где требуется много каналов.

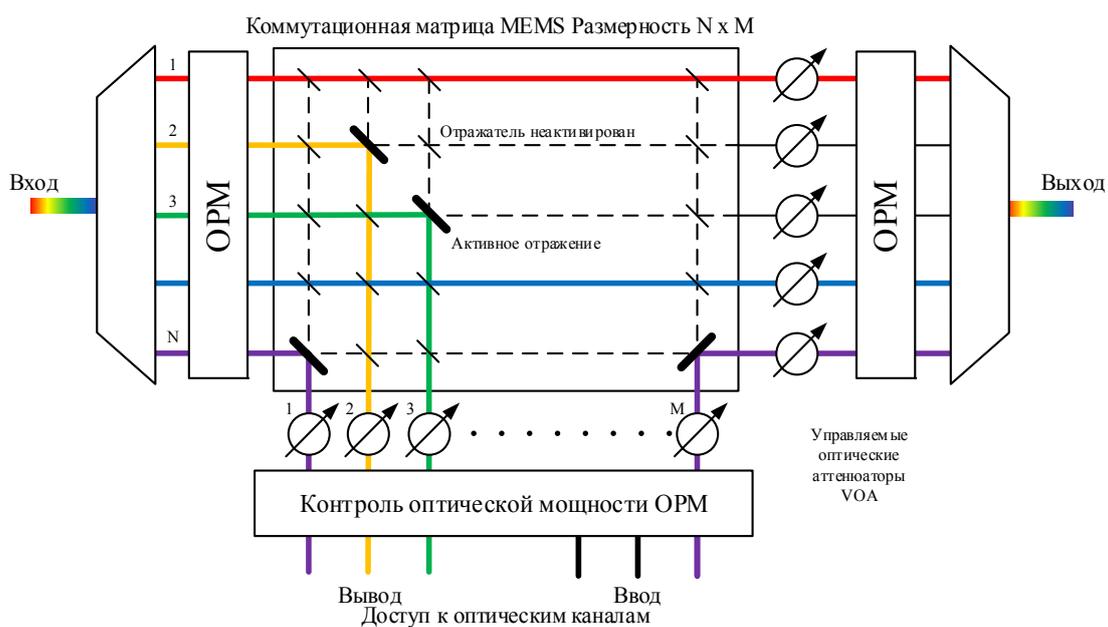


Рис. 3. Структура MEMS ROADN

ROADM на основе частотно-селективных переключателей WSS считается наилучшей конфигурацией. WSS возможно реализовать на таких элементах, как LCD, LCoS, MEMS и управляемых разветвителях PLC 1×2 .

Частотные переключатели (коммутаторы) направляют конкретные частоты из входящего DWDM-сигнала на определенные выходные порты. Мощность каждой волны отдельно контролируется фильтрами с динамическим выравниванием уровня сигнала VOA или с усилением сигнала DGE (*Dynamic Gain Equalization*). Мультиплексоры WSS ROADM, обеспечивают полностью автоматизированный процесс управления на оптическом уровне, т.е. возможность управления каждой длиной волны и группой волн, что снижает эксплуатационные затраты (рис. 4).

Оптические (фотонные) коммутаторы ОХС (PXC) (*Photonic – Optical Cross-Connect*) представляют собой сложные комплексные технические и программные устройства. Оптические кросс-коммутаторы должны поддерживать как кросс-транзитные соединения, так и функции ввода/вывода оптических каналов [3].

Фотонная (оптическая)

коммутация обеспечивается ядром с оптическими коммутационными ячейками (например, PLC с коммутаторами 1×2 (рис. 5)). На каждый из входов ячейки направляется одна волна от одного из демультиплексоров. При этом путь волны с любого из входов ячейки не перекрывается другими путями волн с других входов. Вывод хотя бы двух волн на один выход приведет к интерференции волн, что ведёт к блокировке коммутационной ячейки, а это недопустимо. Для исключения таких ситуаций коммутатор должен оснащаться программным обеспечением управления маршрутами волн [2].

Для реализации функции кроссовой коммутации каналов в оптической сети могут использоваться двухмерные (2D) и трехмерные (3D) коммутаторы технологии MEMS.

Узел оптической кроссовой коммутации может быть построен на основе технологии WSS. При этом блоки могут быть выполнены на основе PLC, MEMS, LCD и LCoS.

Существенными недостатками WB ROADM являются большие габариты оборудования, высокая цена, требование дополнительного оборудования для ветвей ввода/вывода, а также то, что длины волн закреплены за определенными портами. К плюсам же можно отнести равное количество портов ввода/вывода.

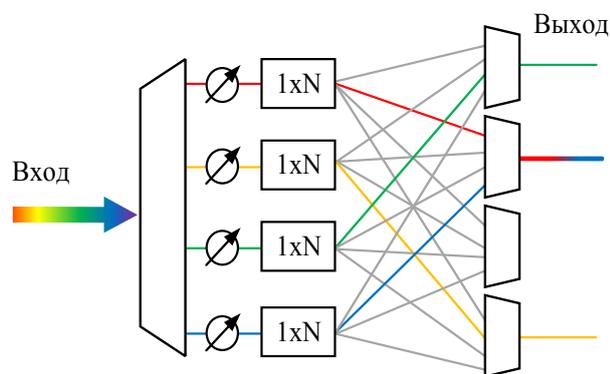


Рис. 4. Структура WSS ROADM на основе PLC

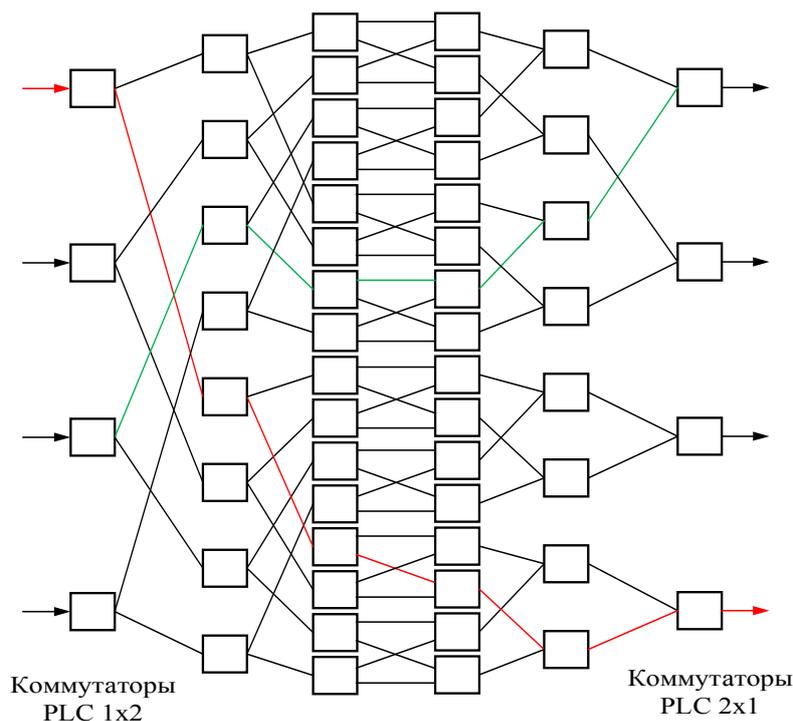


Рис. 5. Коммутационная ячейка на основе PLC 1×2

Плюсов PLC/MEMS ROADM уже несколько больше: малые размеры оборудования, низкая стоимость. Однако, такой недостаток, как закреплённость портов за определенной длиной волны не был решен и в этих конфигурациях.

Лучшей реализацией можно назвать WSS ROADM, благодаря таким достоинствам, как возможность коммутации любого количества волн с любым портом, а также легкая масштабируемость. Но данные преимущества обусловлены такими недостатками, как высокая цена, большие размеры и сложность подобного оборудования. К тому же такое оборудование чувствительно к вибрациям.

ОХС ROADM обладает такими же преимуществами, что и WSS ROADM, но имеет сложность реализации функции широкого вещания.

Список использованных источников

1. Advances in ROADM technologies and subsystems // Enablence. URL.: <http://www.enablence.com/media/mediamanager/pdf/375-enablence-rl-article-advancesinroadm.pdf> (дата обращения 27.04.2020).

2. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети : учебное пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики; каф. многоканальной электросвязи и оптических систем. – Новосибирск, 2015. – 372 с. Ил.; 43 табл.

3. Фокин В. Г. Оптические мультиплексоры OADM/ROADM и коммутаторы PXC в мультисервисной транспортной сети : учебное пособие / ГОУ ВПО «СибГУТИ». – Новосибирск, 2011. – 204 с.

УДК 534.843.12

Н. С. Кириллова (студентка гр. ИКТ-617, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ИЗМЕРЕНИЮ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕЩЕНИЙ

В данной статье представлен комплекс лабораторных работ, который включает в себя две работы. Ориентировочная трудоемкость каждой из работ составляет четыре академических часа. В новом комплексе лабораторных работ рассмотрены основные стандартизованные методы измерения акустических параметров помещений. Разработана методика исследования измерения импульсной переходной характеристики: непосредственную запись отклика помещения на импульсное воздействие и метод качающейся частоты. Составлена методика выполнения фронтальных лабораторных работ. Комплекс может быть расширен за счет добавления работы по исследованию влияния источников звука с различными характеристиками направленности на результаты измерений ИПХ и времени реверберации. Даны рекомендации по подбору оборудования и программного обеспечения.

расчет акустических параметров помещения, методы измерения импульсной переходной характеристики, время реверберации.

Данный комплекс лабораторных работ позволит существенно повысить наглядность теоретического материала и эффективность изучения студентами акустики помещений.

Каждое помещение обладает своими уникальными акустическими свойствами. От него зависит качество прослушивания, восприятие звуковых дорожек слушателями. Акустика помещений крайне важна в работе звукозаписывающих студий, концертных залов, больших открытых помещений, предназначенных для большого количества слушателей. Неправильно рассчитанные акустические параметры могут существенно ухудшить качество восприятия звука, рассеять его, так, что в одной части аудитории звук может отсутствовать вовсе. Именно поэтому так важно изучение акустики помещений студентами соответствующих профилей.

В рамках выполнения поставленной задачи рассмотрены методы измерения импульсной переходной характеристики помещения, времени реверберации, частотной характеристики, методика калибровки оборудования, методические указания по выполнению лабораторных работ.

Целью данной работы является разработка нового комплекса лабораторных работ для более углубленного изучения студентами таких дисциплин, как «Акустика» и «Электроакустика и звуковое вещание».

В разработанном комплексе лабораторных работ предлагается исследовать два метода измерения импульсной переходной характеристики (ИПХ): непосредственную запись отклика помещения на импульсное

воздействие и метод качающейся частоты в соответствии с ГОСТ Р 54579-2011 [1]. Оба этих метода предполагают получение одинаковых результатов.

При однократном сканировании частоты для оценки коэффициента передачи используется вся энергия возбуждения. Однократный сигнал возбуждения сокращает время измерения, хотя по окончании сканирования должна следовать пауза, чтобы зарегистрировать все запаздывающие составляющие акустического сигнала – это метод качающейся частоты.

Метод интегрированной импульсной переходной характеристики – это метод определения кривых спада путем интегрирования обращенной во времени возведенной в квадрат импульсной переходной характеристики.

Основными объективными акустическими параметрами помещений, согласно ГОСТ Р 3382-1-2013 [2], являются кривая спада, импульсная переходная характеристика и время стандартной реверберации.

Для проведения измерений были использованы: персональный компьютер, внешняя звуковая карта, микрофон и головка громкоговорителя.

Непосредственно перед выполнением лабораторных работ будет проведена калибровка звуковой карты и микрофона. Предполагается, что калибровочные файлы будут загружены на компьютеры, и студенты будут использовать их своих измерениях.

Лабораторные работы по исследованию акустических параметров помещений необходимо проводить фронтально. Измерения проводятся всеми студентами одновременно с использованием одного и того же источника звука, которым управляет преподаватель. Каждое рабочее место в учебной лаборатории оборудуется ПК и микрофонами (M_1, M_2, \dots, M_n), а громкоговоритель ГГ, служащий источником звука, через усилитель звуковой частоты (УЗЧ) подключается к компьютеру преподавателя (рис. 1). Специальный испытательный сигнал формируется с помощью виртуального генератора качающейся частоты (ГКЧ) в REW. При подобной организации процесса выполнения лабораторных работ невозможно проводить вычисление ИПХ в реальном времени, однако, REW поддерживает возможность расчета ИПХ на основании звуковых файлов с исходным и записанным в помещении испытательными сигналами. Необходимая синхронизация звуковых сигналов выполняется с помощью двух вспомогательных кратковременных высокочастотных ССКЧ, следующих до и после основного ССКЧ.

В методе качающейся частоты в качестве испытательного сигнала используется синусоидальный сигнал качающейся частоты (ССКЧ) с экспоненциальной разверткой частоты, что позволяет снизить влияние посторонних шумов на принимаемый сигнал по сравнению с использованием последовательностей максимальной длины (рис. 1).

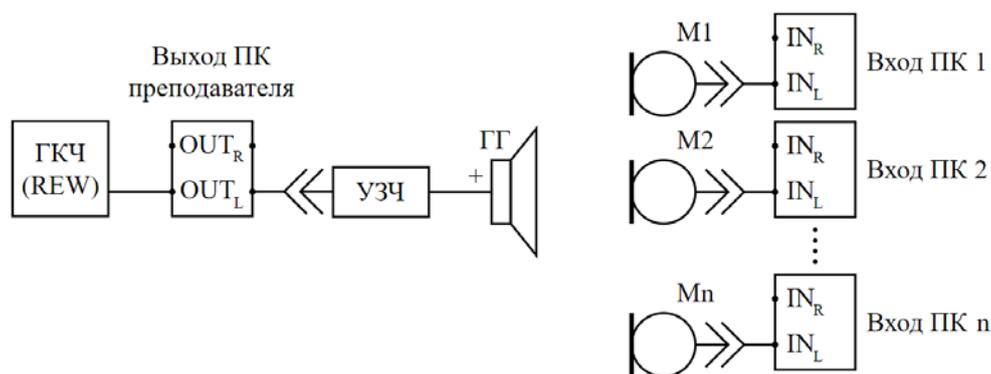


Рис. 1. Схема организации измерений при проведении фронтальной лабораторной работы по исследованию акустических параметров помещений с помощью метода ССКЧ

В ходе выполнения лабораторной работы в программе Room EQ Wizard [9] формируется сигнал с помощью виртуального генератора качающейся частоты. Студенты записывают данный сигнал на свой персональный компьютер и обрабатывают его в REW.

При исследовании метода интегрированной импульсной переходной характеристики в качестве исследуемого сигнала предлагается использовать звук разрыва воздушного шара. Данный источник звука не обладает равномерной характеристикой направленности на низких частотах, что противоречит требованиям уже упомянутого ГОСТ Р 3382-1-2013 [2], однако, доступность и неоспоримая простота использования позволяют в рамках учебного процесса пренебречь указанным недостатком.

Часть студентов, расположенная в разных частях учебной лаборатории, по очереди лопают воздушные шары, в то время как остальная часть студентов записывает данный звук и загружает его в программу REW. Они проводят анализ отклика помещения на импульсное воздействие (рис. 2).

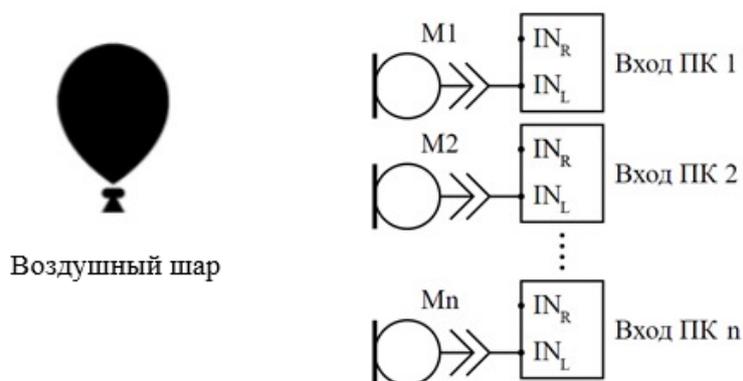


Рис. 2. Схема организации измерений при проведении фронтальной лабораторной работы с использованием метода интегрированной импульсной характеристики

При проведении данного вида исследований требуется повысить число измерений ИПХ в каждой конфигурации источник-микрофон с целью последующего усреднения полученных результатов [5].

Измерения времени стандартной реверберации проводятся по методу интегрированной импульсной переходной характеристики в октавных полосах частот с использованием программного обеспечения Room EQ Wizard.

При обработке результатов измерения необходимо рассчитать среднее значение времени стандартной реверберации T_{60} в помещении и доверительный интервал (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Усреднение результатов

	\tilde{T}_{60}	$\sigma_{\tilde{T}_{60}}$	\tilde{D}	I_{β}
Позиция 1	0,5006	0,113	0,064	(0,315; 0,686)
Позиция 2	0,527	0,04309	0,003715	(0,456; 0,598)

По измеренным акустическим параметрам, таким как время стандартной реверберации, частотной характеристике и графикам ИПХ студенты делают выводы о качестве помещения, в котором проводились данные исследования.

При рассмотрении двух методов измерения акустических параметров одного и того же помещения будет наглядно видно, что ИПХ, полученная с помощью метода качающейся частоты, меньше подвержена влиянию шумов и помех. Это позволяет точнее аппроксимировать кривую спада, тем самым повысив точность оценки времени стандартной реверберации (рис. 3).

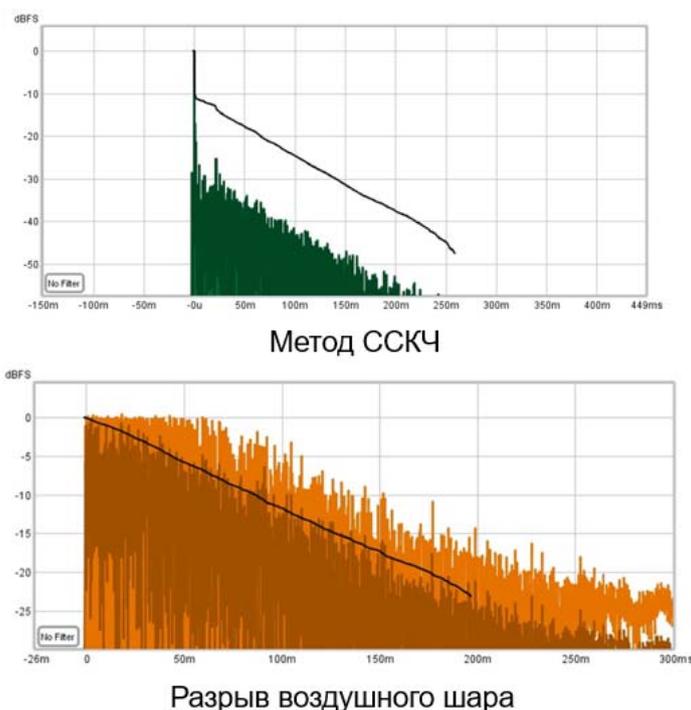


Рис. 3. Сравнение двух методов измерения акустических параметров помещения

В таблице 2 наглядно видно, что время реверберации, полученное для каждого из методов, практически совпадает, что подтверждает правильность проведения измерений.

ТАБЛИЦА 2. Сравнение времени реверберации, рассчитанного для двух методов

Время реверберации T , с						
Частота, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
Метод ССКЧ	2,0	0,746	0,888	0,890	0,978	0,860
Метод шаров	0,966	0,678	0,822	0,854	0,840	0,806

Разработка данного комплекса лабораторных работ дает возможность использовать в ходе обучения студентов новое программное обеспечение Room EQ Wizard, позволит применить на практике полученные теоретические знания.

По окончании всей работы были разработаны схемы организации измерений в лаборатории, подготовлены методические указания, проведены испытания в соответствии с разработанной методикой.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 54579-2011 Акустика. Применение новых методов измерений в акустике зданий и помещений. Москва: Стандартинформ, 2012. 23 с.
2. ГОСТ Р ИСО 3382-1-2013 Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 1. Зрительные залы. Москва: Стандартинформ, 2012.
3. Алдошина И. А., Вологдин Э. И., Ефимов А. П., Катунин Г. П., Кацнельсон Л. Н., Ковалгин Ю. А., Фадеев А. А. Электроакустика и звуковое вещание : учебное пособие для вузов / Под ред. Ю. А. Ковалгина. – М. : Горячая линия – Телеком, Радио и связь, 2007. – 872 с.
4. Сапожков М. А. Звукофикация помещений. – М. : Связь, 1979– 143 с; Папернов Л. З., Молодая Н. Т., Метер Ч. М.. Расчет и проектирование систем озвучения и звукоусиления в закрытых помещениях. – М. : Связь, 1970. – 113 с.
5. Pätynen J., Katz B. F. G., Lokki T. Investigations on the balloon as an impulse source // The Journal of the Acoustical Society of America. 2011. Vol. 129. №. 1. pp. EL27EL33.
6. Лепендин Л. Ф. Акустика : учеб. пособие для вузов. – М. : Высш. школа, 1978. – 448 с.
7. Farina A. Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept sine technique // Audio Engineering Society Convention 108. – Audio Engineering Society, 2000.
8. ГОСТ Р ИСО 3382-2-2013 Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 2. Время реверберации обычных помещений. Москва: Стандартинформ, 2014. 16 с.
9. Mulcahy J. Room EQ Wizard: Room Acoustics Software [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roomeqwizard.com>

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ТВиМ СПбГУТ Свинойной О. А.*

УДК 003.26

К. Е. Коромыслов (студент гр. ИКТЗ-63, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ, ОСНОВАННОГО НА ИЗМЕНЕНИИ ПОРЯДКА СЛЕДОВАНИЯ ПАКЕТОВ

В данной статье, будут представлены основные сведения о методах сетевой стеганографии и их предназначении в современных сетях связи. Основной акцент будет сделан на описание метода, основанного на изменении порядка следования пакетов, а так же на его экспериментальную реализацию.

методы сетевой стеганографии, Wireshark, Pcap4j.

Большинство криптографических методов помогают нам изменить данные таким образом, чтобы злоумышленник не смог получить несанкционированный доступ к данным, но в то же время, факт передачи информации остается общедоступным, что в свою очередь может нести дополнительную информацию, которую нежелательно знать злоумышленнику и тут нам поможет стеганография.

Стеганография – это наука о способах передачи или хранения информации с учетом сохранения в тайне самого факта такой передачи. Основное отличие сетевой стеганографии от других видов заключается в том, что скрытая информация передается по компьютерным сетям с учетом особенностей работы протоколов передачи данных. Чаще всего принцип работы методов сетевой стеганографии обусловлен изменением параметров передачи одного или нескольких сетевых протоколов модели OSI или TCP/IP.

Рассмотрим классификацию методов сетевой стеганографии (рис. 1) [1, 2]:



Рис. 1. Классификация методов сетевой стеганографии

1 Методы, изменяющие данные в полях заголовков сетевых протоколов и полезную нагрузку

Преимущества. Относительно высокая пропускная способность поскольку информация вкладывается в каждый пакет (в поля заголовка или полезную нагрузку).

Недостатки:

а) легко обнаруживаются при помощи анализаторов сетевого трафика и отбрасывается при помощи межсетевых экранов, что влечет за собой потерю пакетов и дальнейшее ухудшение качества связи;

б) данные вкладываются в открытом виде, поэтому их можно легко обнаружить и получить.

2 Методы стеганографии, изменяющие структуру и параметры передачи пакетов

Преимущества:

а) относительно несложная реализация;

б) достаточно высокая сложность обнаружения, поскольку используются механизмы характерные поведению сети (т. е. задержки и перестановки пакетов).

Недостатки:

а) требуется синхронизация отправителя и получателя;

б) низкая пропускная способность;

с) для некоторых методов данной группы характерны задержки, которые могут повлиять на качество передачи.

3 Смешанные (гибридные) методы сетевой стеганографии

Преимущества:

а) высокая пропускная способность;

б) низкая вероятность обнаружения;

с) не требует синхронизация отправитель-получатель.

Недостатки. Сложная реализация и потеря качества связи, что может создать лишние подозрения и причины для стегоанализа.

Метод сетевой стеганографии, основанный на изменении порядка следования пакетов

Последовательность из n пакетов можно отсортировать несколькими способами. Если порядок этих объектов не имеет значения, то при разумном выборе расположения n пакетов существует возможность скрытно передавать максимум $\log_2(n!)$ битов. Объем скрытных данных резко увеличивается при больших n .

Изменение порядка пакетов не требует изменения содержимого пакета т. е. полезная нагрузка и заголовки не затрагиваются, следовательно, никаких серьезных изменений покрывающего объекта не происходит.

Процессы сортировки пакетов требуют ссылки, чтобы связать номера пакетов с их фактическим порядком. Необходимо каждому пакету задать определенный порядковый номер. Для этих целей может использоваться 32-битное поле порядкового номера заголовка аутентификации (AH) и поле инкапсулирующей полезной нагрузки безопасности (ESP) в протоколе IPSec, поскольку они предоставляют информацию об идентификации и порядке пакетов. Также можно использовать поле "Identification", которое генерируется случайным образом на стороне отправителя при создании пакета. Используется это поле только тогда, когда в сети используется функция фрагментации пакета, а она, в свою очередь, срабатывает в случаях, когда пакет по размеру не превышает MTU (*maximum transmission unit*) в передаваемой сети. Поэтому для реализации этого метода необходимо знать MTU.

На рис. 2 показана схема скрытого канала, основанного на изменении порядка следования пакетов. Стегоалгоритм сортирует исходную последовательность пакетов «O», тем самым вкладывая скрытые данные «C_k» в покрывающий объект. В некоторых алгоритмах сортировки используется секретный ключ, который позволяет на приемной стороне извлечения данные, например, алгоритм «торального автоморфизма» [3, 4].

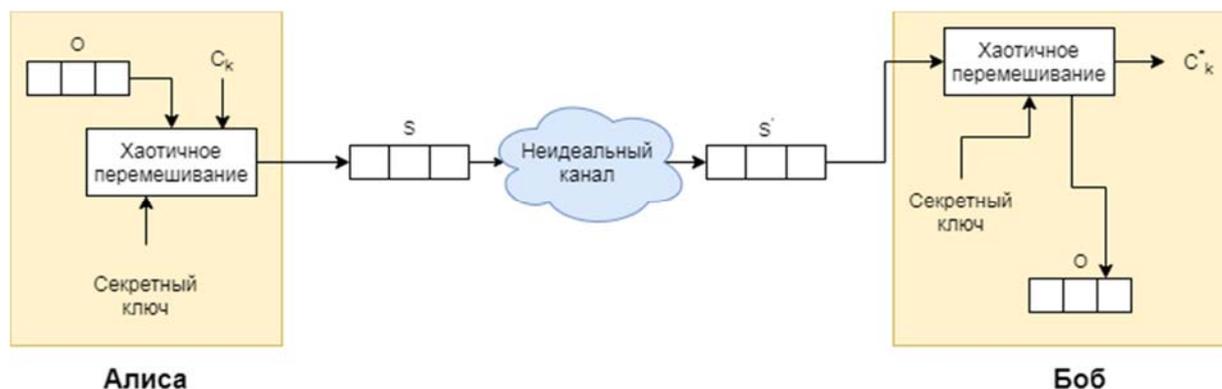


Рис. 2. Схема скрытого канала, основанного на изменении порядка следования пакетов

Далее, последовательность передается по идеальному каналу, благодаря которому порядок пакетов может также измениться в процессе передачи данных. Это необходимо учитывать и на приемной стороне полученную последовательность необходимо подвергать обработке, которая называется «Метод оценки самой длинной последовательности» и позволяет восстановить изначально отправленную последовательность [3].

После этого на приемной стороне реализуется алгоритм извлечения скрытых данных, т. е. считывание порядковых номеров пакетов в последовательности.

Экспериментальная реализация метода

Данный метод был реализован с помощью следующих инструментов:

1. Библиотека Pcap4j, на языке Java.
2. Анализатор сетевого трафика Wireshark.
3. RadminVPN.

После создания VPN соединения переходим к написанию метода, который отвечает за переупорядочение пакетов в изначальной последовательности, т. е. изменение порядковых номеров пакета. В данном случае используется поле "Identification" пакета IPv4, как и описывалось ранее (рис. 2).

```
private static void seqOrderMethod(Packet[] inputPackets, int[] sortedSeqNumbers, PcapHandle sendHandle) {
    if (inputPackets.length != sortedSeqNumbers.length) {
        throw new IllegalArgumentException("Incorrect values! The amount of sequence number's should match the count of packets.");
    }

    for (int i = 0; i < inputPackets.length; i++) {
        IPv4Packet.Builder ipv4Builder = inputPackets[i].getBuilder().get(IPv4Packet.Builder.class)
            .identification((short) sortedSeqNumbers[i]);
        EthernetPacket.Builder ethernetBuilderPacket = (EthernetPacket.Builder) inputPackets[i].getBuilder();
        ethernetBuilderPacket.payloadBuilder(ipv4Builder);
        try {
            sendHandle.sendPacket(ethernetBuilderPacket.build());
            System.out.println("Packet №" + i + " is assigned number " + sortedSeqNumbers[i]);
        } catch (PcapNativeException | NotOpenException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Рис. 2. Код

В качестве входных параметров передаем:

- 1) Изначальную последовательность пакетов (*Packet[] inputPackets*).
- 2) Массив порядковых номеров переупорядоченной последовательности, которые необходимо назначить пакетам (*int[] sortedSeqNumbers*).
- 3) Инструмент отправки пакетов из библиотеки "Pcap4j" (*PcapHandle sendHandle*).

Алгоритм пробегается по всем пакетам в последовательности, назначая новые порядковые номера каждому пакету и отправляет их.

На приемной стороне воспользуемся Wireshark, чтобы извлечь вложенную скрытую информацию.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
21	9.879421	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
22	9.880148	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
23	9.881829	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
24	9.881914	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000

> Frame 21: 1054 bytes on wire (8432 bits), 1054 bytes captured (8432 bits) on interface \Device\NPF_{3D498B95-60A5-4CC7-AEA4-F925F897FC73}, id 0
 > Ethernet II, Src: 02:50:0b:f1:d:42 (02:50:0b:f1:d:42), Dst: 02:50:23:6b:ec:cf (02:50:23:6b:ec:cf)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 26.225.207.253, Dst: 26.64.30.104
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 1040
 Identification: 0x0000 (0)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
21	9.879421	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
22	9.880148	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
23	9.881829	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
24	9.881914	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000

> Frame 24: 1054 bytes on wire (8432 bits), 1054 bytes captured (8432 bits) on interface \Device\NPF_{3D498B95-60A5-4CC7-AEA4-F925F897FC73}, id 0
 > Ethernet II, Src: 02:50:0b:f1:d:42 (02:50:0b:f1:d:42), Dst: 02:50:23:6b:ec:cf (02:50:23:6b:ec:cf)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 26.225.207.253, Dst: 26.64.30.104
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 1040
 Identification: 0x0001 (1)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
21	9.879421	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
22	9.880148	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
23	9.881829	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
24	9.881914	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000

> Frame 23: 1054 bytes on wire (8432 bits), 1054 bytes captured (8432 bits) on interface \Device\NPF_{3D498B95-60A5-4CC7-AEA4-F925F897FC73}, id 0
 > Ethernet II, Src: 02:50:0b:f1:d:42 (02:50:0b:f1:d:42), Dst: 02:50:23:6b:ec:cf (02:50:23:6b:ec:cf)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 26.225.207.253, Dst: 26.64.30.104
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 1040
 Identification: 0x0003 (3)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
21	9.879421	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
22	9.880148	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
23	9.881829	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000
24	9.881914	26.225.207.253	26.64.30.104	TCP	1054	[TCP ZeroWindow] [TCP Retransmission] 4664 → 4664 [None] Seq=1 Win=0 Len=1000

> Frame 22: 1054 bytes on wire (8432 bits), 1054 bytes captured (8432 bits) on interface \Device\NPF_{3D498B95-60A5-4CC7-AEA4-F925F897FC73}, id 0
 > Ethernet II, Src: 02:50:0b:f1:d:42 (02:50:0b:f1:d:42), Dst: 02:50:23:6b:ec:cf (02:50:23:6b:ec:cf)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 26.225.207.253, Dst: 26.64.30.104
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 1040
 Identification: 0x0002 (2)

Рис. 3. Заголовки полученных пакетов

Основываясь на результате полученных пакетов (рис. 3), можно сделать вывод о том, что скрытый канал, основанный на изменении порядка следования пакетов успешно реализован.

Список использованных источников

1. Белкина Т. А. Аналитический обзор применения сетевой стеганографии для решения задач информационной безопасности // Молодой ученый. 2018. № 11 (197). С. 36–44.
2. Wojciech Mazurczyk, Milosz Smolarczyk, Krzysztof Szczypiorski. Hiding Information in Retransmissions // Telecommunication Systems. 52 (2), May 2009 [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0905/0905.0363.pdf> (дата обращения 17.05.2020).
3. Ahsan K. Covert Channel Analysis and Data Hiding in TCP/IP, M. A. Sc. thesis, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto, August 2002 [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/emintham/Papers/blob/master/Ahsan,Kundur-%20Practical%20Data%20Hiding%20in%20TCP-IP.pdf> (дата обращения 16.05.2020).

4. Pitas and G. Voyatzis. Chaotic mixing of digital images and applications to watermarking // In European Conference on Multimedia Applications Services and Techniques (EMAST' 96), vol. 2, pp. 687–695, 1996. URL: https://www.researchgate.net/publication/50342483_Chaotic_Mixing_of_Digital_Images_and_Applications_to_Watermarking (дата обращения 16.05.2020).

5. Красов А. В., Степанов Е. И. Практическое применение сетевой стеганографии на примере протокола ICMP // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. 2018. С. 510–51. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35231625> (дата обращения 17.05.2020).

6. Костырин А. С., Красов А. В. Обзор возможностей реализации канальной стеганографии на основе протоколов сетевого и транспортного уровней модели OSI // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международной научно-технической и научно-методической конференции : сб. науч. ст. в 4-х т. 2017. С. 437–443 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32578305> (дата обращения 17.05.2020).

7. Костырин А. С., Красов А. В. Реализация метода канальной стеганографии с использованием протокола ICMP // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международной научно-технической и научно-методической конференции: сб. науч. ст. в 4-х т. 2017. С. 443–448 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32578915> (дата обращения 18.05.2020).

8. Красов А. В., Гельфанд А. М., Коржик В. И., Котенко И. В., Петрив Р. Б., Сахаров Д. В., Ушаков И. А., Шариков П. И., Юркин Д. В. Построение доверенной вычислительной среды. Санкт-Петербург, 2019. [Электронный ресурс], URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41448110> (дата обращения 18.05.2020).

Статья представлена заведующим кафедрой ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Красовым А. В.

УДК 004.056

Р. И. Марданов (студент гр. ИКБ-62, СПбГУТ)

МЕТОДИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛА РЕЧИ В БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛУБОКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В работе представлена методика преобразования сигнала речи с разложением в спектр звука. Полученные численные характеристики звука формируют вектор признаков для обучения глубокой нейронной сети. Настройка весовых коэффициентов нейронной сети выполняется таким образом, чтобы входной вектор, описывающий тембр одного голоса, преобразовывался в выходной вектор, соответствующий тембру целевого голоса. Разработанная методика позволяет оценить точность распознавания речи в биометрических системах аутентификации, а также выявить возможную уязвимость, возникающую при подмене голосовых показателей пользователей в таких системах.

глубокая нейронная сеть, биометрические данные, аутентификация, преобразование сигнала.

Биометрическая система аутентификации

Биометрией называется система распознавания личностей по одной или нескольким поведенческим, или физическим чертам. К поведенческим чертам относятся черты, связанные с поведением человека. Это могут быть его походка, манера речи, почерк и т.д. Под физиологическими чертами понимается все, что относится к форме тела, а именно отпечатки пальцев, форма и черты лица, запах, сетчатка глаза, голос и др. В индустрии информационных технологий биометрические данные являются основным объектом при использовании в качестве формы управления идентификаторами доступа и контроля доступа.

Системы аутентификации, использующие биометрические данные людей для удостоверения их личности, называются биометрическими.

Биометрическая аутентификация подразумевает процесс проверки подлинности личности посредством предъявления своего биометрического образа и путем преобразования данного образа в соответствии с определенным заранее протоколом аутентификации.

Методы биометрической аутентификации делятся на следующие классы [1]:

- статические методы, основой которых являются физиологические данные человека, которые присутствуют у него в течение всей жизни и которые не могут быть скопированы, потеряны или украдены;
- динамические методы, которые основаны на поведенческих характеристиках человека, т.е. на особенностях, характерных для подсознательных движений в процессе воспроизведения или повторения какого-либо обыденного действия.

Необходимыми критериями биометрических параметров являются [1]:

- всеобщность (признак должен присутствовать у всех людей);
- уникальность (с биометрической точки зрения отрицается факт существования более одного человека с одинаковыми поведенческими и физическими параметрами);
- постоянство (необходимость в постоянстве измеряемых биометрических параметров во времени для корректной аутентификации);
- измеримость (должна существовать возможность измерения признака каким-либо фиксирующим устройством для дальнейшего занесения в базу данных);
- приемлемость (общество не должно быть против измерения и сбора биометрических параметров).

В данной работе в качестве основного биометрического параметра будет рассматриваться уникальность голоса человека.

Идентификация – это присвоение объекту уникального имени – идентификатора, и сравнение этого параметра со всем перечнем присвоенных идентификационных имен. Идентификатор должен однозначно характеризовать объект, т. е. два разных объекта не должны обладать одинаковыми идентификаторами.

Идентификация личности по характеристикам аудиосообщений может проводиться по следующим характеристикам:

- тональность – высота основного тона голоса, которая измеряется в Гц и строится вокруг движений голосовых связок;
- громкость, насыщенность – параметр, зависящий от силы, количества энергии, которую человек вкладывает в произношение тех или иных звуков;
- тембр голоса – это уникальное для каждого человека звучание звуков/слов;
- фонетика – индивидуальное для каждого человека произношение слогов, звукосочетаний, а также закономерность соединения звуков в речевую цепочку. Сюда также входит произношение и акцент.

Для идентификации личности необходимо сравнить характеристики голоса из аудиосообщения с характеристиками голоса из базы данных или добавить данные характеристики при отсутствии в базе данных. Так как тональность легко подделать, то на эту характеристику не стоит обращать большого внимания. Другая же характеристика – тембр голоса – отличается от человека к человеку из-за разности формирования голосовых связок (поэтому по нему уже можно сильно различать личности), представляет собой уникальный обертоновый окрас основного тона голоса. Тембр можно увидеть в виде пиков по бокам от основного тона и его гармоник.

При произношении одного и того же слова двумя разными людьми спектрограммы будут различаться, следовательно, может проходить идентификация по спектрограммам.

По вертикальной оси рис. 1 (см. ниже) откладывается высота тона. По различиям в спектрах рядом с основным тоном (самый яркий цвет на спектрограмме) можно различать тембр голоса. По фонетике различия могут прослеживаться в совокупности по вертикальной оси (частота, высота тона) и горизонтальной оси (время). Такие различия возникают ввиду того, что каждый человек в обычных условиях произносит одну и ту же фразу по-разному, что обуславливается разным произношением звукосочетаний, акцентом, диалектом и т. д.

Всякая схема распознавания работает в следующих двух режимах:

- режим регистрации;
- режим идентификации.



Рис. 1. Образцы спектрограмм

Режим регистрации представляет собой последовательное выполнение следующих действий[2]:

- получение речевого потока;
- извлечение признаков;
- запись в базу данных;
- перенастройка системы классификации.

Режим идентификации заключается в следующих этапах[2]:

- получение речевого потока;
- извлечение признаков;
- сравнение с порогом;
- классификация.

Из описания режимов видна их схожесть между собой. Обоим необходимо получение речевого аудио потока и вычисление основных признаков, полученных данных. Отличие же состоит в последующей обработке потоков. В режиме регистрации поток необходимо запомнить для последующего использования, поскольку работа с основными признаками является более эффективной, чем работа с сырыми данными. При этом в режиме идентификации сохранять данные нельзя, поскольку система не имеет никакой обратной связи на данном этапе работы и не может быть полностью уверена в принадлежности голоса конкретному лицу.

Методика преобразования сигнала речи

Методика преобразования сигнала речи подразумевает под собой выполнение следующих этапов работы:

1. Этап нарезки образцов голосов.
2. Этап преобразования сигнала образцов в спектральный вид.
3. Этап обучения глубокой нейронной сети.
4. Этап преобразования результатов нейронной сети обратно в сигнал.
5. Этап проверки результатов обучения нейронной сети.

Системой в данной методике называется программа, выполняющая математические вычисления. Человек, работающий с данной системой и контролирующий этапы ее работы, является оператором системы.

На первом этапе производится запись одинаковых фраз двух разных голосов: исходного, тембр которого будет преобразован, и целевого, в который будет преобразован исходный голос. Далее выбираются участки с одинаковыми звуками для более точного изменения тембра. Данный этап выполняется оператором системы. На рис. 2 приведен пример образцов голосов.

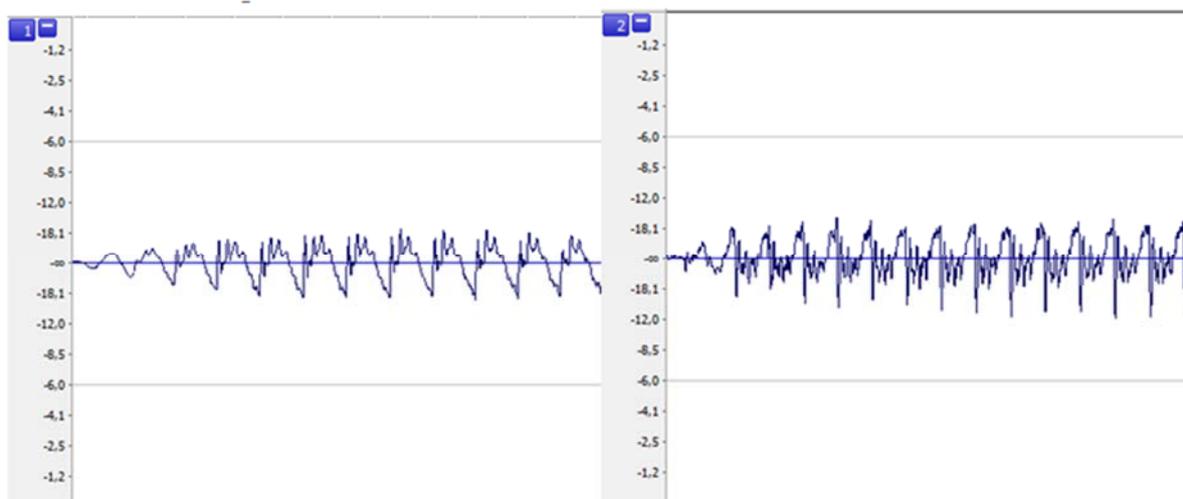


Рис. 2. Пример образцов исходного и целевого голосов соответственно

На втором этапе производится преобразование сигнала в спектральный вид. Происходит это посредством деления сигнала на небольшие фрагменты, семплы, по 2048 пиков в каждом, поскольку для получения частотного спектра сигнал должен пройти быстрое преобразование Фурье, для которого на вход подается массив из $2N$ значений. Такая размерность семплом была выбрана экспериментальным путем и показала лучший результат относительно других значений. При дискретизации 44,1 кГц длительность каждого семпла будет приблизительно равна 46 миллисекундам. Данный этап выполняется системой и контролируется оператором.

Третий этап методики заключается в обучении глубокой нейронной сети по полученному набору спектров после прохождения этапа преобразования сигнала образцов в спектральный вид. Данный этап также выполняется системой.

После прохождения набора спектров исходного голоса через нейронную сеть начинается четвертый этап, который заключается в преобразовании полученного набора спектров в звуковой сигнал с помощью обратного быстрого преобразования Фурье. Данный этап выполняется системой.

На пятом этапе производится проверка результата изменения тембра голоса в звуковом сигнале после прохождения через нейронную сеть оператором. В ходе проверки оценивается текущая эффективность нейронной сети, и принимаются решения о дальнейшем её обучении. Исходом проверки может являться:

- сохранение модели обученной нейронной сети для дальнейшего использования, если результат удовлетворителен;
- исправление и/или перезапись образцов на этапе 1, увеличение количества образцов речи, если результат неудовлетворителен.

Пятый этап выполняется оператором.

Заключение

В данной работе определены характеристики голоса, по которым может проводиться идентификация и которые будут использоваться для разработки системы преобразования речевого сигнала на основе глубокой нейронной сети. Рассмотрены режимы работы систем биометрической идентификации. Разработана и описана методика преобразования сигнала речи на основе глубокой нейронной сети.

Список использованных источников

1. Биометрические системы аутентификации. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8 (дата обращения 13.05.2020). – Заглавие с экрана.
2. Текстонезависимая идентификация по голосу [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/336516/> (дата обращения 13.05.2020). – Заглавие с экрана.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Браницким А. А.

УДК 621.39

А. А. Митленер (студент гр. ИКТФ-86М, СПбГУТ)

И. А. Потапов (студент гр. ИКТФ-96М, СПбГУТ)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛИТОННЫХ ИМПУЛЬСОВ С УПРАВЛЕНИЕМ ПОТЕРЯМИ

Исследованы возможности использования солитонных импульсов для повышения информационной емкости волоконно-оптических систем связи. Проведено моделирование распространения солитонных импульсов в однопролетной линии с учетом влияния потерь в оптических волокнах со смещенной дисперсией. Показана взаимосвязь параметров световода и символьных импульсов для оптимизации информационных параметров системы передачи данных.

волоконно-оптические системы связи, оптические солитоны, дисперсия.

Для систем передачи на дальние расстояния эффективно использование солитонных импульсов [1, 2, 3, 4, 5]. Такой режим передачи данных позволяет увеличить информационную емкость системы, определяемую как произведение длины пролета L_A на скорость передачи V . Скорость передачи данных V обратно пропорциональна длительности символьного импульса, так что при гигабитных потоках используются импульсы пикосекундной длительности. Уменьшение длительности символьного импульса влечет уширение его спектра, а, следовательно, усиление эффекта его дисперсионного уширения по мере распространения по световоду. Увеличение длины пролета L_A предполагает высокую начальную мощность символьного импульса. Сочетание широкого спектра и высокой мощности приводит к нелинейным искажениям передаваемых импульсов. Решить данную проблему можно использованием оптических солитонов, позволяющих компенсировать дисперсионное уширение импульсов эффектом самосжатия, обусловленном керровской нелинейностью в волоконном световоде. Однако, в реальном световоде баланс дисперсии и керровской нелинейности нарушается ослаблением импульса потерями.

Для систем связи с большой длиной пролета L_A рационально использование солитонных импульсов с управлением потерями (the average soliton regime). Информационная емкость таких систем зависит от начальной длительности символьных импульсов. Ограничение на дальность распространения в солитонном режиме накладывается условием [2, 3]:

$$L_A \ll L_D$$

где L_D – дисперсионная длина, определяемая как:

$$L_D = \frac{\tau_0^2}{\beta_2},$$

где τ_0 – начальная длительность символьного импульса, β_2 – дисперсия волоконного световода. Максимальная дальность распространения определяется условием регистрации с заданной вероятностью ошибки.

В световоде без потерь фундаментальный солитон формируется при начальной мощности импульса P_f , равной:

$$P_f = \frac{\beta_2}{\gamma \tau_0^2},$$

где γ – коэффициент нелинейности волоконного световода. Солитону N -го порядка соответствует входная мощность $P_N = N^2 P_f$.

Особенность солитонных импульсов с управлением потерями – зависимость начальной мощности от длины пролета L_A . Для формирования солитона первого порядка начальная мощность P_o импульса [2, 3]:

$$P_o = a_o^2 P_f,$$

где

$$a_o = \sqrt{\frac{2\Gamma Z_a}{1 - \exp(-2\Gamma Z_a)}},$$

где $Z_a = L_A/L_D$, $\Gamma = \alpha \bullet L_D$, α – потери в световоде.

Особенность солитоноподобных импульсов при больших значениях параметра Γ – возможность описания на определенных пространственных участках решением уравнения Шредингера для солитонов различных порядков. Так на рис. 1 (см. ниже) показаны зависимости амплитудного параметра a_o от величины пространственного интервала Z_a , нормированного на дисперсионную длину. При взаимосвязанных значениях параметров системы, таких как тип волокна (дисперсия, потери), длительность импульсов, определяющих параметр Γ , величины Z_a , определяющей a_o , реализуется солитоноподобный режим распространения импульсов.

Следует заметить, что при одних и тех же начальных параметрах импульсной последовательности (длительность и пиковая мощность), но разных Z_a , может быть реализован тот или иной режим распространения импульсов. Так, как видно из рис. 1, при больших значениях параметра Γ наблюдается перекрытие областей существования солитонов первого $N = 1$, второго $N = 2$ и третьего $N = 3$ порядков. В начальной стадии эволюции импульс претерпевает фазу нелинейного самосжатия. Дальнейшая динамика самовоздействия импульсов соответствует порядку солитона.

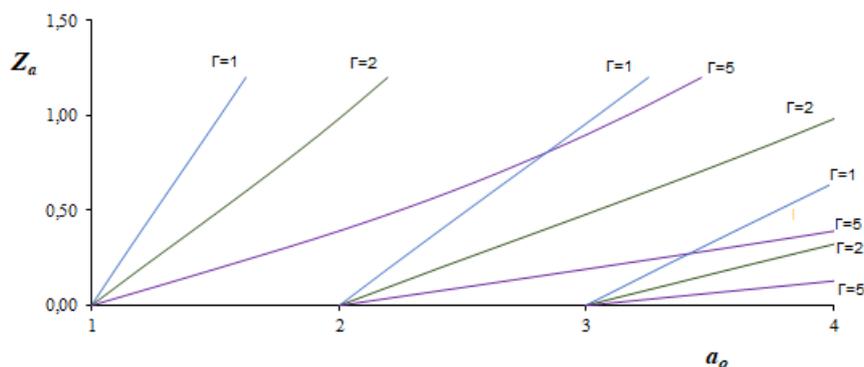


Рис. 1. Пространственные интервалы существования солитоподобных импульсов

Моделирование проводилось в программе OptiSystem. Для идентификации солитонного режима распространения импульсов при моделировании наблюдался режим солитона третьего порядка. Отличительной чертой $N = 3$ – солитона является характерный «распад» одиночного импульса на два на расстоянии, соответствующем половине периода солитона, $Z_{sp} = \pi L_D/2$ [1] (рис. 2).

На рис. 2 представлены огибающие импульсов для трех значений начальной мощности на входе линии: $P_o = 20$ мВт ($N = 1$), $P_o = 80$ мВт ($N = 2$), $P_o = 160$ мВт ($N = 3$). Характерные особенности для указанных солитонных импульсов соответствуют расчетным. Заметим, что в волокне без потерь для формирования солитона третьего порядка соответствовала бы входная мощность около 40 мВт.

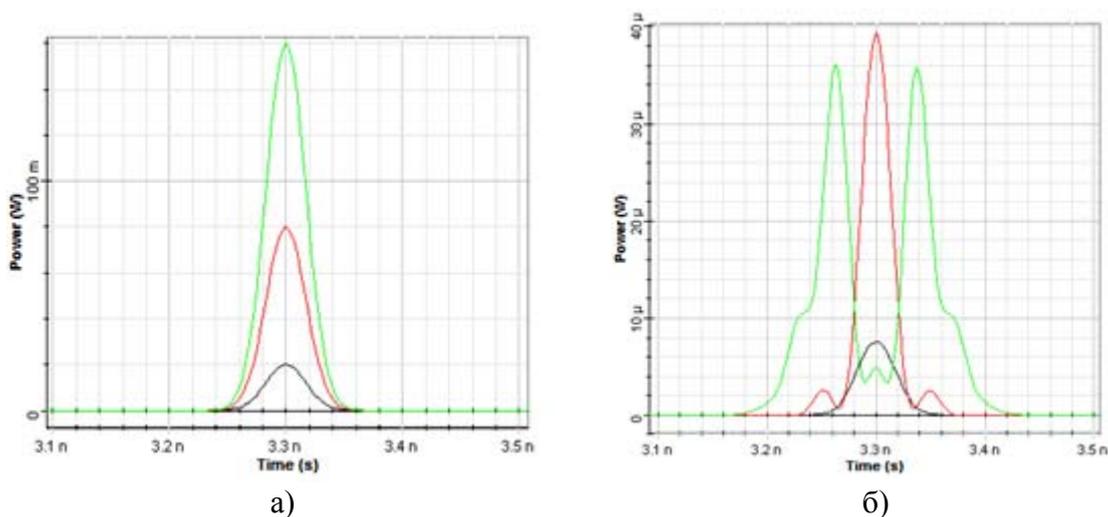


Рис. 2. Динамика изменения огибающей солитонных импульсов при различных значениях начальной мощности:

а) – на входе линии, б) – на расстоянии половины периода солитона: $Z_{sp}/2$.

При использовании солитонных импульсов в световоде со смещенной дисперсией $\beta_2 = 2$ пс²/км и уровне потерь 0,2 дБ/км ($\Gamma \cong 5$) максимальная

дальность распространения L_A при условии регистрации на квантовом пределе детектирования (выходная энергия $6 \cdot 10^{-6}$ пДж, что соответствует вероятности ошибки 10^{-20}) достигает 250 км. При пятикратной скважности следования импульсов в однопролетной системе передачи данных может быть достигнута информационная емкость 750 Гбит/с •км.

Для линий передачи данных на большие расстояния представляет интерес использование солитонов с периодическим усилением для компенсации ослабления символьных импульсов потерями в световоде. В программе OptiSystem смоделирована линия с длиной пролета $L_A = 50$ км. После прохождения первого участка L_A величина Q -фактора была более 50, и даже после двадцати участков L_A величина Q -фактора оставалась выше 13. Таким образом продемонстрировано эффективное использование оптических солитонов в линиях передачи данных на дальние расстояния.

Список использованных источников

1. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика : пер. с англ. – М. : Мир, 1996. – 323 с.
2. Кившарь Ю. С., Агравал Г. П. Оптические солитоны. От волоконных световодов до фотонных кристаллов : пер. с англ. / Под ред. Н. Н. Розанова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 648 с.
3. Андреева Е. И., Былина М. С., Глаголев С. Ф., Чаймарданов П. А. Свойства временных оптических солитонов в оптических волокнах и возможность их использования в телекоммуникациях. Часть 1 // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4. № 1. С. 5–12.
4. Hasegawa A., Kodama Y. Guiding-center soliton in optical fibers // Optics Letters. 1990. Vol. 15. Iss. 24. PP. 1443–1445. 5.
5. Mollenauer L. F., Gordon J. P. Solitons in Optical Fibers: Fundamentals and Applications. Academic Press, 2006. 296 p.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ФилС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук Андреевой Е. И.

УДК 004.7

Д. Ю. Мицковский (студент гр. ИКТЗ-64, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТРИК ОЦЕНКИ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СТЕГОСИСТЕМ

В исследовательской работе изучаются существующие методы оценивания эффективности лингвистических стегосистем. Целью исследования являлось выяснение

возможности использования метрик оценки машинного перевода для оценки безопасности лингвистических стегосистем. Исследование проводилось с помощью измерения значений исследуемых метрик при оценке генерируемых стеготекстов различных лингвистических стегосистем и сравнения полученных результатов метрик. В процессе исследования получены результаты о влиянии лингвистических стегопреобразований текста на значения метрик при оценке стеготекстов, сформированы рекомендации по использованию метрик для оценки стегосистем.

стеганография, BLEU, METEOR, RIBES, WER, TER, оценка стегосистем.

Основной целью исследования является изучение возможности использования метрик машинного перевода для оценки лингвистических стегосистем. Для этого необходимо было изучить основные принципы работы существующих методик оценивания и метрик, а также сформировать рекомендации к использованию метрик по результатам сравнительные измерений значений оценок. В ходе изучения также использовались результаты исследования [1].

Лингвистической стеганографией (СГ-Л) называются методы скрытия вложения информации в текстовые документы, представленные на любом языке и на любых носителях [2]. Лингвистическая стеганография до сих пор является слабо изученным направлением. Существующие методики оценивания часто вызывают многочисленные споры в связи с неоднозначностью критериев, по которым должна оцениваться лингвистическая стегосистема. В связи с этим исследования методов оценки становятся актуальными в последнее время.

Оценка эффективности стегосистемы с точки зрения безопасности может производиться человеком, либо автоматической программой с помощью метрик [3]. Данные методики оценивания заключаются в проверке стеготекстов, производимых стегосистемой в плане их естественности и способности скрыть передачу сообщения. Оценка стеготекстов человеком является наиболее точной, но из-за различия восприятия текста у разных аннотаторов один и тот же текст может получить совершенно разные оценки. При этом быстрая проверка большого количества текстов затруднительна. Эти недостатки приводят к необходимости использования автоматических методов оценки. В качестве основных решений автоматической оценки предлагается использование метрик для оценки машинного перевода, которые сравнивают машинный текст с переводами, произведёнными человеком. В исследовании изучалось использование метрик BLEU, WER, TER, METEOR, RIBES.

Метрика BLEU рассчитывается согласно количеству совпадений n -грамм между стеготекстом и эталонным текстом, составленным человеком [4]. Метрика BLEU дает более высокие оценки последовательным совпадающим словам. Также метрикой учитывается количество слов в стеготексте и если слов в стеготексте меньше, чем в эталоне, то при расчёте

учитывается штраф по формуле (2). Чем выше значение метрики, тем лучше текст. Метрика вычисляется по формуле (1):

$$BLEU = \left(P_B \left(\prod_{i=1}^n \frac{k_i}{l_i} \right)^{\frac{1}{n}} \right) \cdot 100 \% , \quad (1)$$

где i – длина n -грамм, k – количество совпадающих n -грамм у эталона и стеготекста, l – количество n -грамм стеготекста. Отношение $\frac{k_i}{l_i}$ также называют точностью. P_B – это штраф за краткость, который рассчитывается следующим образом:

$$P_B = \begin{cases} 1, & c > r \\ e(1-r^c), & c \leq r \end{cases} \quad (2)$$

где r – количество слов эталона, а c – количество слов в обработанном тексте.

Метрика WER рассчитывается как количество ошибок, деленное на общее количество слов [4]. Получение WER начинается со сложения замен, вставок и удалений в стеготексте относительно эталона, которые происходят в последовательности распознанных слов. Затем это число делится на общее количество первоначально использованных слов. Чем выше значение метрики, тем хуже оцениваемый текст. WER рассчитывается по формуле:

$$WER = \frac{S+D+I}{N},$$

где S – число замен (неправильное распознавание одного слова для другого), D – количество удалений (слов, пропущенных системой распознавания), I – количество вставок (слов, введенных в текст, выводимый системой распознавания), N – это число слов в ссылке.

Метрика TER рассчитывается как количество правок, которые необходимо внести в стеготекст, чтобы тот точно соответствовал эталонному тексту [4]. Правки могут включать удаление, вставку, замену, а также, в отличие от WER, изменение порядка слов. Чем больше правок необходимо, тем хуже оцениваемый текст. Рассчитывается метрика по следующей формуле:

$$TER = \frac{E_W}{R},$$

где E_W – минимальное количество правок, требуемое для точного совпадения, а средняя длина ссылочного текста задается R .

Метрика METEOR рассчитывается согласно совпадениям n -грамм стеготекста и эталона, при этом в расчёте метрики учитывает размер совпадающих n -грамм. Для этого стеготекст делится на группы n -грамм, совпадающих с группами n -грамм в эталоне. Чем больше длина совпадающих n -грамм, тем больше значение метрики и лучше оцениваемый текст [4]. Метрика вычисляется по формулам:

$$METEOR = Fmean(1 - P_M),$$

$$Fmean = \frac{10PR}{R+9P}.$$

Для учёта изменений в стеготексте в расчёте метрики используются полнота и точность которые представляются в виде формул:

$$P = \frac{k}{M_s},$$

$$R = \frac{k}{M_r},$$

где k – это количество совпадающих n -грамм в стеготексте и эталоне, M_s – количество n -грамм стеготекста, M_r – количество n -грамм в эталоне.

Учёт длины совпадающих групп n -грамм производится с помощью расчёта штрафа за краткость P_M . Чем длиннее группы совпадающих слов, тем меньше кол-во групп в стеготексте и тем меньше штраф, который вычисляется согласно выражению :

$$P_M = 0,5 \left(\frac{C}{M_u} \right)^3,$$

где M_u – число групп n -грамм, а C – количество n -грамм, которые объединили в группы.

Метрика RIBES фокусируется на порядке слов. Для расчёта используются коэффициенты ранговой корреляции, ρ – коэффициент Спирмена, показывающий насколько порядковый номер слова в стеготексте отличается от порядкового номера слова в эталоне, и τ – коэффициент Кендалла, показывающий в каком направлении порядок слов стеготекста отличается от эталона – в отрицательном или в положительном. Коэффициенты вычисляются по формулам:

$$\rho = 1 - 6 \frac{\sum d^2}{n^3 - n},$$

$$\tau = \frac{\sum S - \sum Q}{\frac{1}{2}n(n-1)},$$

где d – различия в значениях рангов, n – общее количество рангов, S – количество рангов после n -го ранга, превышающих значение n -го ранга, Q – количество рангов после n -го ранга, чье значение меньше значения n -го ранга. Ранговые коэффициенты могут быть нормализованы для обеспечения положительных значений по формулам:

$$NSR = \frac{\rho+1}{2},$$

$$NKT = \frac{\tau+1}{2}.$$

Для учёта изменений слов в метрике также учитывается точность. С учётом нормализованных ранговых коэффициентов и точности метрика RIBES вычисляется по формуле (3) [5]. Чем выше значение метрики, тем лучше оцениваемый текст.

$$RIBES = \frac{NSR_1 * P^\alpha + NST_1 * P^\alpha}{2}, \quad (3)$$

где α – коэффициент учёта точности в диапазоне $0 < \alpha < 1$.

Для исследования изменений значений метрик оценки использовался эталонный текст (составленный человеком), тексты с заменой синонимов и порядка слов (а также сочетания обоих преобразований) без существенного изменения по смыслу. Также для проверки работы метрик использован эталон с внесением случайных замен слов и порядка, при сохранении некоторых частей текста эталона. Для метрики BLEU также использовались сслочные тексты (тексты, схожие с эталоном, также составленные человеком).

Общие результаты исследования представлены в таблице.

ТАБЛИЦА. Результаты расчётов значений метрик для стеготекстов, %

Метрики	Стеготекст с заменой синонимов	Стеготекст с изменением порядка слов	Текст со случайными изменениями
BLEU	75	53	14
METEOR	82	90	65
RIBES (при $\alpha = 0$)	100	97	74
RIBES (при $\alpha = 0,5$)	90	97	63
RIBES (при $\alpha = 1$)	82	97	54
WER	18	48	82
TER	18	20	67

Результаты исследования показали, что наиболее эффективными метриками оценки оказались метрики TER и RIBES при коэффициенте учёта точности 1. При изменении стегопреобразований оценка стеготекстов менялась менее значительно, чем для других метрик, при этом текст со случайными преобразованиями был оценён низко. Метрики BLEU и WER оказались эффективны при оценке стеготекстов с заменой синонимов, однако для использования при оценивании стегосистем с изменением порядка не рекомендуются. Метрика METEOR оказалась наименее эффективной среди метрик из-за более высокой оценки текста со случайными преобразованиями, что является недопустимым.

Список использованных источников

1. Ахрамеева К. А., Герлинг Е. Ю., Мицковский Д. Ю., Прудников С. В. Использование метрики BLEU для оценки естественности текста лингвистических стегосистем // Вестник Российского нового университета, серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2020. С. 5.
2. Коржик В. И., Небаева К. А., Герлинг Е. Ю., Догиль П. С., Федянин И. А. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки. Часть 1 : монография / Под общ. ред. проф. В. И. Коржика ; СПбГУТ. – СПб., 2016. – С. 226.
3. Topkara, M., Topkara, U., & Atallah, M. J. Words are not enough: sentence level natural language watermarking: MCPS '06 // Proceedings of the 4th ACM international workshop on Contents protection and security. – 2006. – PP. 37–46
4. Philipp Koehn. Statistical Machine Translation. – 2010. – 433 p.
5. Krzysztof Wołk. Machine Learning in Translation Corpora Processing – 2019. – 264 p.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук Ахрамеевой К. А.

УДК 004.773.6

Н. А. Мурашкин, С. С. Новиков (студенты гр. ИКПИ-95, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА МЕССЕНДЖЕРА НА БАЗЕ БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМЫ ETHEREUM

Технология Blockchain считается наиболее инновационной и перспективной технологией нашего времени. Однако, при заявляемой разнонаправленности применения, для обывателя она применима лишь к криптовалютам. Именно поэтому, авторы данной статьи разработали проект, который связывает обычных пользователей. В данной статье представлен новый способ применения технологии Blockchain, демонстрируемый в рамках разработанного мессенджера (чат-приложения).

блокчейн, криптография, система обмена сообщениями, серверное приложение.

Блокчейн – выстроенная по определённым правилам непрерывная последовательная цепочка блоков (связный список), содержащих информацию о транзакциях с применением хэширования и криптографии [1, 2, 3, 4].

Чат-приложения на базе технологии Blockchain представляют из себя перспективное направление развития технологии. Сообщения отправляются через блокчейн, поэтому подменить их, удалить или отредактировать нельзя. Также стоит отметить невозможность блокировки и удаления пользовательских аккаунтов. Дополнительным преимуществом с точки зрения конфиденциальности является отсутствие прямых соединений между собеседниками. Все сообщения идут через распределённую систему узлов, поэтому IP-адреса пользователей недоступны друг другу. Сообщение попадает строго в один блок. Невозможно отредактировать или изменить порядок блоков, а также временную метку их добавления в цепь, а, следовательно, и порядок сообщений. Целью данной работы является разработка чата на базе технологии блокчейн.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи:

- Проанализировать платформы обмена сообщениями.
- Разработать архитектуру приложения.
- Установить и настроить клиент Ethereum.
- Разработать клиент и сервер.
- Произвести функциональное тестирование разработки.

После обширного анализа, для серверного приложения (в дальнейшем и везде в тексте – бэкенд) был выбран язык программирования Go (выбор мотивирован применением данного языка при разработке ключевых элементов всей платформы Ethereum, и в частности, узла Ethereum geth (в дальнейшем по тексту – нода), который является ключевым элементом архитектуры технологии блокчейн и выполняет функцию интерфейса для взаимодействия с внешними приложениями). В качестве аналога может быть использован open ethereum, но авторами данной работы приведен способ разработки приложения с использованием оригинальной ноды Ethereum. У данной ноды есть свои плюсы и минусы, которые сложно рассмотреть в рамках одной статьи.

Для разработки клиентского приложения было принято решения использовать язык программирования Kotlin, как наиболее распространённый при решении задачи разработки мобильных приложений. Бэкенд будет взаимодействовать с запущенным узлом Ethereum (*geth*), клиентское приложение будет взаимодействовать с бэкендом через вебсокеты (вебсокеты – протокол связи поверх TCP-соединения, предназначенный для обмена сообщениями между браузером и веб-сервером в режиме реального времени). Проанализировав представленные решения, авторами данной работы

было принято решение об использовании технологии блокчейн для обмена сообщениями – Whisper. Документальное сопровождение данной технологии обширно и позволяет без затруднений интегрировать ее в проект.

Whisper – это технология обмена сообщениями, которая предоставляет низкоуровневый (не зависящий от конкретного приложения), но легкодоступный и сравнительно удобный API. Данная технология создана для разработки приложений следующего поколения, которые требуют крупномасштабного обнаружения данных от многих ко многим, согласования сигналов и передач небольших по объему данных с минимальными задержками и с абсолютной гарантией полной конфиденциальности.

Whisper не является типичным способом коммуникаций потому, как она не предназначена для замены TCP/IP, UDP, HTTP или любых других традиционных протоколов, потому что не может быть ориентированной на соединение, простую доставку данных между парой конкретных конечных точек сети, и не обладает возможностью максимизирования пропускной способности сети.

В системе Whisper сообщения шифруются одним из двух способов. Если сообщение имеет определенного получателя, то с помощью ECIES с открытым ключом конкретного получателя SECP-256k1. Если у сообщения нет получателя, то по AES-256 с случайно сгенерированным ключом. Этот ключ затем соединяется с каждой из полных тем, чтобы сформировать соль (это строка случайных данных, которая подается на вход хеш-функции вместе с исходными данными.).

Чтобы использовать Whisper сначала необходимо подключиться к `ethereum node` с поддержкой Whisper. Также можно запустить свою собственную ноду `geth`. Для последующего тестирования была использована приватная блокчейн-сеть на базе клиента `geth`.

Разработанное решение

Итоговая разработка состоит из двух частей – серверное приложение и клиентское приложение под операционную систему Android. Бэкенд взаимодействует с запущенной нодой `ethereum (geth)`, клиентское приложение взаимодействует с бэкендом через вебсокеты (рис. 1, см. ниже). В качестве сетевого протокола соединения был выбран протокол вебсокет, так как его показатели скорости лучше в работе, чем аналогичное ему HTTP-соединение.

Сообщения передаются в виде JSON-объектов, так как этот текстовый формат представления данных позволяет масштабировать и изменять структуру сообщений, не затрагивая бэкенд. Так как данные передаются через стандартные веб сокеты, клиентские приложения можно написать под любые системы и на любых языках программирования где поддерживаются сетевые протоколы. Бекенд поддерживает одновременно множество соединений и имеет хорошую производительность за счет выбранных технологий.

Алгоритм обмена сообщениями происходит таким образом:

1. Процесс генераций пары ключей – приватного и публичного.
2. Создание сообщений и их подпись публичным ключом.
3. Получение сообщения бэкендом.
4. Сортировка и расшифровка сообщений по приватному ключу.
5. Отправка полученных сообщений всем подключенным в настоящее время клиентам.

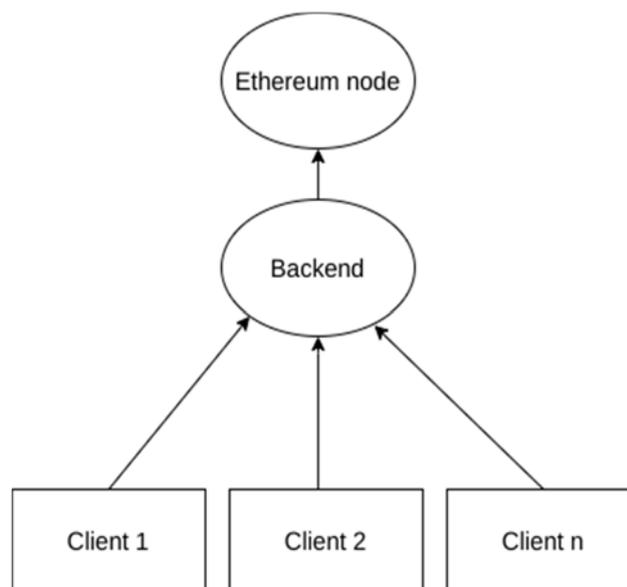


Рис. 1. Схема работы клиентов с серверным приложением

В оперативной памяти всегда содержится хэш-карта открытых подключений, что позволяет эффективно работать с клиентами и переиспользовать соединения, не открывая каждый раз новые для отправки сообщений. Тем самым, скорость сообщений достаточно быстрая. А если клиент закрывает соединение, то серверное приложение удаляет его из слайса и не будет лишним раз пытаться отправлять сообщения в никуда.

Также необходимо рассмотреть взаимодействие пользователя с клиентским приложением. Авторизация пользователя происходит через заполнение поля *Username* уникальным словом на стартовой странице приложения. Алгоритм обрабатывает и удаляет лишние пробелы (до и после слова) при вводе имени пользователя. Далее создается чат – активити с возможностью смотреть отправленные и полученные сообщения – диалоговое меню (рис. 2).

В дальнейшем предполагается расширение функционала, например, добавление опции прикладывания файлов к сообщениям через Ethereum Swarm, возможность личных переписок и кэширования истории сообщений. В частности, планируется связать базу данных с бэкендом и сохранять данные пользователей, тогда потребуется собирать и пароли для аккаунтов. Это позволит заходить в аккаунт с разных устройств, что позволит пользователю не быть привязанным к одному из них. В будущем планируется создать клиенты для других операционных систем. Также в приоритете стоит повышение безопасности передачи данных и приватности сообщений в целом путем модернизации соединения, с помощью установки транспортного протокола шифрования TLS.

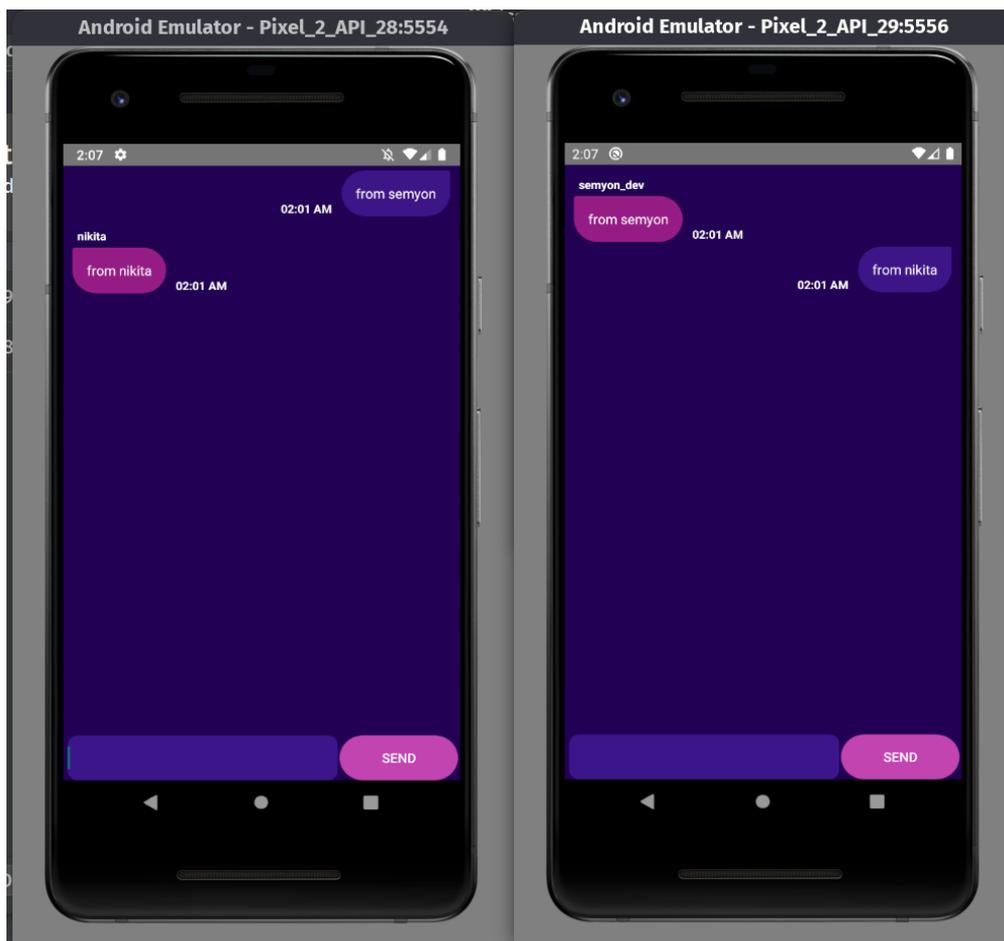


Рис. 2. Примеры работы приложения на Android эмуляторах

Список использованных источников

1. Ethereum Development with Go : [сайт]. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://goethereumbook.org/en/> (дата обращения: 22.05.2020). – Текст: электронный.
2. Whisper PoC 2 Protocol Specification : [сайт]. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://eth.wiki/en/concepts/whisper/poc-2-protocol-spec> (дата обращения: 22.05.2020). – Текст: электронный.
3. Исходный код серверного приложения : [сайт]. – Дата пересмотра : 21.05.2020. – URL: <https://github.com/semyon-dev/whissage> (дата обращения: 22.05.2020). – Электронная программа.
4. Исходный код клиентского приложения : [сайт]. – Дата публикации: 15.05.2020. – URL : <https://github.com/fvckyounimu/whissage> (дата обращения: 22.05.2020). – Электронная программа.

*Статья представлена научным руководителем,
ассистентом кафедры ПИиВТ СПбГУТ Помогаловой А. В.*

УДК 004.056.5

А. Г. Никифорова (студентка гр. ИКБ-63, СПбГУТ)

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ SIEM-СИСТЕМЫ

В статье рассматриваются основные проблемы, встречающиеся на этапах планирования, внедрения и эксплуатации SIEM-системы. Особое внимание уделено проблемам отсутствия детального планирования перед внедрением, неверного определения масштаба, настройки мониторинга событий безопасности и проблеме защищенности SIEM-системы. Предложены варианты решения выявленных проблем. Сформулированы условия для успешного внедрения и повышения эффективности решений SIEM.

SIEM-система, события безопасности, инцидент.

Использование решений класса SIEM (Система управления информацией и событиями безопасности) на сегодняшний день очень актуально для большинства крупных организаций, обрабатывающих персональные данные, конфиденциальную информацию, использующих автоматизированные системы управления технологическими процессами. Инструменты SIEM-системы позволяют производить сбор, агрегацию, фильтрацию, корреляцию, хранение, сортировку, сопоставление и визуализацию данных, относящихся к безопасности, как для изучения в режиме реального времени, так и для анализа за прошлые периоды [1]. Это значительно повышает уровень и оперативность контроля информационной безопасности организации. Однако, несмотря на достоинства SIEM-систем, существует много проблем, встречающихся как на этапе проектирования, так и на этапах внедрения и эксплуатации SIEM-системы. Ниже определены основные причины низкой эффективности решений класса SIEM.

1 Отсутствие детального планирования перед внедрением

Без предварительного планирования вероятность успешной реализации SIEM-системы становится минимальной, а затраты времени, ресурсов и финансов будут значительно перевешивать предполагаемую выгоду. Без четкого планирования невозможно произвести определение масштаба и доказать целесообразность внедрения.

В первую очередь необходимо указать цели мониторинга событий безопасности и начальную область развертывания проекта. Сформировать исходные сценарии использования, охватываемые SIEM.

Важным этапом планирования является предпроектный аудит, в ходе которого, необходимо определить, какие информационные ресурсы используются в корпоративной сети, уточнить их характеристики. Как правило,

это стандартный набор из файловых сервисов, серверов баз данных, серверов приложений, самих приложений и систем виртуализации. Необходимо выявить, как организована сетевая инфраструктура, какие технологии используются (например, технологии удаленного доступа, Wi-Fi), как организована система защиты корпоративной сети, из каких компонентов и средств она состоит, как реализована система хранения данных, система резервного копирования. Какие прикладные системы используются в организации, обработка каких активов осуществляется в корпоративной сети.

Далее следует четко определить, от каких источников будет производиться сбор событий безопасности. Будет ли это сбор событий со всех доступных источников корпоративной сети или только со средств защиты информации, осуществляющих защиту периметра, или сбор со средств защиты информации, осуществляющих сканирование сети, и т. д. После выбора необходимых источников событий необходимо конкретизировать, какую информацию они будут передавать в SIEM-систему (все события; только события об ошибках, неуспешных входах, попытках доступа и т. д.; информационные сообщения). И наконец, необходимо установить приоритет событий, а именно, указать какие события являются критичными, предупреждениями, какие информативного характера.

Необходимо выбрать, как будет осуществляться оповещение об инциденте (почта, мессенджеры, SMS), как должно производиться принятие решения в рамках процесса обработки инцидента (автоматически/вручную), сформулировать требования к отчетности, требования к администратору SIEM-системы.

Полученные данные являются определяющими для выбора структуры SIEM-системы, ее функционала и необходимых аппаратных ресурсов.

2 Масштаб планирования

Масштаб развертывания системы служит основой для последующего внедрения и эксплуатации SIEM-системы и ее инструментов. Масштаб позволяет определить архитектурные требования, необходимый штат сотрудников, а также процессы и процедуры. Избыточное число входящих логов для SIEM-системы так же плохо, как и их недостаток.

Основная причина неудачных проектов по внедрению SIEM-системы – изначально уместить в нее все источники, все события, все возможности системы, а затем в процессе эксплуатации исключить ненужные [2]. Важно понимать, что данные о событиях должны собираться только в случае, когда они необходимы для конечного результата.

От количества источников и событий зависит расчет необходимого объема хранилища. Средняя интенсивность потока событий от одного источника при отсутствии инцидентов составляет от 0,5 до 5 событий в секунду (среднестатистическое значение принимается равным 3 событиям в секунду). Объем памяти, требуемый для регистрации различных событий,

варьируется от 160 до 1200 байт. Среднестатистическое значение объема памяти, требуемого для регистрации одного события, зависит от состава оборудования, генерирующего эти события, и его настроек (принимается равным 600 байт). При возникновении инцидентов или неисправностей интенсивность потока событий может возрасти многократно, что следует учитывать при оценке необходимой производительности средств оперативного анализа событий в SIEM-системе. Среднесуточный объем всех зарегистрированных событий принято рассчитывать по формуле:

$$F = N \cdot x \cdot A \cdot t,$$

где N – количество источников, x – количество событий, генерируемых одним источником в секунду, A – значение объема одного события (в байтах), $t = 86400$ секунд/сутки.

Таким образом, исходя из принятых оценочных значений, среднесуточный объем всех зарегистрированных событий, генерируемых только одним источником, составит $F=155,52$ Мбайт/сутки.

Кроме того, для стабильного быстрого действия SIEM-системы при расчете объемов памяти необходимо учитывать следующие факторы: возможность возникновения инцидентов и нештатных ситуаций, перспективы развития и расширения SIEM-системы, сроки хранения зарегистрированных событий безопасности

3 Настройка мониторинга событий безопасности

Избыточное количество логов может привести к тому, что в них невозможно будет найти необходимую информацию. Инструменты SIEM должны быть настроены под индивидуальные требования организации для распознавания специфических событий.

Как правило, данной проблемы можно избежать на этапе планирования. Необходимо выбрать несколько сценариев использования SIEM-системы, выстроить их приоритет и понять, каких результатов необходимо достичь (отслеживание процессов аутентификации пользователей, отслеживание изменений конфигурации системы, обнаружение вредоносного программного обеспечения и т. п.). Далее стоит уточнить необходимый набор данных для выбранного сценария и произвести настройку соответствующих источников (какую информацию они должны передавать). Так, для реализации сценария мониторинга передачи подозрительного трафика потребуется информация только от межсетевого экрана и сетевого потока, подключение журналов доступа к веб-приложениям будет лишним. Узконаправленные сценарии позволяют минимизировать сбор данных, что приводит к повышению эффективности использования SIEM-системы.

Еще одно решение данной проблемы – внедрение системы поведенческого анализа (UEBA, *User and Entity Behavior Analytics*). Данное решение

относительное новое, однако, с помощью математических алгоритмов и машинного обучения позволяет производить группировку однотипных событий, выявлять аномалии, вычислять частоту возникновения событий.

4 Направленность решений SIEM на внешние угрозы

При настройке системы большинство компаний делают акцент на обнаружение только внешних угроз, забывая при этом о важности выявления действий внутреннего нарушителя. Необходимо осуществлять сбор информации о пользователях и их привилегиях. При выборе сценариев стоит уделять особое внимание следующим событиям безопасности:

- события успешной и неуспешной аутентификации пользователей в ИС и ее компонентах;
- запуск/завершение программ и процессов;
- попытки доступа к защищаемым файлам, каталогам;
- попытки подключения неучтенных съемных носителей;
- события, получаемые от DLP-систем и т. д.

Интеграция SIEM-системы с UEBA и DLP позволяет повысить вероятность обнаружения внутреннего нарушителя.

5 Взаимодействие с коннекторами информационной системы

Большинство SIEM-систем способны взаимодействовать с «традиционными» средствами защиты, в то время как на предприятиях могут применяться узконаправленные устройства, использующие специальное программное обеспечение, выполняющее конкретную задачу. Такие устройства могут иметь ограниченный перечень настроек и не поддерживать взаимодействие с SIEM-системой. Необходимо выявить, может ли такая программа отправлять события как SYSLOG. Если да, то проблема решена, практически все решения SIEM работают с данным протоколом. Если нет, то в большинстве случаев можно написать обработчик событий под конкретное специфическое программное обеспечение или возникает необходимость в разработке нестандартного коннектора.

6 Защищенность самих SIEM-систем, отказоустойчивость и резервирование

В настоящий момент известно достаточно много уязвимостей самих SIEM-систем (например, подмена злоумышленником доверенного объекта, взлом базы данных SIEM-системы). Такая система не может являться полностью безопасной [3]. Отсутствие резервного копирования как самих данных, так и конфигурации системы, отсутствие плана аварийного восстановления могут привести в худшем случае к остановке бизнес-процессов компании.

Для обеспечения безопасности в SIEM-системе должны быть реализованы следующие методы:

- ролевая модель управления доступом;
- аутентификация (возможность интеграции с LDAP, RADIUS);
- журналирование изменений объектов, инициированных как пользователями, так и системными компонентами;
- безопасные протоколы передачи данных между компонентами системы (например, TLS/SSL);
- резервирование компонентов сбора событий;
- резервирование конфигурации системы с возможностью автоматического восстановления;
- восстановление базы данных после сбоев.

Если функционалом системы не предусмотрено наличие какого-либо из вышеперечисленных методов (например, не предусмотрено резервное копирование конфигурации системы), то безопасность SIEM-системы необходимо обеспечить с помощью дополнительных мер и специализированных средств защиты (например, программный комплекс контроля конфигураций).

Проведенный анализ показывает, что большинство из рассмотренных проблем лежит в плоскости построения корректной схемы события безопасности и процессе разработки корреляционных правил. Остальных проблем можно избежать за счет проведения тщательной исследовательской работы на этапе предпроектного аудита. Если компании удастся решить указанные проблемы, то внедрение SIEM-системы позволит добиться существенного повышения эффективности обеспечения информационной безопасности и, как следствие, непрерывности основного бизнеса.

Список использованных источников

1. Котенко И. В., Саенко И. Б. SIEM-системы для управления информацией и событиями безопасности // Защита информации. Инсайд. 2012. № 5. С. 54–65.
2. Шесть типичных ошибок при внедрении SIEM-решений и как их избежать [Электронный ресурс]. URL: <https://rvision.pro/blog-posts/6-tipichnyh-oshibok-pri-vnedrenii-siem-reshenij-kak-ih-izbezhat/> (дата обращения 29.04.2020).
3. Безукладников И. И., Миронова А. А., Южаков А. А. Проблемы использования SIEM-систем в промышленных информационно-управляющих системах // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2017. № 4. С. 58–65.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук Бабковым И. Н.

УДК 004.93

Е. А. Новиков (студент гр. ИСТ-711, СПбГУТ)

А. Е. Осинникова (студентка гр. ИСТ-713, СПбГУТ)

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПОВСЕДНЕВНЫХ ЗАДАЧ

Рассматривается задача прогнозирования оптимального веса (в кг) следующей тренировки на основе имеющихся данных. Для решения задачи используется рекуррентная нейронная сеть. На основе имеющихся исследований и проведенного анализа сгенерирована выборка данных, которая используется для обучения и валидации. Результатом работы является нейронная сеть, позволяющая относительно точно предсказывать необходимое значение по имеющимся данным.

информационные технологии, машинное обучение, нейронные сети, применение методов искусственного интеллекта, рекуррентная нейронная сеть, регрессия, прогнозирование, силовые показатели, спортивная тренировка, силовой тренинг, информационные системы в спорте.

Силовые показатели – важнейший измеряемый параметр в видах спорта, в которых задействованы упражнения с отягощениями. Рост силы спортсмена в упражнениях является показателем прогресса даже в случае, если поднимаемый вес не играет ключевой роли в виде спорта: сила непосредственно влияет на рост мышц и расщепление жировой ткани.

Целью данной работы является решение задачи прогнозирования оптимального веса следующей тренировки на основе набора данных. Кроме того, необходимо выделить набор переменных, достаточных для прогнозирования необходимого значения. В качестве инструмента решения данной задачи выбрана рекуррентная нейронная сеть.

Прежде всего, необходимо формализовать прогнозируемую величину. Поскольку на поднимаемый вес влияет количество повторов, выберем максимальный поднимаемый вес, т.е. вес на один повтор.

Далее, определим факторы, влияющие на прогнозируемое значение. Предварительный анализ позволил выделить следующие факторы:

- пол;
- вес;
- количество «рабочих» калорий (разница между потребляемыми и затрачиваемыми калориями);
- рабочий вес;
- количество повторов с рабочим весом;
- количество подходов с рабочим весом;
- стаж тренировок;

- количество часов, прошедших с последней тренировки.

После этого, проведен более детальный анализ, который позволил значительно сократить список влияющих факторов. В частности, пол и вес исключены из данного набора, поскольку они определяют рабочий вес, который уже известен. Также исключено количество «рабочих» калорий, поскольку в статьях [1, 2] показывается, что ни дефицит калорий, ни их профицит не влияют на силовые показатели.

Таким образом, остались следующие 5 независимых параметров, которые задают зависимый параметр:

- рабочий вес;
- количество повторов с рабочим весом;
- количество подходов с рабочим весом;
- стаж тренировок;
- количество часов, прошедших с последней тренировки.

Далее, необходимо составить выборку данных, которая будет использоваться для обучения нейронной сети. Для этого необходимо определить, каким образом результирующий параметр зависит от каждого независимого.

Для начала, рассчитаем максимальный вес по формуле О'Коннора:

$$X = M * (1 + 0,025 * k),$$

где M – рабочий вес, k – количество повторов с рабочим весом. Полученный X будет далее умножаться на различные коэффициенты, от которых зависит рост силы.

В исследовании [3] выявлена зависимость силы от стажа тренировок, приведенная на рис. 1. На основании этого введем коэффициент C_{exp} , смысл и способ вычисления вполне очевиден из приведенного графика.

В книге [4] подробно рассказывается об эффекте суперкомпенсации, который зависит от стажа тренировок, времени после предыдущей тренировки и влияет на силовые показатели. По этой причине введем коэффициент суперкомпенсации C_{SC} . На рис. 2 приведен график коэффициента суперкомпенсации для спортсменов со стажем менее 6 месяцев (в случае, если стаж более 6 месяцев, график будет выглядеть аналогично, но с другими значениями по оси ОХ). На основании приведенного рисунка подобраны формулы для подсчета данного коэффициента.

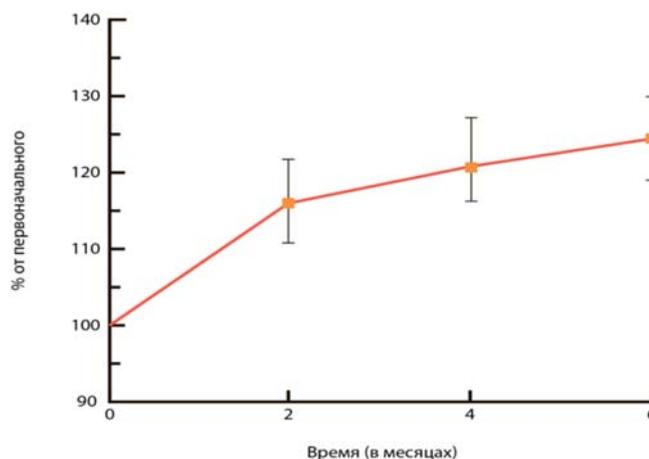


Рис. 1. Зависимость роста силы от времени

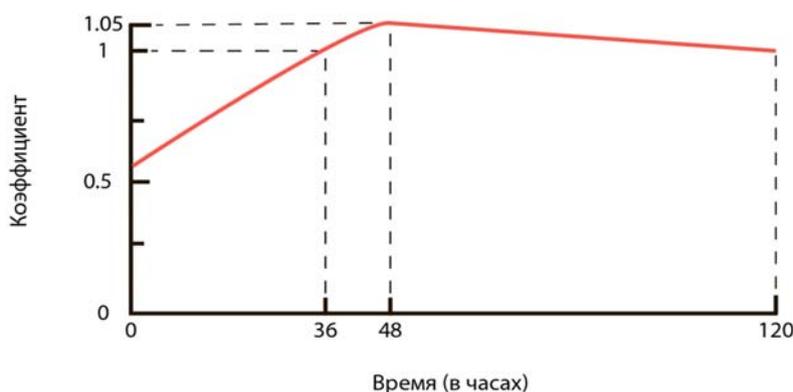


Рис. 2. Суперкомпенсация для спортсменов-новичков

В исследовании [5] выявлена зависимость между количеством подходов на упражнение, временем после предыдущей тренировки и ростом силы. На основании этого, введем коэффициент C_{set} , который будет различно подсчитываться, если сделано 1-3 подхода, 4-5 подходов или 5-7 подходов. К примеру, для случая 1-3 подхода будет использоваться формула

$$C_{set} = 1 + \frac{0,113}{2} * \frac{h}{24 * 30},$$

где h – количество часов после тренировки. Для других случаев будет меняться числитель в первой дроби.

Таким образом, получается следующая итоговая формула для генерации выборки:

$$X_{next} = C_{set} * C_{sc} * C_{exp} * X.. \quad (1)$$

Используя формулу (1), с помощью нормального распределения сгенерирована выборка, состоящая из 300 записей.

Поскольку каждая запись выборки представляет собой 5 независимых переменных и одну зависимую, то такую задачу можно рассматривать как задачу регрессии. На основе этого решено использовать рекуррентную нейронную сеть для решения задачи. Для программной реализации выбран язык программирования Python и библиотека PyTorch.

Имеющаяся выборка разделена на 2 выборки следующим образом: 200 записей – обучающая выборка, 100 – валидационная выборка. Функция ошибки определялась как квадрат расстояния между ожидаемым и полученным значениями, однако далее под ошибкой будет пониматься само расстояние (т. е. корень из функции ошибки).

Основываясь на [6] выбрана архитектура полносвязной нейронной сети с несколькими внутренними слоями. Число нейронов на входном и выходном слоях выбрано равным числу независимых и зависимых переменных

соответственно. В качестве алгоритма обучения нейронной сети выбран алгоритм Adam, скорость обучения – 0,001 (также исходя из [6]).

Далее, необходимо решить задачу выбора числа скрытых слоев, нейронов в каждом скрытом слое и функции активации. Для этого написан алгоритм перебора обозначенных переменных (1-4 скрытых слоя; 20-500 нейронов на каждом слое; функции активации ReLU, ReLU с утечкой и сигмоидальная функция). На рис. 3 приведен отрывок процесса работы данного алгоритма. Правое значение – итоговое значение ошибки (в кг) для конкретной конфигурации (среднее значение для 3-х нейронных сетей данной конфигурации).

```
20 0.001 sigm 2 400 result = 3.016388707050965
21 0.001 sigm 2 500 result = 2.9129636460554624
22 0.001 sigm 3 20 result = 2.6319607007845827
23 0.001 sigm 3 50 result = 2.9563405650644676
24 0.001 sigm 3 75 result = 3.248838192884291
25 0.001 sigm 3 100 result = 3.17408252079321
```

Рис. 3. Процесс перебора конфигураций нейронной сети (для сигмоидальной функции)

В результате поиска, выявлена следующая конфигурация, которая позволяет достигать минимального значения ошибки: 1 скрытый слой, 75 нейронов в скрытом слое, активационная функция ReLU. На рис. 4 представлены результаты десяти итоговых циклов обучения нейронной сети и итоговое среднее значение функции ошибки. На рис. 5 приведен результат второго (из десяти) итогового цикла обучения нейронной сети, который, как можно видеть, ближе всех остальных к полученному среднему значению функции ошибки.

```
1.784697142443109
1.8166434383625407
1.8356785549409818
1.844696566724527
1.8135677931530494
1.759243005067326
1.885077854646855
1.799455322131997
1.8331949849811868
1.8158562810457348
relu 1 75 0.001
result = 1.818811094349731
derivation = 0.0326809335561892915
```

Рис. 4. Результаты работы итоговой конфигурации нейронной сети

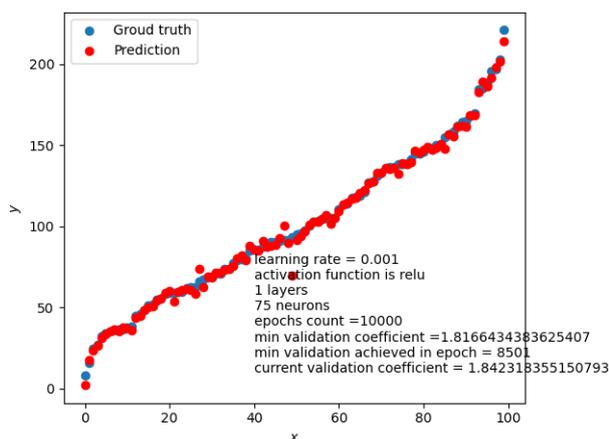


Рис. 5. Пример работы итоговой нейронной сети

Как можно видеть, полученная нейронная сеть позволяет относительно точно предсказывать необходимое значение по имеющимся данным. Полученную в ходе работы нейронную сеть планируется использовать в инфор-

мационной системе учета тренировок. Кроме того, можно также сделать вывод, что нейронные сети действительно могут активно и повсеместно применяться для решения повседневных задач.

Список использованных источников

1. Rozenek R., Ward P., etc. Effects of high-calorie supplements on body composition and muscular strength following resistance training // J Sports Med Phys Fitness. 2002. No 3. PP. 340–347.
2. Racette S.B., Rochon J., etc. Effects of Two Years of Calorie Restriction on Aerobic Capacity and Muscle Strength // Med Sci Sports Exerc. 2017. No 11. PP. 2240–2249.
3. Narici M.V., Hoppeler H., Kayser B., Landoni L., Claassen H., Gavardi C., Conti M., Cerretelli P. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training // Acta Physiol Scand. 1996 . No 2. PP 175–186.
4. Bompa O. T., Haff G. G. Periodization: theory and methodology of training. Champaign, IL. : Human Kinetics, 2019. 342 p.
5. Aube D. Wadhi T., etc. Progressive Resistance Training Volume: Effects on Muscle Thickness, Mass, and Strength Adaptations in Resistance-Trained Individuals // The Journal of Strength and Conditioning Research. 2020. No 2.
6. Макмахан Б., Рао Д. Знакомство с PyTorch: глубокое обучение при обработке естественного языка. – СПб. : Питер, 2020. – 256 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Литвиновым В. Л.

УДК 004.056.5

Д. А. Орлов (студент гр. ИКБ-62, СПбГУТ)

АНАЛИЗ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОТОКОЛОВ ПРОВЕРЯЕМОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТНЫХ ДАННЫХ МЕЖДУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ

В статье представлен кратный обзор математического аппарата схем проверяемого разделения секретных данных между пользователями, а также проведен сравнительный анализ данных схем. В частности, рассмотрены схемы Пола Фельдмана и Торбена Педерсена неинтерактивного проверяемого разделения секретных данных.

разделение секрета, проверяемое разделение секрета, верификация теней секрета, криптографические протоколы.

Задача разделения секрета сводится к разделению данных, которое предполагает, что для выделения основного секрета необходимо объедине-

ние частных секретов (теней) нескольких лиц в количестве не менее некоторой заданной величины. Такое разделение используется в случаях, когда существует достаточно большая вероятность компрометации одного или нескольких хранителей секрета, однако вероятность сговора значительной части участников считается пренебрежительно малой.

В качестве секрета может выступать ключ к зашифрованным файлам, содержащим некоторую важную информацию, пароль от сейфа, в котором находятся секреты производства или другая важная для сокрытия информация и т. п.

В 1979 году израильским криптоаналитиком Ади Шамиром была предложена собственная схема разделения секрета, которая основана на следующем хорошо известном математическом факте: через любые k точек на плоскости можно провести бесконечное множество кривых, описываемых многочленом k -го порядка, но через любые $k + 1$ различные точки можно провести только одну такую кривую.

Пусть $s \in GF(p)$ – некоторый секрет, где $GF(p)$ – конечное простое поле, что всегда возможно для любого s при выборе необходимой величины p [1].

Необходимо выбрать полином степени $k - 1$, в котором коэффициент $a_0 = s$, а остальные его коэффициенты $a_1, \dots, a_{k-1} \in GF(p)$ выбраны случайным образом:

$$h(x) = a_{k-1}x^{k-1} + a_{k-2}x^{k-2} + \dots + a_1x + a_0.$$

Частные ключи (тени) вычисляются по следующей формуле:

$$s_i = h(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad x_i \in GF(p),$$

например, можно принять $x_i = i$, $n < p$.

Затем тени передаются каждому пользователю по секретным каналам. Если k или более пользователей объединяют свои индивидуальные ключи, то они смогут восстановить полином, используя интерполяционную формулу Лагранжа:

$$h(x) = \sum_{s=1}^k s_{i_s} \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^k \frac{(x - x_{i_j})}{(x_{i_s} - x_{i_j})} \text{ mod } p.$$

Тогда основной ключ легко может быть найден как $a_0 = h(0)$.

В 1987 году Пол Фельдман представил концепцию неинтерактивного проверяемого разделения секрета. Это расширяет применимость проверяемого разделения секрета в ситуациях, когда взаимодействие между участниками разделения невозможно.

В основе создания протокола проверяемого разделения секрета Фельдмана лежит идея сочетание схемы разделения секрета Шамира с любой схемой гомоморфного шифрования [2]. В таком случае для проверки достоверности долей каждого участника используются гомоморфные отношения,

которые могут существовать между значениями и их шифрованием. Под гомоморфным шифрованием понимается особая форма шифрования, которая позволяет производить определенные математические действия с зашифрованным текстом и получать зашифрованный результат, который соответствует результату операций, выполняемых с открытым текстом.

Так, схема распределения секрета Шамира преобразуется в неинтерактивную схему проверяемого разделения секрета следующим образом. Дилер, установив секрет $s \in Z_q$ в качестве постоянного члена полинома Q степени $k - 1$, выбирает $k - 1$ других случайных коэффициентов.

После выбора входных параметров и полинома дилер раздает всем участникам проверочные значения g^{Q_i} , где $i = \overline{0, k-1}$, а также, как и в схеме Шамира, он отправляет $Q(i)$ участнику i через частный канал. Для любой доли s_i вычисляется открытая величина $z_i = g^{s_i} \pmod{p}$, которая по свойству гомоморфизма функции экспоненцирования позволяет каждому P_i проверить, что его собственная доля секрета совместима с открытой информацией. Посредством данных действий появляется возможность проверить правильность работы схемы, проверив выполнение равенства:

$$g^{s_i} \stackrel{?}{=} (g^{Q_0}) * (g^{Q_1})^i * (g^{Q_2})^{i^2} * \dots * (g^{Q_{k-1}})^{i^{k-1}} \pmod{p}.$$

При положительном ответе участник может быть уверен, что он принял правильную долю, поскольку:

$$\log_g(g^{s_i}) = \log_g \left((g^{Q_0}) * (g^{Q_1})^i * (g^{Q_2})^{i^2} * \dots * (g^{Q_{k-1}})^{i^{k-1}} \right)$$

$$\log_g(g^{s_i}) = \log_g g^{Q_0} + \log_g (g^{Q_1})^i + \dots + \log_g (g^{Q_{k-1}})^{i^{k-1}}$$

$$s_i = Q_0 + Q_1 i + Q_2 i^2 + \dots + Q_{k-1} i^{k-1}$$

Протокол Фельмана подразумевает выполнение следующих действий.

Пусть p, q – большие простые числа, $p - 1 \equiv 0 \pmod{q}$. g – элемент порядка q группы Z_p^* , т. е. $g^q \equiv 1 \pmod{p}$. Для любой доли s_i вычисляется открытая величина $z_i = g^{s_i} \pmod{p}$, которая по свойству гомоморфизма функции экспоненцирования позволяет каждому P_i проверить, что его собственная доля секрета совместима с открытой информацией.

Дилер выбирает многочлен $Q(x) \in Z_q[x]$ с коэффициентами $Q_0 = s, Q_1, \dots, Q_{k-1}$ и раздает всем участникам соответствующие проверочные значения $g^{Q_0}, g^{Q_1}, \dots, g^{Q_{k-1}}$.

Пусть $x_i = i, i = \overline{1, n}$. Дилер секретно передает каждому участнику схемы P_i предназначенную ему долю $s_i = Q(i) \pmod{q}$.

Каждый участник P_i проверяет свою долю, используя проверочное уравнение:

$$g^{s_i} \stackrel{?}{=} (g^{Q_0}) * (g^{Q_1})^i * (g^{Q_2})^{i^2} * \dots * (g^{Q_{k-1}})^{i^{k-1}} \pmod{p}.$$

В случае положительного результата проверки P_i распространяет всем остальным участникам схемы сообщение, что он принял свою долю, т. к. $s_i = Q_0 + Q_1i + Q_2i^2 + \dots + Q_{k-1}i^{k-1} \pmod{q}$. В случае отрицательного результата он делает вывод, что ему дилером была выдана неверная доля.

Если все $P_i, i = \overline{1, n}$ распространили сообщения о принятии долей, фаза распределения долей завершилась успешно. Такая же проверка может выполняться при восстановлении секрета.

Если k или более пользователей объединяют свои индивидуальные ключи, то они смогут восстановить полином, используя интерполяционную формулу Лагранжа. Тогда основной ключ легко может быть найден как $a_0 = Q(0)$.

Фельдман представил неинтерактивное проверяемое разделение секрета, оптимальное в том смысле, что оно допускает до $\frac{n-1}{2}$ плохих участников [2]. Данная схема не полагается на существование взаимно доверенного лица, позволяя дилеру публиковать шифрования полинома, используемого для вычисления теней. При этом проверка долей возможна благодаря свойству гомоморфизма схемы шифрования. Эта схема довольно эффективна, но после распространения долей секрета, конфиденциальность основного секрета зависит от вычислительного предположения, такого как сложность вычисления дискретных логарифмов.

Схема Фельдмана обладает теоретико-сложностной стойкостью относительно знания противником g^s . Такая стойкость подразумевает способность криптографических схем и протоколов противостоять воздействию противника, который может использовать алгоритмы, которые удовлетворяют заданным ограничениям вычислительных ресурсов.

В 1992 году Торбен Педерсен предложил другую неинтерактивную схему проверяемого разделения секрета. Данная схемы была построена на основе слияния схемы Шамира со схемой обязательств, которая условно безопасна для всех участников разделения [3].

Для реализации схемы обязательств в данной схеме проверяемого разделения секрета выбираются g и h элементы G_q такие, что никто, в то числе дилер, не знает $\log_g h$. Данные элементы могут быть выбрали либо доверенным центром на стадии инициализации системы, либо самими участниками посредством использования протокола подбрасывания монет.

Дилер выбирает секрет $s \in Z_q$, а также значение $t \in Z_q$ случайным образом и вычисляет обязательство $E(s, t) = g^s h^t$. Такое обязательство может быть позже открыто путем раскрытия s и t .

Протокол Педерсен подразумевает выполнение следующих действий.

Числа p, q, g, s определяются так же, как и в предыдущей схеме.

$h \in Z_p^*$ – открытое общедоступное число, однако такое, что $d \in Z_q$, где $g^d = h \pmod{p}$ неизвестно.

Чтобы распределить секрет s , дилер выбирает два многочлена $F(\cdot)$, $G(\cdot)$ степени $k - 1$ над полем Z_q с коэффициентами $F_0 = s$ и случайными коэффициентами $\{Q_m\}_{m \in \{1, \dots, k-1\}}$ и $\{F_m\}_{m \in \{0, \dots, k-1\}}$ соответственно, т. е.:

$$Q(x) = Q_0 + Q_1x + Q_2x^2 + \dots + Q_{k-1}x^{k-1} \in Z_q[x], \quad Q_0 = s,$$

$$F(x) = F_0 + F_1x + F_2x^2 + \dots + F_{k-1}x^{k-1} \in Z_q[x], \quad F_0 - \text{случ.},$$

и распространяет всем участникам схемы P_i , $i = \overline{1, n}$ открытую величину $E_m = g^{Q_m} * h^{F_m} \pmod{p}$, $m = \overline{0, k-1}$. Затем дилер секретно пересылает всем участникам P_i , $i = \overline{1, n}$ их доли $\{s_i, t_i\}$, где $s_i = Q(i)$, $t_i = F(i)$.

Проверочное уравнение для участника P_i :

$$g^{s_i} h^{t_i} \stackrel{?}{=} (E_0) * (E_1)^i * (E_2)^{i^2} * \dots * (E_{k-1})^{i^{k-1}} \pmod{p}.$$

При положительном результате проверки будет выполнено равенство:

$$\begin{aligned} & (g^{Q_0} h^{F_0}) * (g^{Q_1} h^{F_1})^i * \dots * (g^{Q_{k-1}} h^{F_{k-1}})^{i^{k-1}} = \\ & = g^{Q_0 + Q_1 i + \dots + Q_{k-1} i^{k-1}} * h^{F_0 + F_1 i + \dots + F_{k-1} i^{k-1}} = g^{Q(i)} * h^{F(i)} \pmod{p}. \end{aligned}$$

Если k или более пользователей объединяют свои индивидуальные ключи, то они смогут восстановить полином, используя интерполяционную формулу Лагранжа. Тогда основной ключ легко может быть найден как $a_0 = Q(0)$.

Педерсен представил неинтерактивную проверяемую (k, n) пороговую схему, которая по крайней мере так же эффективна, как и предыдущая. Схема Педерсена защищает секрет, подлежащий распространению, безоговорочно для любого значения k ($1 \leq k \leq n$), но правильность долей зависит от предположения, что дилер не может найти дискретный логарифм до завершения распределения [3]. Этот результат является оптимальным, поскольку в любой неинтерактивной схеме проверяемого распределения секрета, которая не раскрывает информацию о секрете, нечестный дилер может распределять несогласованные доли в недетерминированный момент времени.

Схема Педерсена обеспечивает теоретико-информационную секретность, которая подразумевает способность протокола противостоять воздействию на него противника, который может использовать произвольный алгоритм для достижения своих целей при неограниченных вычислительных ресурсах. Даже если вычислительно неограниченный противник, видящий $g^s h^{F_0} \pmod{p}$, умеет решать задачу дискретного логарифмирования и может вычислить $s + dF_0 \pmod{q}$, такое действие не даст ему абсолютно никакой информации о секрете. Таким образом, схема Педерсена не позволяет противнику вычислить g^s .

Обе схемы позволяют каждому участнику после разделения секрета проверить достоверность полученной им доли секрета. Однако, по сравнению со схемой Фельдмана, обладающей теоретико-сложностной стойкостью, схема Педерсена обладает теоретико-информационной стойкостью. В то время как схема Фельдмана базируется лишь на вычислительной сложности задачи дискретного логарифмирования, т.е. нахождения значений s_i при известных значениях $z_i = g^{s_i}$, в схеме Педерсена также используется схема обязательства, которая позволяет скрыть секрет, даже если вычислительно неограниченный противник умеет решать задачу дискретного логарифмирования. Значение $E_0 = g^{s+dt_0}$ в схеме Педерсена зависит от случайного числа t_0 , что значительно усложняет нахождение секрета s даже при условии успешного решения задачи дискретного логарифмирования.

Список использованных источников

1. Коржик В. И., Яковлев В. А. Основы криптографии: учебное пособие. – СПб. : СПбГУТ, 2016. – 295 с.
2. Feldman P. A practical scheme for non-interactive verifiable secret sharing // IEEE Symposium on Foundations of Computer Science. 1987. pp. 427–437.
3. Pedersen T. P. Non-Interactive and Information-Theoretic Secure Verifiable Secret Sharing // CRYPTO'91. 1991. pp. 129–140.

Статья представлена научным руководителем, профессором кафедры ЗСС СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Яковлевым В. А.

УДК 004.056

Д. А. Седельников (студент гр. ИКТЗ-63, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМАТА PDF В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА СТЕГАНОГРАФИИ

В статье рассматривается возможность использования формата PDF, используемого в электронных книгах, в качестве стеганографических объектов. Рассмотрена подробная структура одно из наиболее распространенных форматов текстовых документов. Предложены методы вложения дополнительной информации в анализируемые файлы.

стеганография; формат электронных документов; вложение информации, pdf.

В ходе появления и внедрения современных технологий в различные сферы жизни человека растет потребность в передаче массы информации, и во многих случаях отправитель и получатель не желают обмениваться

данными открыто. На помощь приходит стеганография и скрытое вложение информации, однако теперь необходимо решить, посредством чего будет происходить передача той или иной информации.

Существует немалое количество форматов электронных документов, использующихся для удобного отображения таблиц, изображений, показа презентаций, печати, а также в качестве электронных книг для соответствующих девайсов. Количество форматов, действительно, значительное, однако немногие из них могут быть универсальными, применимыми в различных сферах и обстоятельствах. Именно поэтому выбор формата для исследования остановился непосредственно на Portable Document Format, являющимся одним из наиболее популярных форматов документов.

Рассмотрим подробнее, что представляет собой формат PDF, какие методы вложения применимы к нему, а также оценить эффективность и гибкость формата при вложении информации.

Portable Document Format (PDF) – открытый формат электронных документов, предназначенный для представления полиграфической продукции в электронном виде.

Структура PDF следующая:

- заголовок
- объекты (**obj** данные)
- xref-таблица
- информация об объектах, с которых необходимо начать чтение файлов

Во время исследования была разобрана структура файла, включающая в себя четыре раздела:

Заголовок. Заголовком называется первая строка файла. Она содержит информацию о версии PDF.

Формат PDF начал свою историю с версии 1.0. Последняя на текущий момент версия – 1.7. Символ % обозначает комментарий в языке *PostScript*, который лег в основу формата.

Тело. Все содержимое документа находится в теле файла.

Таблица xref. Данная таблица содержит ссылки на все объекты документа. Благодаря ей, нет необходимости читать весь документ, чтобы найти необходимый объект. Таблица xref состоит из секций, где каждая секция соответствует новой версии документа.

Таблица ссылок начинается со слова *xref*. Каждая секция начинается с двух чисел: идентификатора первого объекта и числа объектов в секции. Объекты представляются двумя последовательностями байтов.

Хвост. Данный раздел дает информацию о расположении ключевых объектов в файле. Например, в нем прописано смещение таблицы xref от начала файла. Потому любое программное чтение PDF-документа начинается с хвоста. «Хвост» начинается с ключевого слова *trailer*. Он включает в себя словарь с метаинформацией о документе и позицию начала таблицы

ссылок. Конец файла отмечается строкой `%%EOF`. В словарь хвоста входят ссылки на каталог документа (*/Root*), данные о количестве объектов (*/Size*), идентификатор файла (*/ID*), а также информационный словарь (*/Info*).

Икрементальные обновления. Формат PDF спроектирован с идеей инкрементальных обновлений документа. То есть, при изменении содержимого, файл не перезаписывается заново. В его конец добавляются новый заголовок, `xref` таблица и хвост. В новых таблицах ссылок будут записаны только те объекты, которые были добавлены, изменены или удалены. Удаленные объекты помечаются символом *f*, а новые символом *n*. Каждый хвост содержит запись */Prev*, указывающую на предыдущую таблицу `xref` [2].

Проанализировав PDF стандарт, целесообразно воспользоваться следующими методами сокрытия информации:

- Каждый объект возможно чередовать определенным способом, из-за чего будет происходить изменение структуры документа. В данном способе предполагается, изменяя структуру, сохранить содержимое документа в исходном виде. Если существует *n* объектов, то имеется *n!* различных упорядочиваний, значит возможно передать не более $\log_2(n!)$ бит данных [5].

- Зная структуру документа нельзя не упомянуть использование межсимвольных и пробельных интервалов.

- Различные методы вложения информации с помощью инкрементальных обновлений [1].

- Использование выравнивания текста и работа с текстовым TJ оператором [3].

Анализ таблицы, составленной на основе исследования [4], подтверждает, что кроме доступного разнообразия методов вложения, применимых к нему, формат, несомненно, лучше многих других форматов файлов, электронных книг.

ТАБЛИЦА. Сравнительная оценка эффективности вложения в PDF и других форматов в зависимости от изменения размера исходного файла после вложения информации

Типы форматов	Изменение размера файла	Комментарии
PDF	10–20 Кб	достаточно малый процент изменения размера файла
FB2	30–70 Кб	допустимые изменения размера файла после вложения информации в исходный файл
KF8	50–100 Кб	
ePub	100–300 Кб	
DjVu	1–5 Мб	относительно большое изменение размера файла
RTF	5–10 Мб	

Выводы

PDF является независимым от платформы форматом. Текст и изображения внутри файлов такого документа отображаются одинаково на любой платформе. PDF документ состоит из множества объектов, которые определяют внешний вид и функциональность документа. Сжатие PDF файла не влияет на защищенность служебной информации внутри файла и не является препятствием для ее извлечения. Существуют различные программы, способные генерировать PDF документы, и большинство из них имеют возможность форматировать текст, в том числе устанавливать выравнивание текста, которое производится изменением пространства между символами, что позволяет добиться лучшего внешнего вида и одинакового отображения на любой платформе, на которой данные файлы будут открываться с обеих сторон. В области типографии такой подход известен как кернинг. В таких случаях эти программы задают положение текста фиксировано, с использованием абсолютных значений для интервалов, потому текст отображается правильно. В ходе исследования был подробно разобран формат PDF и с учетом его особенностей были проведены операции вложения информации различными методами стеганографии, что позволяет утверждать – формат PDF отлично подходит для скрытого вложения информации, после чего обнаружение представляет собой непростую задачу.

Список использованных источников

1. Lee I-Shi. A new approach to covert communication via pdf files / I-Shi Lee, Wen-Hsiang Tsa // Signal Processing. 2010. PP. 557–565.
2. Карачанская Е., Коношко К. Использование стеганографии для сокрытия сообщения внутри PDF-файлов // Евразийское Научное Объединение. С. 1–2.
3. Zhong Shangping. Data hiding in a kind of pdf texts for secret communication / Shangping Zhong, Xueqi Cheng, Tierui Chen // International Journal of Network Security. 2007. No 4(1). PP. 17–26.
4. Седельников Д. А. Исследование возможности использования методов стеганографии в электронных книгах: [Рукопись]: вып. квалиф. раб. на соискание степ. бкл. По спец. 11.03.02 / Д. А. Седельников; научный руководитель К. А. Ахрамеева; рец. К. А. Ахрамеева; Санкт-Петербургский гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Кафедра ЗСС. – 2020. – 61 с.
5. Ахрамеева К. А., Юркин Д. В., Герлинг Е. Ю., Седельников Д. А. Анализ форматов, использующих стеганографию в электронных книгах [Электронный ресурс] // Аллея науки. 2020. Т. 1. № 3 (42). С. 740–744. URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/3March2020/ANALIZ%20FORMATOV,%20ISPOLZUYuShIH%20STEGANOGRIFIYu%20V%20ELEKTRONNYH%20KNIGAH.pdf (дата обращения 29.06.2020).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук Ахрамеевой К. А.

УДК 004.415.538

Д. А. Терентьев (студент, СПбГУТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРИЛОЖЕНИЯ

При использовании результатов прохождения функциональных тестов для анализа производительности приложения непременно придется столкнуться с большой шумленностью данных и, как следствие, погрешностью. В статье предлагается использовать методы вейвлет-анализа для решения задачи уменьшения влияния внешних факторов на результаты анализа производительности приложения путем шумоподавления. Подбирается наиболее подходящая вейвлет-функция, формулируется критерий оценки качества шумоподавления, который предлагается применять в данном случае. Приводится практический пример использования шумоподавления при обработке данных, полученных в процессе прохождения функциональных тестов.

QA, performance testing, анализ результатов прохождения тестов, вейвлет-анализ, шумоподавление.

В условиях конкуренции на современном рынке ПО необходимо уделять внимание тестированию производительности. Это довольно трудозатратный процесс, для оптимизации которого родилась идея использования метрик, собранных при прохождении многочисленных функциональных тестов, для анализа быстродействия приложения [1]. Одной из задач, требующей решения для эффективного применения этой идеи на практике, является поиск методов борьбы с влиянием внешних воздействий, уменьшения погрешности измерений [1]. Возможным решением может стать удаление высокочастотного шума из тестовых данных. Причиной появления этого шума могут быть запуски сторонних тестов и приложений, что приводит к изменению распределения ресурсов сервера; влияние внешних физических воздействий (изменение температуры клиентов в разные дни запуска тестов). Ведь функциональные тесты запускаются на зачастую случайных машинах, в виртуальных средах и т.д., отсутствует контроль за изменением производительности тестовых зон. В случае использования большого количества данных, собранных при прохождении функциональных тестов и имеющих большую дисперсию, шумоподавление позволит выявить тренд изменения производительности приложения. Конечно существует риск потери данных производительности, если время прохождения тестов имеет всплески, связанные непосредственно с тестируемым приложением,

а не внешними воздействиями. Тем не менее, учитывая относительную простоту получения данных для исследований в большом объеме и невозможность определения природы таких всплесков, (внешние воздействия или само приложение) такой риск вполне оправдан, т. к. позволяет получить хотя бы часть полезной информации из уже существующих данных (функциональные тесты будут запускаться независимо от наличия системы анализа производительности, собирающей данные при их прохождении).

Помочь в решении этой задачи может применение методов шумоподавления вейвлет-анализа. Вейвлет-преобразование представляет собой свертку сигнала с вейвлет-функцией. Оно отлично подходит для анализа нерегулярных временных рядов, т. к. анализирующим вейвлетам характерна частотно-временная локализация (они и их преобразование Фурье отличны от нуля лишь на небольшом интервале времени и частоты). Это позволяет различать изменения временного ряда не только в частотной, но и временной области.

Существует два типа вейвлет-преобразования: дискретное и непрерывное. Для решения задачи шумоподавления было решено применять дискретное преобразование, т. к. его можно выполнить за $n \log_2 n$ операций. Быстродействие будет важно в случае, если разработанный алгоритм будет применяться в системе анализа метрик, собранных при прохождении функциональных авто-тестов.

Процесс шумоподавления методом трешолдинга (пороговая обработка данных) сводится к следующему алгоритму:

1. Применение вейвлет-преобразования к временному ряду.
2. Выбор порогового значения для каждого уровня разложения.
3. Фильтрация коэффициентов детализации.
4. Реконструкция сигнала.

Вейвлет-преобразование обладает свойством избыточности, при котором открывается возможность без потери информации «отсекать» частично или полностью коэффициенты определённого уровня. Составляющие шума переносятся на высоких частотах и содержатся в детализирующих коэффициентах нижних уровней декомпозиции сигнала. Самый интересный аспект трешолдинга заключается в том, что порог ограничения можно адаптивно изменять и устанавливать отдельно для каждого коэффициента.

Для эффективного применения этого алгоритма на практике необходимо подобрать вейвлет-функцию, которая будет использоваться для разложения, и определиться с уровнем разложения. Уровень разложения влияет на масштаб отсеиваемых деталей. Выбор слишком большого уровня может привести к искажению исходного временного ряда, получению более сглаженной версии с удалением ряда мелких деталей помимо шума.

Необходимо подобрать вейвлет-функцию, дающую наилучшие результаты шумоподавления применительно к временным рядам метрик функциональных авто-тестов. Понятным критерием отбора является выбор

вейвлета, который даст максимальное значение корреляционной функции между оригинальным, не зашумлённым временным рядом, и рядом, очищенным от шума [2]. Но такое условие можно использовать в случае, когда в процессе тестирования алгоритма шум добавляется к известному временному ряду. В нашем случае добавление искусственного шума нежелательно, т.к. при этом теряется смысл подбора вейвлета под конкретную задачу. Ведь параметры этого шума неизвестны, как не известен и оригинальный, не зашумленный временной ряд. Предложим альтернативный критерий, состоящий из двух условий. В качестве критерия, позволяющего минимизировать потери информации при шумоподавлении, используем условие максимальной дискретной корреляционной функции:

$$R_{on,dn}(n) = \sum_{j=-\infty}^{+\infty} U_{onj} U_{dnj-n}$$

где U_{on} – зашумленный временной ряд, U_{dn} – ряд, прошедший процедуру шумоподавления. Понятно, что максимальной эта функция будет при отсутствии всякого шумоподавления. Поэтому введем второе условие, характеризующее выделенный алгоритмом шум. В качестве него используем требование минимально возможного отношения сигнал/шум:

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\overline{U_{dn}}}{\overline{U_n}}$$

где U_n – шум, выделенный алгоритмом.

Таким образом, новый критерий оценки эффективности шумоподавления – максимальная корреляционная функция зашумленного и очищенного временного ряда при минимальном отношении сигнала к шуму. Именно он будет использоваться при выборе вейвлет-функций и глубины преобразования. Выбор осуществляется из вейвлетов Дебоши, коифлетов, симлетов и биортогональных вейвлетов. Шумоподавление производится с помощью функций системы MATLAB пакетного вейвлет-преобразования:

```
tree = wptdec(sig,lev,wname);
[thr,sorh,keepapp,crit] = ddencmp('den','wp',x);
[xd,treed,perf0,perf12]=wptdecmp(tree,'h','nobest',thr,keepapp);
```

При пакетном вейвлет-преобразовании последовательная процедура разложения коэффициентов применяется не только к аппроксимирующим, но и детализирующим коэффициентам. Алгоритм преобразования принято представлять в виде дерева, которое строится с использованием функции

w_{pdec} . Пороговые уровни для фильтрации коэффициентов разложения формируются функцией $ddencmp$. Таким образом, адаптивный метод выбора порога позволяет производить шумоподавление (с помощью функции w_{pdec}) во временном ряде при отсутствии вспомогательной информации о нем.

Следующим шагом будет сравнение предложенных вейвлетов. В качестве временного ряда используются данные времени прохождения теста графического веб-интерфейса. В таблице представлены наиболее характерные, лучшие результаты для каждого вида вейвлетов.

ТАБЛИЦА. Сравнение времени прохождения функций вейвлетов для шумоподавления

Вейвлет	Порядок	Уровень разложения	$R_{0n,dn}(n)$	SNR, дБ
Дебоши	9	2	0,9046	33,01
	9	3	0,7522	29,23
	8	2	0,9206	33,77
	8	3	0,8398	30,91
	7	3	0,7547	29,27
Симлет	9	3	0,8358	30,81
	9	2	0,9170	33,59
	8	3	0,8121	30,75
	8	2	0,9119	33,34
	7	3	0,7435	29,10
Коифлет	5	3	0,7572	29,30
	5	2	0,9158	33,53
	4	3	0,8414	30,9561
	4	2	0,9154	33,51
Биортоганальный	5.5	2	0,9306	33,74
	5.5	3	0,8423	30,97
	4.4	2	0,9028	32,93
	4.4	3	0,8243	30,55
	6.8	2	0,9056	33,0617
	6.8	3	0,7716	29,5398

На основании результатов, приведенных в таблице, можно сделать выбор в пользу использования биортоганальных вейвлетов с уровнем разложения 3.

Пример использования шумоподавления на практике. Необходимо определить разность между средним временем прохождения функциональных тестов при среднеквадратичном отклонении обоих процессов 1.16, распределение унимодальное. Каждый тест состоит из 19 измерений, всего проведено 144 теста для каждого функционального кейса (Подробнее о использованных тестах и архитектуре экспериментальной установки можно узнать из статьи [1]). С помощью одностороннего t-теста Уэлча ($\alpha = 0,05$) будем проверять, что среднее значение разности времени прохождения двух тестов больше некоторого порога t , который будет подбираться равным истинному среднему значению. Таким образом, нулевая гипотеза $H_0 \text{ mean} \leq t$, альтернативная гипотеза $H_1 \text{ mean} > t$. При изменении t происходит анализ распределения коэффициента p . Это распределение получается при применении t-теста к парам временных рядов (19 измерений в каждом), характеризующих один запуск функциональных тестов (всего 144 пары). Данное распределение будет показывать равную вероятность появления значений $p = 0,95, p = 0,05$, когда t будет равен реальному значению разности средних значений времени прохождения тестов. Это достигается при $t = 0,335$, как видно на графике рис. 1 [3]. После применения шумоподавления результаты тестирования кардинально не поменялись, что свидетельствует о минимальных потерях информации. Тем не менее сокращение шумов позволило выделить основной тренд изменения времени прохождения теста (рис. 2, см. ниже), а это может быть полезно, когда речь идет не о сравнении двух процессов, а об отслеживании изменений характеристик одного теста.

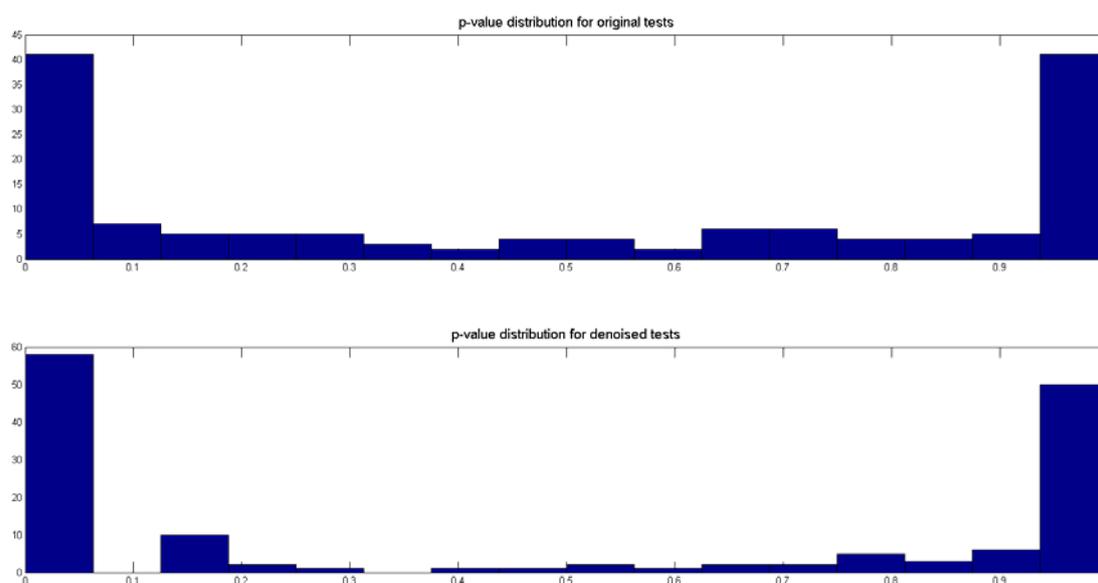


Рис. 1. Распределение p-value для тестов до и после шумоподавления при $t = 0,335$

Применение шумоподавления для данных производительности, собранных при прохождении функциональных тестов, позволяет уменьшить

влияние внешних воздействий на результат анализа данных. При этом стоит учитывать возможность потери важной с точки зрения производительности информации при сглаживании резких всплесков, не отличимых от шума (хотя на практике для частного случая было продемонстрировано, что этот эффект невелик). Тем не менее в перспективе применение такого метода может быть полезно при анализе трендов изменения данных, собранных при прохождении функциональных тестов, в процессе разработки приложения и мониторинге появления аномалий со снижением числа ошибок второго рода при сильном зашумлении собранных данных.

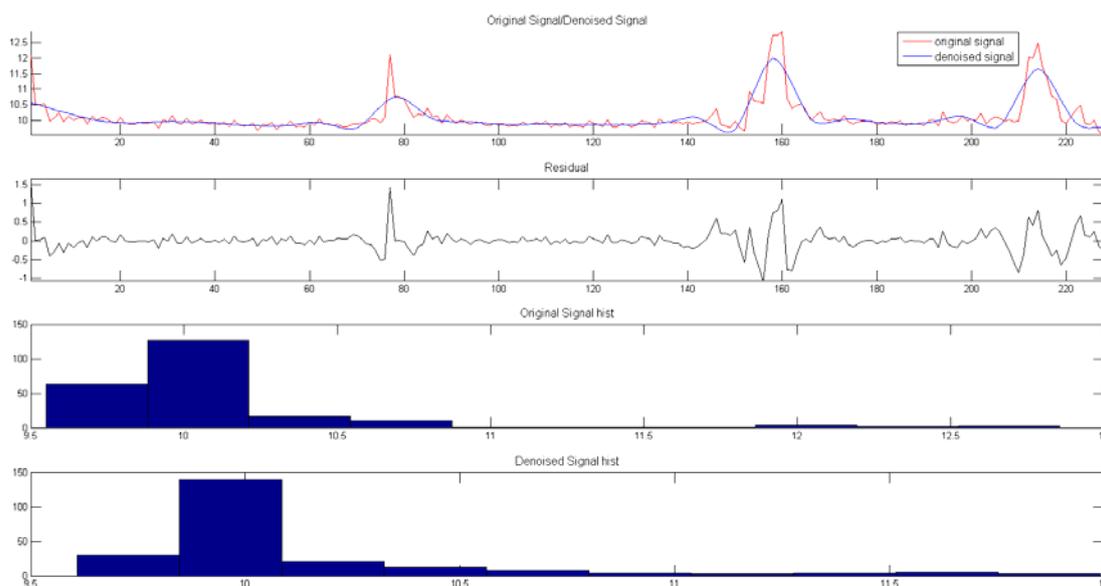


Рис. 2. Результаты шумоподавлением с использованием биортогонального вейвлета 5.5

Список использованных источников

1. Гольдштейн А. Б., Терентьев Д. А. Использование результатов функциональных авто-тестов для анализа производительности приложения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 2. С. 339–344.
2. Белов Ю. С., Нифонтов С. В., Азаренко К. А. Применение вейвлет-фильтрации для шумоподавления в речевых сигналах // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 4–1. – С. 29-33;
3. Akinshin A. Pro.NET. – Benchmarking: Apress, 2019, PP. 224–226.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИКС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Гольдштейном А. Б.

УДК 004.772

М. Ю. Федосенко (студент гр. ИКТЗ-64, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОПУЛЯРНЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ОТ ОБМЕНА СКРЫТЫМИ ДАННЫМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ

В данной работе представлены результаты исследования, целью которого является анализ распространённых интернет-ресурсов на предмет устойчивости к использованию методов стеганографии при обмене данными. Были использованы основные программные решения для сокрытия данных совместно с распространёнными решениями, предлагаемыми данной наукой. Даны результаты исследования, на основе которых будут разобраны и разработаны актуальные и экономически рентабельные способы для противодействия данным методам, с последующей возможностью их внедрения для обеспечения информационной безопасности данных ресурсов, а также в качестве вспомогательных методов для следственной и дознавательной деятельности.

стеганография, криптография, обмен скрытыми данными, интернет-ресурс, вложение информации, графический контент.

В настоящее время, в связи с тенденцией развития контроля над Интернет сегментом, регулируемой законодательным актом № 608767-7 от 16 апреля 2019 года (закон «о суверенном интернете», поправки в действующий 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»), а также 374 и 375 Федеральными законами («Пакет Яровой»), происходит увеличение спроса на методы скрытого обмена данными, как у злоумышленников, так и у обычных пользователей, не желающих открывать тайну своего взаимодействия [1]. Методы, предлагаемые Криптографией (наукой о шифровании), теряют свою актуальность, поскольку только шифруют информацию, не скрывая сам факт её наличия [2]. Однако есть методы, предлагаемые родственной наукой Стеганографией (наука о тайнописи), которые позволяют скрытый обмен данными, не раскрывая сам факт их наличия. В связи с этим, необходимо исследовать возможность обмена скрытыми данными на популярных в сети Интернет-ресурсах. В качестве данных ресурсов, согласно проведённому социологическому опросу, были выбраны следующие: *Instagram*, ВКонтакте, *Telegram*, *Google mail*, *Mail.ru*, Яндекс почта, *Avito.ru*.

В качестве контента, выступающего в роли покрывающего объекта, были использованы графические файлы, благодаря своей распространённости, наиболее низкого уровня подозрительности их при использовании, небольшой нагрузке на пропускную способность канала передачи данных.

В исследовании рассмотрены наиболее распространённые и простые для пользователей методы стеганографии, при помощи которых скрытые данные будут вкладываться в распространённом для обмена контенте [3].

1. Метод $X+RAR$ (где $X=JPEG, PDF, PNG, BMP$) предполагает использование архива в качестве покрывающего объекта (далее ПО), который маскируется (вкладывается) под графический контент. Далее архив будет заполняться вложением, содержащим в себе скрытые данные.

2. Программный метод вложения файлов (основная программа *DeEggerEmbedded*) предполагает сокрытие информации при помощи объединения файла ПО с файлом вложения при помощи распространённых в сети Интернет программных решений, работающих на уровне сигнатур файлов и *hec*-кода. Вложение же выполняется посредством побитового объединения файлов.

3. Метод НЗБ *Outguess* и *F5* предполагает вложение в наименьшие значащие биты графического контента, при соблюдении математических алгоритмов, реализованных за счёт скриптовых решений. Данный метод является основополагающим в современной Стеганографии и требует уже наличия определённого уровня знаний у потенциального злоумышленника [4].

В рамках исследования производилось сокрытие данных, представляющих собой текстовые файлы размером от 1 до 80 Кбайт, сжатые изображения формата **JPEG* размером 8–40 Кбайт, презентации формата **PPTX* размером 1,5–5 Мбайт, исполняемые файлы формата **EXE* размером 2–600 Кбайт, внутри графического контента (последние два наименования, только при использовании метода $X+RAR$).

В результате проведённой серии экспериментов, получены следующие выводы [5]:

1. Согласно исследованию, отличительной особенностью ресурса «ВКонтакте» является его защищённость от обмена скрытыми данными в файлах формата *JPEG*, что обуславливается дополнительной обработкой и сжатием графического контента со стороны сервера. Если обмен данными происходит с использованием оригиналов файлов, то скрытая информация с успехом доходит до получателя.

2. Отличительной особенностью ресурса «Telegram» является тенденция сохранения оригинального качества файла при минимальном использовании алгоритмов сжатия на серверной стороне ресурса. Это, в свою очередь, обеспечивает сохранность скрытой информации при прохождении через канал связи.

3. Отличительной особенностью почтовых сервисов является использование политики облачных хранилищ и файлообменников, не предусматривающей какие-либо серверные обработки используемых файлов. Таким образом, данные сервисы оказались самыми незащищёнными от обмена скрытыми данными.

4. Отличительной особенностью ресурса «*Avito.ru*» является наличие алгоритмов сжатия на стороне сервера, сильно ухудшающих качество используемого изображения, а также присваивание изображению своего цифрового водяного знака, являющегося эмблемой доски объявлений. Таким образом, данный ресурс оказался самым защищённым ресурсом от скрытого обмена данными.

5. Несмотря на относительно простые методы, используемые в исследовании, интернет-ресурсы в подавляющем большинстве оказались не защищены от возможности обмена скрытыми данными.

6. Самым защищённым форматом графического контента оказался *JPEG*, основным принципом которого является сжатие данных без потери качества. Также, использование алгоритмов обработки графического контента (в том числе алгоритмов сжатия) со стороны серверной части исследуемых ресурсов усложняет возможность обмена скрытыми данными.

7. Несмотря на отсутствие возможности обмена скрытыми данными на некоторых интернет-ресурсах, защищённость обеспечивается за счёт решения другой проблемы: использования алгоритмов сжатия с целью экономии ресурсов сервера и оптимизации хранения данных.

Практическое применение данного исследования имеет место при разработке мер мониторинга и противодействия от использования данных ресурсов для обмена скрытыми данными. Основное направление при разработке методов противодействия обмену скрытыми данными является обработка контента серверной частью, предполагающая алгоритмы сжатия или создания копии файлов при сохранении образующих файл значений у оригинала. Это позволяет полностью уничтожить скрытые данные, не нарушая конституционное право пользователей на тайну переписки. Однако, при разработке методов, позволяющих просмотреть скрытые данные, например, для следственной и дознавательной проверки, стоит обратить внимание на программные и технические решения, способные обрабатывать битовую структуру файла, а также возможности искусственного интеллекта в совокупности со стегоаналитиком. Эти решения являются более технически сложными и дорогостоящими, однако необходимы для решения данного рода задач обеспечения информационной безопасности.

Список использованных источников

1. Ахрамеева К. А., Федосенко М. Ю. Защита информации методами криптографии в современной России [Электронный ресурс] // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «*StudNet*»: электрон. научн. журн. 2020. № 9. URL: <https://stud.net.ru/zashhita-informacii-metodami-kriptografii-v-sovremennoj-rossii>. (Дата обращения 07.06.2020).

2. Коржик В. И., Яковлев В. А. Основы криптографии : учебн. пособие. – СПб. : Интермедиа, 2017. 312 с.

3. Fridrich J. Steganography in digital media. М. : Cambridge University Press. 2010. 437 p.

4. Коржик В. И., Небаева К. А., Герлинг Е. Ю., Догиль П. С., Федянин И. А. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки: Цифровая стеганография / Под общ. ред. проф. В. И. Коржика. СПб. : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. 2016. 226 с.

5. Ахрамева К. А., Федосенко М. Ю., Герлинг Е. Ю., Юркин Д. В. Анализ средств обмена скрытыми данными злоумышленниками в сети Интернет посредством методов стеганографии // Телекоммуникации. 2020. № 8. С. 14–20.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук Ахрамеевой К. А.

УДК 004.021

М. В. Шарлаева (студентка, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ В НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЗАДАЧАХ

В статье представлено исследование применимости наиболее распространенных методов сегментации в нейросетевых решениях. Приведена классификация задач, решаемых свёрточными нейронными сетями, с указанием возможных типов входных данных. Рассмотрены наиболее популярные алгоритмы сегментации и их модификации: K-means, FloodFill, метод водоразделов, метод выделения границ. Оценка алгоритмов выполняется с использованием объективных и субъективных критериев.

нейронные сети, методы сегментации изображения, K-means, FloodFill, метод водоразделов, выделение границ, аналитические методики оценки сегментации, комбинированные критерии.

Нейронные сети классифицируют по большому числу признаков: от методов обучения до используемых архитектур. В рамках данной статьи решающим фактором выбора архитектуры является тип входной информации. Среди множества видов искусственных нейронных сетей для обработки графической информации принято использовать свёрточные нейронные сети (*CNN, convolutional neural networks*) и нейронные сети, сконфигурированные на основании данной архитектуры, такие как Deep Convolutional Neural Network (DCNN), Region-CNN (R-CNN), Fully Convolutional Neural Networks (FCNN), Mask R-CNN и другие [1].

В общем случае на основании любого изображения можно сформировать следующий перечень задач, решаемых при помощи нейронных сетей [2]:

- *Classification* – классификация изображения по типу объекта, содержащегося на нем.

- *Semantic segmentation* – процесс разделения цифрового изображения на области с объединением в группы совпадающих типов [3].

- *Object detection* – обнаружение объектов указанных классов с их выделением охватывающей рамкой.

- *Instance segmentation* – определение областей изображения, принадлежащих каждому объекту каждого класса по отдельности.

Реализация каждой задачи цифровой обработки изображений включает в себя этап осуществления сегментации для определения исследуемых областей. Проблема выбора оптимальных алгоритмов, применимых к конкретным задачам, обусловлена отсутствием теории, объединяющей все алгоритмы.

Классификация методов сегментации изображений описывается в разных работах. Основные методы сегментации, исследование которых приведено в данной работе: K-means, FloodFill, метод водоразделов, метод выделения границ. Визуализация работы методов представлена на рис. 1.

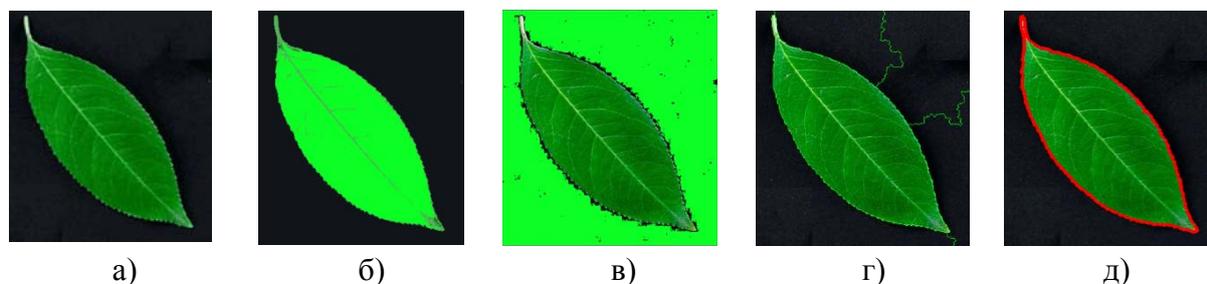


Рис. 1. Результат применения алгоритмов сегментации: а) K-means; б) Floodfill + K-means; в) FloodFill; г) Метод водоразделов; д) Метод выделения границ

С точки зрения вычислительных ресурсов системы считается эффективным применение методов кластерного анализа в сегментации. Содержание данного подхода заключается в том, что все исходные объекты, т. е. пиксели, разбиваются на несколько непересекающихся групп таким образом, чтобы объекты, имеющие сходные характеристики, были отнесены к одному кластеру, в то время как у объектов разных групп эти характеристики должны значительно отличаться [4]. В качестве представителя данного класса выбран метод K-means. Идея алгоритма заключается в минимизации суммарного квадратичного отклонения точек кластеров от их центров:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2,$$

где k – число кластеров, S_i – полученные кластеры, μ_i – центры масс всех векторов x из кластера S_i .

Метод водоразделов является одним из основных алгоритмов сегментации путём наращивания областей. Понятие водораздела основано на представлении изображения как трехмерной поверхности, где в качестве высоты

используется уровень яркости пикселя [5]. Сущность метода заключается в обнаружении линий (линий водоразделов), проходящих через точки локальных максимумов на поверхности трехмерного изображения, позволяющих выделить цветом границы сегментированных областей.

В качестве метода анализа разности яркостей рассматривается сегментация изображения на основе выделения границ, а именно метод пространственного дифференцирования. Под границей понимается пространственно-протяженный разрыв, перепад или скачкообразное изменение значений яркости [6].

Алгоритм сегментации FloodFill позволяет выделить однородные по цвету участки. Работа метода заключается в объединении пикселей в один сегмент при условии попадания в интервал допустимого изменения цвета относительно значения начального пикселя. Усовершенствованием данного алгоритма может послужить предварительная кластеризация входного изображения методом K-means. Это позволит осуществить качественную заливку областей со слабыми перепадами цвета.

В соответствии с классификацией методик оценки алгоритмов сегментации, представленной в работе [7], в общем виде методики оценки делятся на субъективные и объективные. Основным недостатком субъективных критериев заключается в различном восприятии изображения экспертами, что влечёт за собой разный предполагаемый эталон сегментации.

Использование аналитических методик, то есть представителей класса объективных критериев, подразумевает оценку свойств алгоритмов, таких как сложность, возможность распараллеливания, ресурсоёмкость, время выполнения. С целью анализа работы представленных методов зафиксированы средние показания используемого объёма памяти и времени выполнения алгоритмов (рис. 2, см. ниже). При осуществлении оценки времени сегментации учитывалось только время выполнения всего алгоритма без учета времени прорисовки полученного результата, так как сегментация в автоматизированном анализе изображения, как правило, применяется в качестве промежуточного этапа, результаты которого не требуется выводить на экран [8].

По совокупности двух показателей самым быстрым и вычислительно менее затратным является метод FloodFill. Метод K-means несмотря на то, что является менее ресурсоёмким, чем метод выделения границ и метод водоразделов, показывает более низкую скорость выполнения.

Одним из часто встречающихся недостатков работы алгоритмов сегментации является выделение большого числа маленьких областей на изображении. В связи с чем в работе [9] предложен комплексный критерий, учитывающий одновременно однородность сегментов и их количество:

$$F = \frac{1}{1000 * N} \sqrt{R} \sum_{i=1}^R \frac{e_i^2}{\sqrt{A_i}},$$

где N – количество пикселей на изображении, R – количество сегментов, A_i – площадь i -го сегмента, e_i – величина, характеризующая степень однородности i -го сегмента.

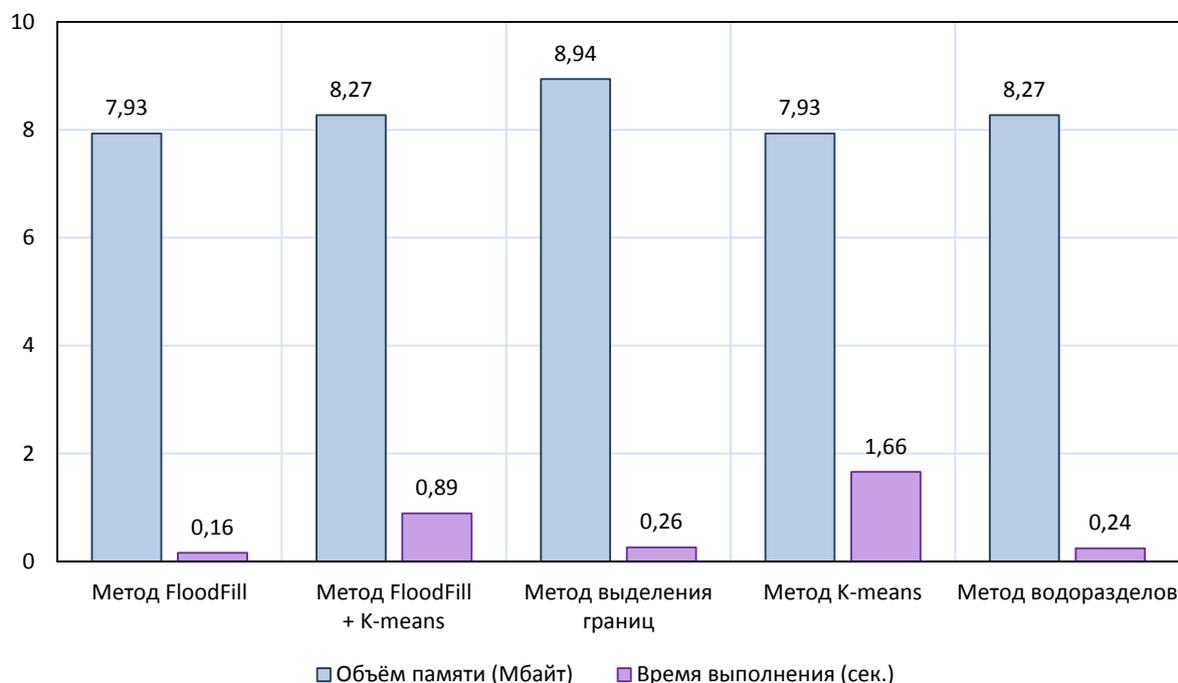


Рис. 2. Гистограмма оценки аналитических показателей

Модификацией данного подхода является критерий (1), более соответствующий человеческому восприятию. Отличие критерия заключается в выражении под знаком суммы: первое слагаемое принимает большие значения в случае неоднородных сегментов, второе слагаемое может принимать большее значение только в случае, когда количество сегментов области превышает площадь самого сегмента [10].

$$Q = \frac{1}{1000 * N} \sqrt{R} \sum_{i=1}^R \left[\frac{e_i^2}{1 + \log A_i} + \left(\frac{R(A_i)}{A_i} \right)^2 \right], \quad (1)$$

На основании рис. 3 можно заметить, что критерий F ошибочно принимает результаты работы методов с применением алгоритма K-means более качественным, нежели результат выполнения метода водоразделов или метода выделения границ. Если обратиться к результатам оценки критерия Q , то видно, что можно выделить чёткую градацию вычисленных значений. Лучшим качеством сегментации обладает результат применения метода выделения границ, что подтверждается визуально близкие по качеству сегментации изображения. Метод водоразделов сегментирует ошибочные области фона, а наихудшее качество наблюдается у сегментированного изображения

методом FloodFill, в то время как критерий F неверно определяет этот метод как алгоритм с наилучшим показателем.

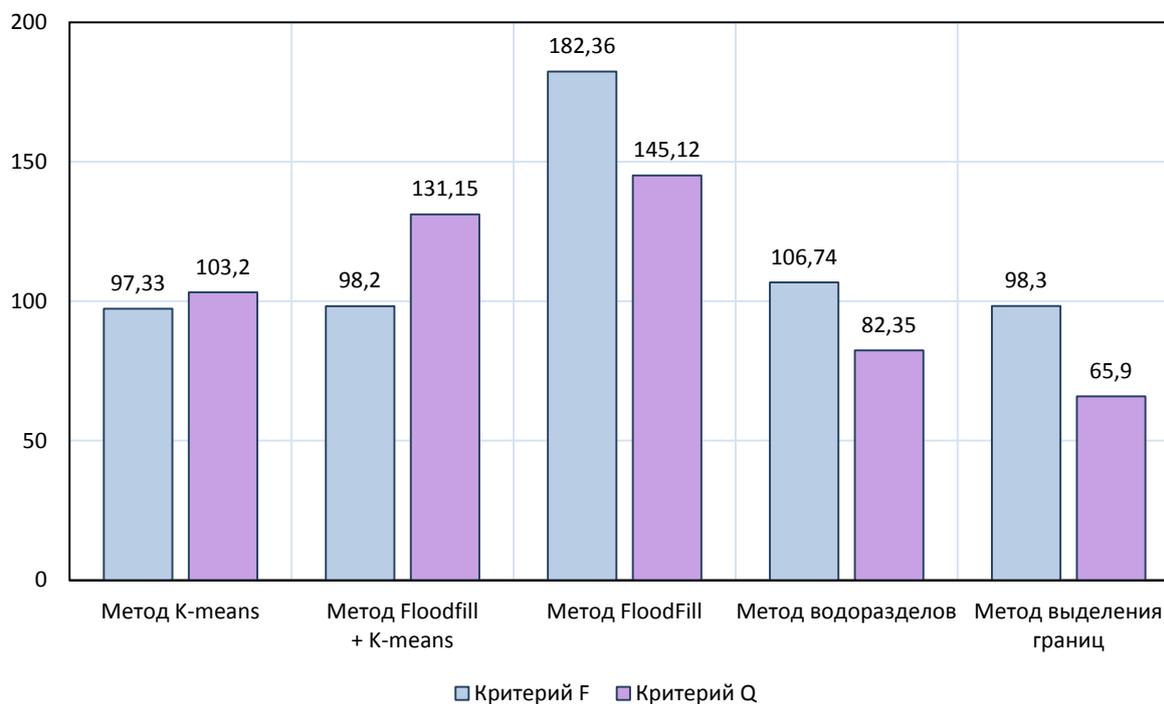


Рис. 3. Гистограмма показаний комбинированных критериев

Список использованных источников

1. Шпаргалка по разновидностям нейронных сетей. Часть первая. Элементарные конфигурации [Электронный ресурс]. URL: <https://tproger.ru/translations/neural-network-zoo-1/>
2. Mask R-CNN: архитектура современной нейронной сети для сегментации объектов на изображениях [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/421299/#Ref9>
3. Семантическая сегментация изображений для автоматической разметки аэрофотоснимков [Электронный ресурс]. URL: [http://wiki.cs.hse.ru/Семантическая_сегментация_изображений_для_автоматической_разметки_аэрофотоснимков_\(проект\)](http://wiki.cs.hse.ru/Семантическая_сегментация_изображений_для_автоматической_разметки_аэрофотоснимков_(проект))
4. Простейшая кластеризация изображений методом k-средних (k-means) [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/165087/лол>
5. Чичварин Н. В. Метод водоразделов (Сегментация) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.bmstu.wiki/Метод_водоразделов_\(Сегментация\)](https://ru.bmstu.wiki/Метод_водоразделов_(Сегментация))
6. Титов И. О., Емельянов Г. М. Выделение контуров изображения движущегося объекта [Электронный ресурс] // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. № 55 С. 27–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vydelenie-konturov-izobrazheniya-dvizhushegosya-obekta>
7. Zhang H., Fritts J. E., Goldman S. A. Image segmentation evaluation: A survey of unsupervised methods, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 110, Issue 2, 2008, PP. 260–280.
8. Наркевич А. Н., Шеломенцева И. Г., Виноградов К. А., Сысоев С. А. Сравнение методов сегментации цифровых микроскопических изображений мокроты, окрашенной по методу Циля-Нильсена [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2017.

№ 4. URL: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_45_Narkevich_Shelomenceva.pdf_fb818d84aa.pdf

9. Liu J. and Yang Y.-H. Multiresolution color image segmentation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 16, No. 7, 1994, PP. 689–700.

10. Borsotti M., Campadelli P. and Schettini R. Quantitative evaluation of color image segmentation results, Pattern Recognition Letters, Vol. 19, No. 8, 1998, PP.741–747.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ССиПД СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Маколкиной М. А.

УДК 004.55

А. И. Абдуршина (студентка гр. ИСТ-612, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ АБИТУРИЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИ SERVERLESS

Проведен анализ информационных нужд абитуриентов высших учебных заведений, выработана стратегия информационно-методического сопровождения абитуриента на протяжении процесса выбора профессионального направления, специальности и учебного заведения.

Рассмотрена технология облачных вычислений «Функция как сервис», на базе которой строится модель построения программного обеспечения Serverless, оценена целесообразность и специфика ее использования при разработке системы информационно-методического сопровождения абитуриентов.

Разработана система информационно-методического сопровождения абитуриентов с использованием модели Serverless, а также современных веб-технологий React, MongoDB.

информационно-методическое сопровождение, вуз, облачные вычисления, serverless, aws lambda.

Обратимся к существующему определению информационно-методического сопровождения, используемому в сопряженных сферах, для выведения собственного определения данного процесса. В статье «Информационно-методическое сопровождение профориентационной работы педагогов образовательных учреждений» О. А. Роут и Н. В. Чернушкина описывают информационно-методическое сопровождение как «комплекс взаимосвязанных действий, мероприятий, направленных на оказание всесторонней помощи педагогу в решении возникающих затруднений, способствующих его развитию на протяжении всей профессиональной деятельности» [1].

Таким образом можно сказать, что в случае разработки системы для абитуриентов высших учебных заведений, информационно-методическим сопровождением следует называть комплекс взаимосвязанных действий, систем и модулей, направленных на оказание всесторонней помощи абитуриенту в профессиональном самоопределении, оценке своих фактических показателей, и информационно-справочном обеспечении.

В рамках рассмотрения информационной системы можно выделить такие факторы как местоположение, самоопределение абитуриента, вид школы, где учился абитуриент и уровень его информированности. Помимо

внешних факторов, влияющих на выбор высшего учебного заведения абитуриентом, при разработке системы необходимо учитывать и персональные показатели абитуриента, такие как данные аттестата, результаты ЕГЭ, личные достижения, а также личные предпочтения и результаты личностных опросников, проводимых системой.

Изучение результатов исследований предметной области позволяет выделить необходимые требования для создания системы информационно-методического сопровождения абитуриентов. Такие требования можно разделить на основные и второстепенные требования (табл.).

ТАБЛИЦА. Классификация требований к расписанию

Основные требования	Второстепенные требования
1. Наличие базы данных, содержащей информацию о высших учебных заведениях российской федерации, доступных направлениях и программах. 2. Наличие подсистемы личного кабинета. 3. Наличие подсистемы анализа предпочтений и рекомендации высших учебных заведений абитуриентам.	1. Наличие подсистемы поиска информации о высшем учебном заведении. 2. Наличие календаря дней открытых дверей высших учебных заведений. 3. Наличие подсистемы тестов, помогающих абитуриенту в процессе самоопределения и профориентации. 4. Наличие подсистемы сравнения высших учебных заведений.

Для выполнения перечисленных задач необходимо рассмотреть применимость технологии бессерверных облачных вычислений.

Согласно определению, приведённому в статье «Serverless Architecture» М. Фоулера, информационная система, использующая модель Serverless – это система, где серверная логика все еще создается разработчиком, но, в отличие от классических архитектур систем, она работает в вычислительных контейнерах без сохранения состояния (*stateless compute containers*), которые работают в режиме ответа на события, эфемерны (существуют пока происходит вызов и расчеты внутри функции) и полностью обслуживаются и управляются третьей стороной – поставщиком FaaS платформы [2].

Функция как услуга (*Function as a Service, FaaS*) представляет собой платформу, позволяющую своим пользователям разрабатывать, запускать и управлять функциональными единицами информационной системы без необходимости построения и поддержки инфраструктуры, которая обычно ассоциируется с разработкой и запуском информационной системы. Использование этой модели внедрения облачных вычислений в разрабатываемую систему является одним из способов реализации Serverless архитектуры.

Модель Serverless является примером распределенной структуры приложения. Подобная структура предлагает естественный способ отделить компоненты пользовательского интерфейса приложения от бизнес-логики,

которая требуется приложению. В распределенном приложении клиент и сервер работают вместе для выполнения задач для пользователя.

В бессерверной модели отдается предпочтение совместному равноправному взаимодействию компонентов. Такой подход близок идеи микросервисов – реализации распределенной архитектуры приложения с разделением логики сервера приложений на отдельные, архитектурно независимые единицы.

Как отмечает Сэм Ньюман в книге «Создание микросервисов», системы, построенные таким образом, часто «более гибки и поддаются изменениям», как единое целое, так и каждый компонент по отдельности: становится возможным более точное разделение проблем и зон ответственности между командой, что благоприятно сказывается на разрабатываемом программном обеспечении в целом [3].

Так, архитектурная модель подсистемы анализа предпочтений и рекомендации ВУЗов, (рис. 1), которая использует модель Serverless будет представлять собой взаимодействие клиента через API шлюз Amazon AWS с конкретным набором лямбда-функций, и взаимодействие лямбда-функций друг с другом и с сервером баз данных приложения.

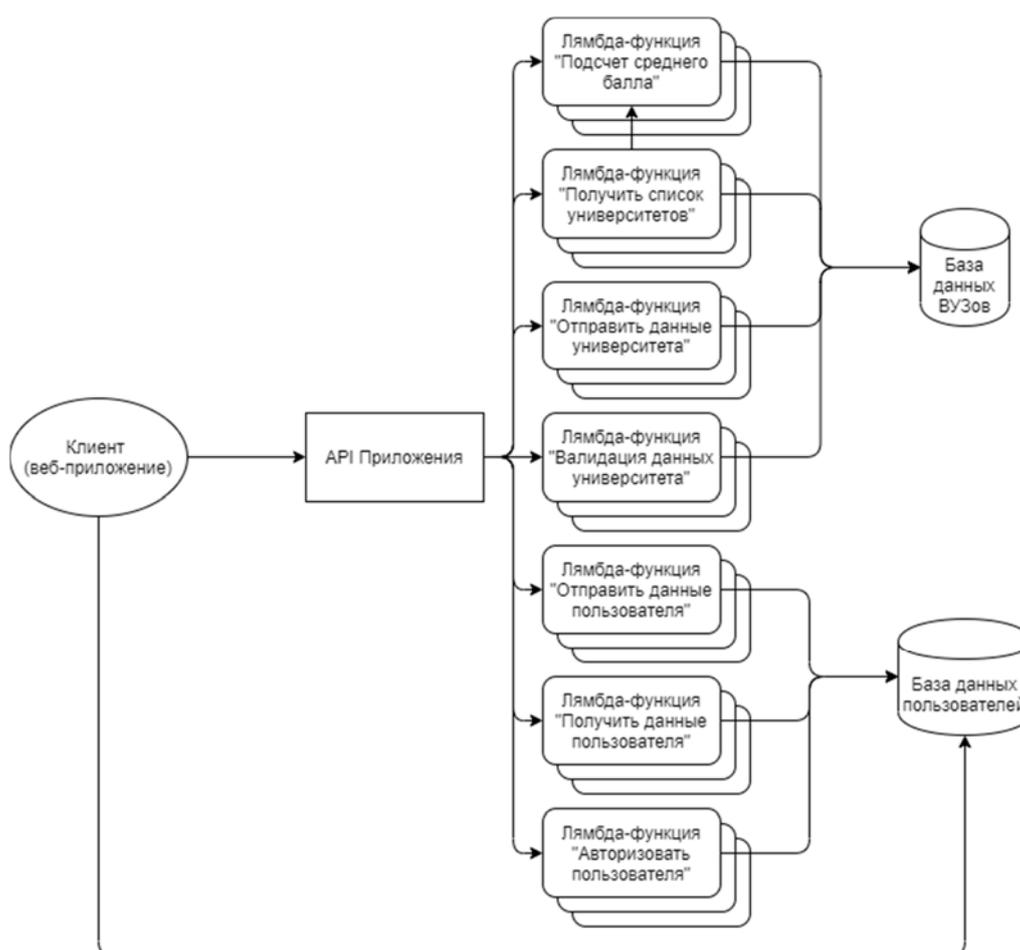


Рис. 1. Архитектурная модель компонента подбора рекомендаций вузов с использованием бессерверных технологий

Развертывание подсистемы анализа предпочтений и рекомендации ВУЗов в рамках платформы Amazon AWS обеспечивает автоматическое формирование базовой инфраструктуры разрабатываемого приложения (рис. 2).

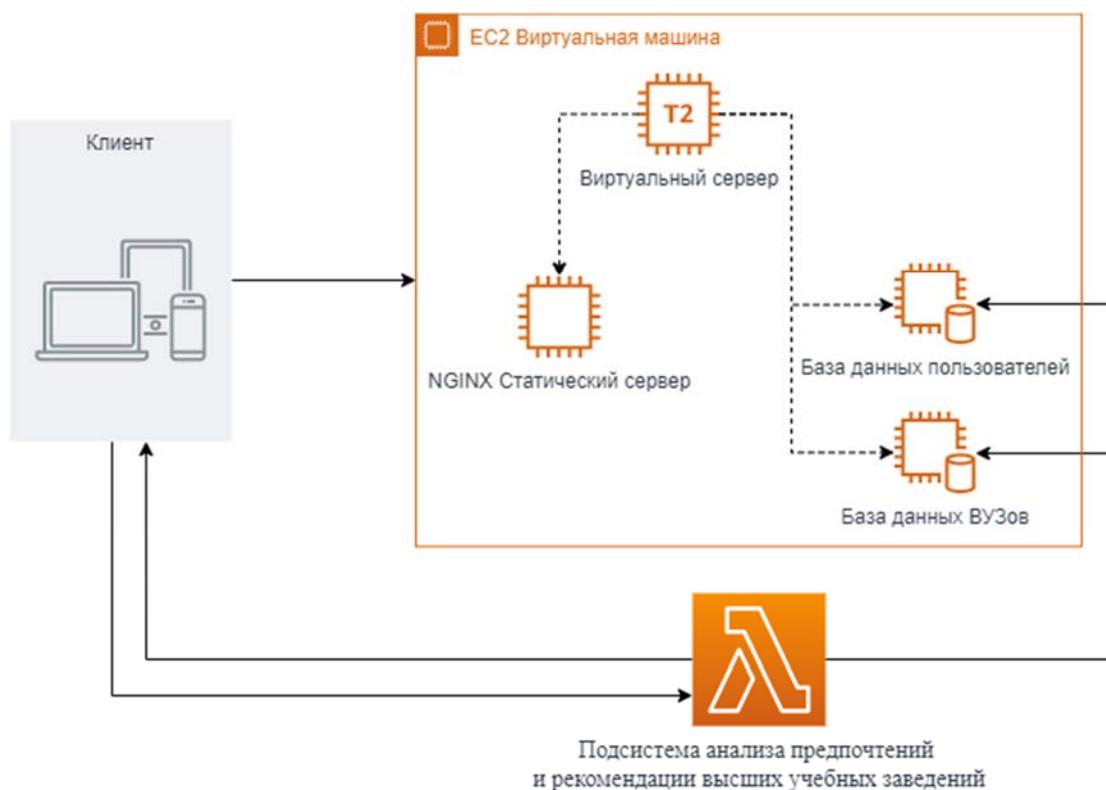


Рис. 2. Инфраструктура подсистемы анализа предпочтений и рекомендации вузов

Для реализации подсистемы анализа предпочтений и рекомендации ВУЗов потребуется четыре лямбда-функции: CalculateMidGrade, PostUserData, GetUniList, GetUserData.

Следует отметить, что существуют следующие сопроводительные процессы: Регистрация пользователя, Авторизация пользователя, Загрузка данных о программах обучения представителем университета, Проверка правильности данных о программах обучения. Данные процессы так же нуждаются в наборе лямбда-функций. В такой набор будут входить: LoginUser, ValidateUniData, UploadUniData.

Функция «CalculateMidGrade» отвечает за подсчет среднего балла и принимает на вход массив оценок. Результат работы функции – средний балл.

Функция «PostUserData» отвечает за отправку данных пользователя на сервер баз данных и принимает на вход JSON объект, содержащий данные необходимые к записи в базе данных. Результат работы функции – сетевое сообщение, подтверждающее запись в БД. Так же используется в процессе регистрации пользователя.

Функция «GetUniList» отвечает за запрос списка подходящих университетов и принимает на вход идентификационный номер пользователя.

Функция делает внутренний запрос к функции «GetUserData» чтобы составить массив параметров, по которым База Данных проводит фильтрацию данных и находит подходящие университеты. Результат работы функции – объект JSON, содержащий данные о подходящих университетах.

Функция «GetUserData» отвечает за запрос данных пользователя, необходимых для проведения поиска по Базе Данных. Результат работы функции – объект JSON, содержащий данные о пользователе.

Функция «LoginUser» отвечает за авторизацию пользователя и принимает на вход данные электронной почты и пароля пользователя. Функция отправляет POST HTTP запрос и получает ответ, подтверждающий авторизацию пользователя.

Функция «ValidateUniData» отвечает за парсинг и проверку правильности данных в файле, содержащем информацию о данных программ обучения. Функция принимает на вход файл с данными и результатом работы функции является JSON файл данных о программах обучения, готовый к загрузке. Вызывает функцию «UploadUniData».

Функция «UploadUniData» отвечает за отправку данных в формате JSON, которые получает в как входные данные. Результат работы функции – сетевое сообщение об успешной записи данных в базу данных.

Результатом реализации данных лямбда-функций на платформе Amazon AWS является современный, модульный сервер вычислений, готовый к полной или частичной интеграции в рабочий процесс платформы информационно-методического сопровождения абитуриентов.

Список использованных источников

1. Роут О. А., Чернушкина Н. В. Информационно-методическое сопровождение профориентационной работы педагогов образовательных учреждений // Образование. Карьера. Общество. 2014. № 3 (42). С. 43–45.
2. Фоулер М. Бессерверные архитектуры [Электронный ресурс] // Martin Fowler. 2020. URL: <https://www.martinfowler.com/articles/serverless.html> (дата обращения 30.04.2020).
3. Ньюман С. Создание Микросервисов – М. : Питер, 2016. – С. 27.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ИУС СПбГУТ Котловой М. В.*

УДК 004.58

Е. Е. Андрианова (старший преподаватель, СПбГУТ)

М. Е. Брылев (студент гр. ИСТ-822, СПбГУТ)

КАК ИТ ПОМОГАЮТ ЛЮДЯМ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

В статье рассматриваются задачи получения образования, социализации в обществе, передвижения по городу, получения работы людей с ограниченными возможностями. Такие проблемы пытаются решить учёные с помощью современных информационных технологий. В работе приводятся примеры множества современных технологий, которые помогают, или в будущем станут помогать людям-инвалидам. Также, приводятся данные опроса в социальной сети о том: действительно ли ИТ помогают в приближении к полноценной жизни человеку с ограниченными возможностями.

информационные технологии, люди-инвалиды, социальные сети.

Проблема

В наше время создаётся много условий, которые бы сделали легче жизнь людей с ограниченными возможностями здоровья. Есть различные методы общения с ними, как например язык жестов, существуют различные технологии, в частности протезы, инвалидные коляски, слуховые аппараты. Но в этой работе я бы хотел рассмотреть именно информационные технологии. Как новые цифровые инновации помогают людям с ограниченными возможностями здоровья, что нового появилось в этой сфере для них, как происходит процесс интеграции?

Задачи

Прежде всего, хотелось бы начать с подробного описания каждой проблемы. В дальнейшем в статье, приводятся примеры решения этих проблем.

Обучение

Прежде всего в первостепенных задачах должно являться обучение человека. Но некоторые люди, из-за врождённых проблем с передвижением не могут ходить в учебные заведения. Существует масса причин, почему они не могут ходить туда: не оборудованы город и школа под инвалидные коляски, нету специальных школ для инвалидов. Главной причиной также могут служить постоянные насмешки от одноклассников и, как следствие, боязнь выходить на улицу вообще.

Физические особенности

У человека с рождения может быть нарушен речевой аппарат, отсутствовать слух, может быть слабовидящим. Так же он может стать инвалидом из-за некоторых факторов, например, инсульта.

Создавать протезы, если у человека с рождения нету конечности, или он её потерял в каких-либо обстоятельствах, так же помогают ИТ.

Передвижение

У достаточного числа людей с ограниченными возможностями возникает такая проблема, как передвижение по городу. Чаще всего она возникает из-за отсутствия оборудования для инвалидов в общественном транспорте.

Услуги

Подача документов, заказ еды и лекарств на дом-являются самыми важными услугами. Поход в магазин или ожидание в очереди для многих инвалидов может быть показаться невыносимым.

Общение

Одним из важнейших человеческих потребностей считается общение. Существует множество причин почему человек не может общаться в нормальных живых условиях.

Поиск работы

Причины, почему инвалиды не могут устроиться на работу бывают разными: отсутствие навыков и знаний профессии, нежелание работодателя иметь дело с инвалидами. По статистике из 100 инвалидов высшее образование получают только два абитуриента. Отечественный университет либо не оборудован всем необходимым для передвижения, либо отсутствуют приспособленные программы.

Для решения этой задачи можно воспользоваться опытом западных стран. Там 70 % инвалидов обучаются с помощью компьютерных систем.

Обучение

Выходом же может служить интернет-обучение. Так, например, в 2009 году, кафедра ИТ в МГУ и РООИ (региональная общественная организация инвалидов) создали проект для повышения информационной грамотности инвалидов и обучению их ИТ-профессиям. Профессор МГУ Владимир Сухомлиный тогда отметил, что главной целью проекта является подготовка инвалидов в качестве профессиональных работников в ИТ-отрасли. Также им доступны, как и для всех, различные онлайн-курсы.

В институтах есть специальная отдельная квота (например, в СПбГУТ им. Бонч-Бруевича на факультет ИСИТ таких квот было 10). Туда могут подать и люди, у которых есть справка об инвалидности. В результате они попадают в отдельный конкурс, который может увеличить их шансы на попадание в тот или иной университет.

Физические особенности

Чтобы облегчить жизнь людям с ограниченными возможностями, программисты и инженеры всего мира пытаются создавать программы, приложения и устройства для того или иного типа физической особенности. Такие технологии позволяют инвалидам полностью почувствовать себя полноценным человеком. К сожалению, многие проекты пока не завершены.

Так в 2017 году в продажу поступило устройство DotWatch. Он разработан для воспроизводства тактильной информации (информация, которую человек способен осознать, только прикоснувшись к ней), позволяет выставлять время и секундомер, также с помощью него можно общаться с близкими. Так же это устройство синхронизировано со смартфоном пользователя: когда текстовое сообщение приходит на смартфон, оно автоматически переводится в шрифт Брайля (увеличенный шрифт) и пересылается в DotWatch. При звонке устройство вибрирует и показывают имя звонящего.

Для людей с нарушением речевого аппарата израильская компания Voiceitt разработала мобильное приложение Tallkitt. Это устройство работает по типу голосового переводчика. Программа переводит все непонятные слова в правильную разговорную речь. Примечательно, что программа работает на любом языке: алгоритм машинного обучения сначала анализирует речь пользователя, прося произнести несколько стандартных фраз, а потом создаёт личный словарь. Но пока что приложение только в стадии бета-тестирования.

Open Sesame-приложение, которое должно позволить смартфону полностью перейти на управление голосом и жестами. Оно может считывать минимальные движения головой и конечностями, распознавать лицо и слова своего владельца. С помощью этого можно открывать и закрывать приложения. За основу было взято программное обеспечение для платформы Nexus 5 от Google.

Переводчик жестов UNI облегчает общение людям с нарушением слухового аппарата. Программа преобразовывает жесты в аудио формат на экране. Также используется технология вывода текста собеседника на экран. Сейчас это приложение достаточно усовершенствовали, оно превратилось в устройство с чехлом, похожее на планшет. Кроме того, устройство обзавелось датчиками для рук, для мгновенно воспроизведения текста на экране. Проект так же пока не завершён, существует проблема распознавания различных диалектов и акцентов.

Массачусетский технологический институт распечатал на 3D-принтере такой инструмент как Finger Reader. Гаджет позволяет озвучивать текст на экране, а также вибрирует, когда читающему необходимо переходить на следующую строчку. Девайс был создан для электронных и бумажных книг.

Некоммерческое приложение Be My Eyes ориентировано для людей со слабым зрением. Всё производится по принципу живой видеосвязи: от дорожных знаков на дороге до выбора товара на полках. В проекте задействовано около десятков тысяч волонтеров. При входе в приложение даётся выбор: либо вы будете волонтером, который как раз и будет подсказывать больным людям что перед ними находится, либо вы сами тот человек, который нуждается в помощи. Потом зарегистрироваться. Программа работает на разных платформах и создано датским учёным, имеющим плохое зрение.

Для замены слуховых аппаратов группа из четырёх студентов создала бесплатное приложение AVA. Данное приложение выводит текст собеседника на экран. Особенно полезно данное изобретение при групповых беседах: программа чётко различает слова и разные реплики светятся разными цветами, чтобы человек понимал кто что сказал.

Dexteria – это целый перечень приложений от разработчика Binary Labs. Разработаны они для выработки мелкой моторики у детей и восстановления двигательной функции у людей после инсульта. Приложение предлагает различные задания на тренировку верхних конечностей, развития ловкости, силы и контроля.

В наше время из-за новых технологий стали активно развиваться протезы. К сожалению, для большинства людей они не очень доступны из-за их стоимости. Но учёные со всего мира продолжают совершенствовать искусственные конечности интеграцией различных технологий. Например, в протез ноги встроены микропроцессоры, которые можно программировать для естественной ходьбы или иных движений.

Если у человека инвалидность вызывающее сильную одышку при ходьбе или при беге, то таких людей в студенческих общежитиях стараются селить на нижних этажах, как правило с первого по третий. В самих общежитиях и в институтах присутствуют лифты.

Передвижение

В наше время появилось достаточно много приложений для вызова такси, чтобы добраться до той или иной точки города: «Maksim», «Яндекс такси», «Ситимобил». Все эти приложения доступны на операционной системе Android.

Услуги

Для того чтобы подавать документы, не выходя из дома, существует сайт «Госуслуги», где можно подать документы на замену паспорта, справки о несудимости и т. д.

Для заказа еды и лекарств так же существует многое количество сайтов. Барьером же для этого может служить нехватка денег за доставку.

Общение

В общении помогают всем знакомые приложения Skype, WhatsApp, Viber. Для обмена текстовыми сообщениями больше подойдут социальные сети: «ВКонтакте» или «Одноклассники». Все эти приложения позволяют общаться на расстоянии.

Создаются сообщества в социальных сетях для общения и знакомства инвалидов.

Поиск работы

С поиском работы могут помочь социальные сети: есть целые специальные сообщества, предназначенные именно для людей с теми или иными физическими осложнениями.

В таких странах как Норвегия, Финляндия, Голландия большинство инвалидов получают образование с помощью IT-технологий. Но чаще всего информационные технологии инвалиды применяют в качестве получения дополнительного образования. Также некоторые институты и университеты предоставляют центры занятости для инвалидов.

Среди самых востребованных и в тоже время подходящих для инвалидов профессий, являются: оператор ПК, переводчик, веб-разработчик, художник компьютерной графики, администратор сети, дизайнер.

Практическая значимость

Чтобы проверить действительно ли ИТ помогают инвалидам адаптироваться в современном обществе, был проведён опрос с некоторым количеством человек. Все они утверждают, что получить хорошее образование дистанционно-вполне реально. Большинству же, как и здоровым людям, информационные технологии помогают в дополнительном образовании.

Научная новизна

В статье не очень обсуждаемую в нашем обществе, но важную проблему. В наше время технологии позволяют значительно облегчить жизнь инвалиду.

Вывод

Эта научная работа показывает многие, но всё-таки не все у приложения и устройства, которые существуют или идут к своему завершению. Учёные или в некоторых случаях даже студенты всей планеты стараются создать максимально простое и удобное приложение или устройство, пытаются сделать доступным при минимальных финансовых возможностях. Проанализировав создателей данных технологий, я заметил, что большинство изобретателей имеют схожие проблемы со здоровьем, что и люди, для которых эта программа или девайс предназначались.

ИТ очень помогают людям с ограниченными возможностями: делают получение среднего или высшего, или дополнительного образования более простым, позволяют выполнять работу на дому.

Список использованных источников

1. <https://invlab.ru/tehnologii/tehnologii-dlya-invalidov/>
2. https://itc.ua/articles/covremennye_tehnologii_protezirovaniya_kak_it_pomogaet_lyudyam_zhit_48171/
3. <https://sukhomlin.livejournal.com/88568.html>

УДК 004.65

Е. Е. Андрианова (старший преподаватель, СПбГУТ)

М. В. Бузуева (студентка, СПбГУТ)

АЛГОРИТМ ПРОГРАММЫ ДЛЯ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ДАНЫМИ НА ПРИМЕРЕ ФИРМЫ ПО РЕМОНТУ КОМПЬЮТЕРОВ

В статье рассмотрены этапы проектирования базы данных, представлены этапы разработки инфологической и физической модели, а также способы создания и проверки различных видов запросов. Практическим результатом является информационная система, которая повысит эффективность, скорость обработки, структурирует и облегчит процесс учета заявок в организации. В итоге был предложен алгоритм программы для автоматизации деятельности фирмы, который обеспечит информационную поддержку проведения работ, поможет сделать деятельность предприятия систематической, скоординированной, вследствие чего увеличится объем и качество предоставляемых услуг.

проектирование, разработка, информационная система, база данных, компьютерная фирма, автоматизация, алгоритм.

При эксплуатации компьютера у каждого его владельца время от времени могут возникнуть различные проблемы, связанные с выходом из строя тех или иных составляющих, включая элементы аппаратного и программного обеспечения. За решением этих проблем пользователи компьютерной техники обращаются в компьютерные сервисные центры или фирмы, предоставляющие свои услуги в этой области. Различные фирмы и частные мастера, выполняющие ремонт компьютеров на дому, в офисе или собственных мастерских сегодня довольно востребованы и широко представлены даже в сравнительно небольших городах в России.

При этом ремонт компьютеров и оборудования – это не только механическая замена неработающих устройств, это еще и поиск неполадок, согласование и настройка работы различных компьютерных систем, знание и умелое использование программных продуктов. Именно поэтому ремонт компьютеров является самой востребованной услугой на сегодняшний день. Автоматизация деятельности фирмы обеспечит информационную поддержку проведения работ, поможет сделать деятельность предприятия систематической, скоординированной, вследствие чего увеличится объем и качество предоставляемых услуг.

Для автоматизации процесса учета, анализа и контроля выполнения работ по заказам клиентов в фирме по ремонту компьютеров была разработана информационная система компьютерной фирмы.

В данном случае фирма осуществляет прием заказов на ремонт ПК, диагностику и устранение неисправностей, а также доставку компьютерной техники. Для каждого клиента оформляется один заказ, который может выполняться только одним мастером. При оформлении заказа приемщик фиксирует дату оформления, номер заказа, вид и стоимость комплектующих, кто исполнитель, а также данные клиента. Каждый водитель может просмотреть данные о доставке заказов.

Анализ предметной области, разрабатываемой базы данных для фирмы по ремонту компьютеров позволил выделить несколько объектов (сущностей) [1]. Для каждой сущности были рассмотрены атрибуты и их значения. В данной информационной модели имеется два типа значений атрибутов – текстовые (Название, Адрес, и т. д.) и числовые (Количество комплектующих, стоимость и т. д.). Отношения, определяющие связи между сущностями, графически представлены на рис. 1.

На следующем этапе логического моделирования была рассмотрена нормализация отношений, которая предусматривает разбор полученных отношений на соответствие 1НФ, 2НФ, 3НФ. Благодаря нормализации уменьшается вероятность возникновения ошибок, улучшается согласованность данных, что обеспечивает надежность и безопасность данных. База данных считается нормализованной, если ее таблицы представлены как минимум в третьей нормальной форме (3НФ). А чтобы отношение находилось в 3НФ, оно должно быть, как во второй, так и в первой нормальной форме, т. е. все

столбцы должны быть атомарными и каждый не ключевой атрибут не транзитивно должен зависеть от первичного ключа [2].

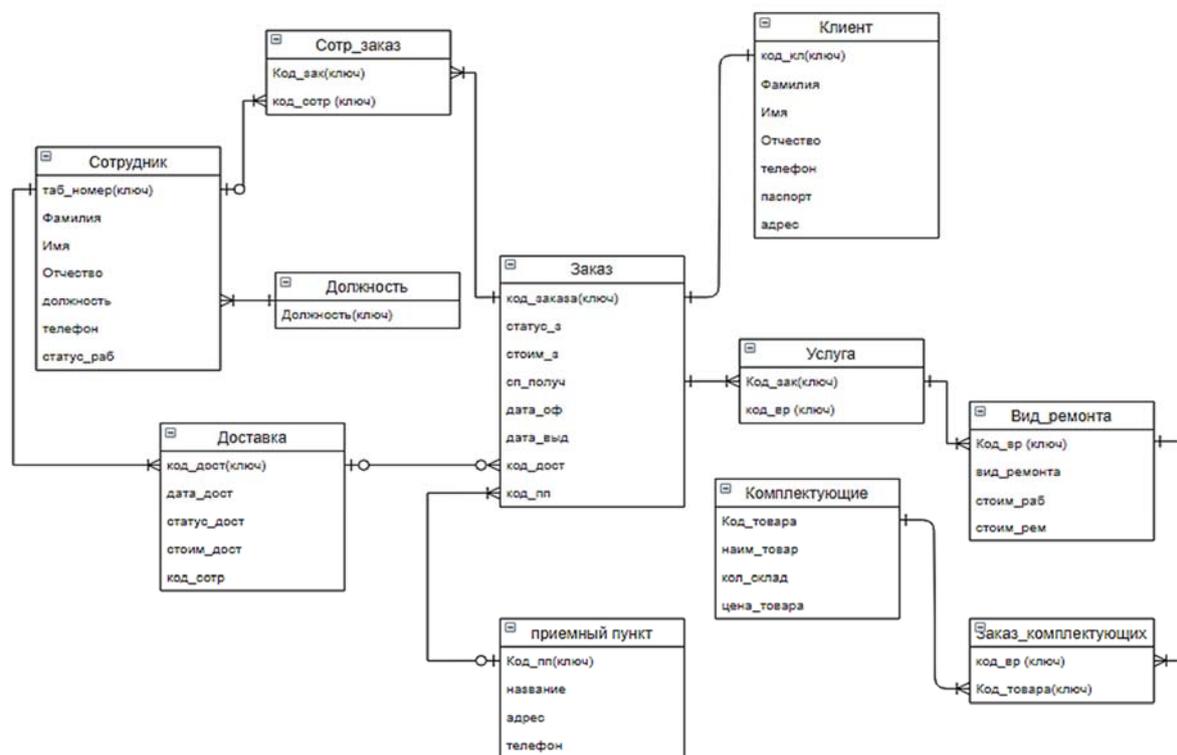


Рис. 1. ER-модель

Рассмотрим таблицу «Заказ». Ключевым атрибутом в ней является «Код_заказа», который не может быть разделен на элементы. Не ключевые атрибуты также являются атомарными и каждый функционально полно зависит только от первичного ключа. А сам первичный ключ является детерминантом, следовательно, таблица «Заказ» находится в 3НФ.

На основании логической модели проектируется физическая модель БД. Проектирование структуры данных состоит в построении для каждого отношения соответствующей таблицы. Физическое проектирование также предусматривает построение структуры физической модели данных (рис. 2, см. ниже).

База данных в рамках доклада реализована с помощью СУБД Oracle SQL Developer.

На примере таблицы «Заказ» рассмотрим связи, типы и размеры данных, а также первичные и вторичные ключи. В данной таблице ключевым полем является код заказа. Поля код заказа, стоимость заказа, код доставки и код приемного пункта содержат только числовые значения, поэтому имеют тип данных NUMBER. Поля статус заказа и способ получения представляет собой информацию о заказе, имеют строковый тип данных VARCHAR2 и не превышают размерность 50 байт. Также в данной таблице

представлены поля даты оформления и даты выдачи заказа. Эти поля содержат день, месяц и год даты, когда был оформлен/выдан. Тип данных для данных полей – DATE.

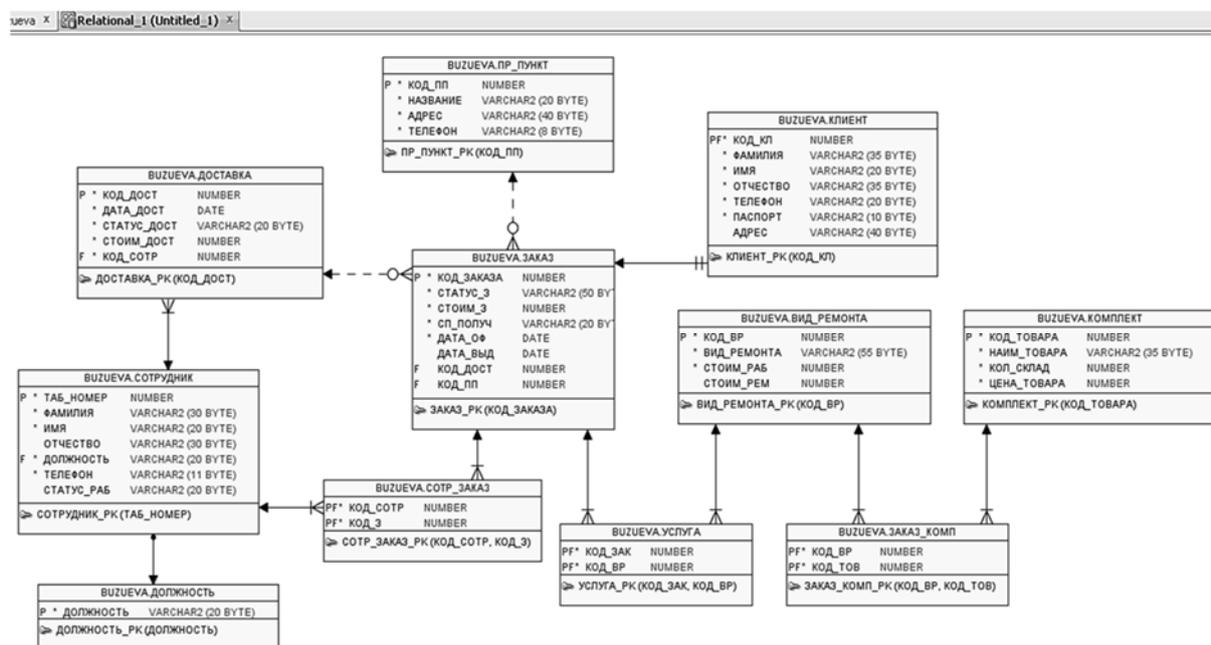


Рис. 2. Физическая модель БД

Следующим этапом разработки информационной модели является заполнение таблиц различными данными о фирме, ее сотрудниках, клиентах, заказах и т. д. На данном этапе еще раз проверяется соответствие полей нужным типам данных, а также правильность построения отношений между сущностями.

С помощью языка запросов (*Data Query Language*) в SQL были реализованы несколько ключевых запросов, при создании которых были использованы: оператор поиска SELECT, логические операторы и различные функции. Стоит отметить, что один и тот же запрос может быть реализован несколькими способами, и, будучи правильными, они, тем не менее, могут существенно отличаться по времени исполнения, и это особенно важно для больших баз данных [3].

При создании запроса для вывода перечня поездок, запланированных шоферу на конкретный день, была использована функция TO_CHAR, с помощью которой задается определенный формат вывода нужной даты на экран. На рис. 3 представлена реализация данного запроса, его текст и результат.

Разработанная автоматизированная информационная система для компьютерной фирмы по ремонту компьютерной техники предоставляет сотрудникам необходимый функционал для взаимодействия с клиентами и управления заказами. Автоматизация позволяет повысить эффективность

и оперативность деятельности работников предприятия на различных стадиях работы и оформления документации, что способствует грамотному планированию командной работы и возможности ведения строгого учета товаров и услуг.

The screenshot shows a SQL query builder window with the following SQL query:

```
SELECT код_дост, TO_CHAR(дата_дост, 'D-MONTH-YYYY, DAY') AS Дата, код_сотр
FROM ДОСТАВКА
WHERE дата_дост = TO_DATE ('01.03.2020', 'DD.MM.YYYY') AND код_сотр = 4 ;
```

Below the query, the 'Query Result' window displays the following table:

	КОД_ДОСТ	ДАТА	КОД_СОТР
1	20	1-МАРТ -2020, ВОСКРЕСЕНЬЕ	4
2	21	1-МАРТ -2020, ВОСКРЕСЕНЬЕ	4

Рис. 3. Список доставок на 1 марта 2020 года

Список использованных источников

1. Андрианова Е. Е., Липанова И. А., Сабинин О. Ю. Управление данными. Интеллектуальный анализ данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / Рец.: О. Ю. Ильяшенко, Е. В. Давыдова ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб. : СПбГУТ, 2016. – 38 с.

2. Пирогов В. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование [Электронный ресурс]. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 528 с. – ISBN 978-5-9775-0399-0.

3. Вольфсон М. Б. Базы данных [Электронный ресурс] / Рец. В. И. Котов ; Федер. агентство связи, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб. : СПбГУТ, 2008. – 91 с.

УДК 004.021

Е. Е. Андрианова (старший преподаватель, СПбГУТ)

Д. В. Веснин (студент гр. ИСТ-833, СПбГУТ)

АЛГОРИТМ ДЛЯ ИГРЫ 5 В РЯД (ГОМОКУ)

Данная работа нацелена на создание алгоритма для игры гомоку (5 в ряд) на языке программирования JavaScript, для работы в браузере. Реализованы различные вариации алгоритма минимакс с оптимизациями под конкретную игру, проведено их тестирование и выбран лучший из них.

гомоку, negamax, negascout, MTD(f).

Гомоку

Гомоку – настольная логическая игра для двух игроков. На квадратной доске размером 19×19 (в традиционном варианте) или 15×15 (в современном спортивном варианте) пунктов игроки поочередно выставляют камни двух цветов. Выигрывает тот, кто первым построит непрерывный ряд из пяти (и более) камней своего цвета по вертикали, горизонтали или диагонали.

Проблемы

- Большой коэффициент ветвления (~ 210).
- Малое количество времени, выделенное на вычисления (5–10 секунд).
- Невозможность проводить вычисления и поддерживать интерфейс отзывчивым в одном потоке.

Minimax

Минимакс – правило принятия решений, используемое в теории игр, теории принятия решений, исследовании операций, статистике и философии для минимизации возможных потерь из тех, которые лицу, принимающему решение, нельзя предотвратить при развитии событий по наихудшему для него сценарию. Критерий минимакса первоначально был сформулирован в теории игр для игры двух лиц с нулевой суммой в случаях последовательных и одновременных ходов, впоследствии получил развитие в более сложных играх и при принятии решений в условиях неопределённости. Пример минимаксного дерева предоставлен на рис. 1.

Negamax

Алгоритм Negamax идентичен Minimax, но чаще используется на практике ввиду его краткости и отсутствия лишнего if. Это возможно благодаря следующему равенству $-\max(a, b) = -\min(-a, -b)$. В дальнейшем будут приводиться только Nega версии алгоритмов, если это возможно.

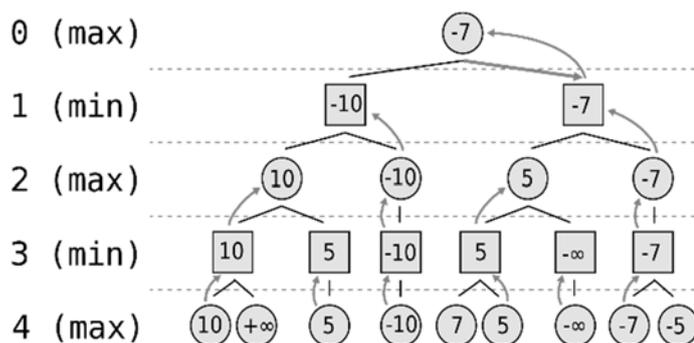


Рис. 1. Минимаксное дерево

Alpha-beta pruning

Альфа-бета-отсечение – оптимизация минимакса, стремящаяся сократить количество узлов, оцениваемых в дереве поиска. В основе алгоритма лежит идея, что оценивание ветви дерева поиска может быть досрочно прекращено (без вычисления всех значений оценивающей функции), если было найдено, что для этой ветви значение оценивающей функции в любом случае хуже, чем вычисленное для предыдущей ветви. Альфа-бета-отсечение является оптимизацией, так как результаты работы оптимизируемого алгоритма не изменяются. Пример дерева предоставлен на рис. 2.

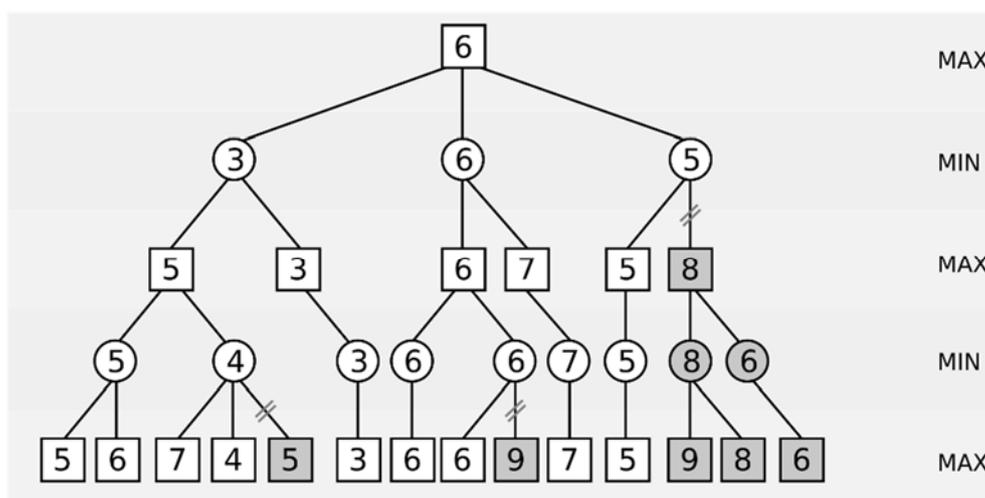


Рис. 2. Дерево поиска. Черточками отмечены моменты отсечения ветвей. Темно-серые вершины не рассматриваются

Поиск с нулевым окном

Поиск с нулевым окном – это вызов алгоритма альфа бета со значениями $\alpha = \beta - 1$. Данная техника позволяет увеличить количество отсечек и соответственно скорость поиска.

NegaScout

NegaScout – оптимизация альфа-бета-отсечения, использует метод поиска с нулевым окном. Использовался в шахматном компьютере Deep Blue.

IDDFS (Iterative deepening depth-first search)

Поиск с итеративным углублением – это оптимизация поиска в глубину и в ширину, которая гарантированно позволяет найти самое близкое к начальному состоянию решение, избегая экспоненциальной сложности. Ищем в глубину с ограничением глубины константой N . Нашли решение – хорошо. Не нашли – повторяем поиск в глубину с константой $N + 1$ и так далее, пока не найдем решение или пока не кончится время.

MTD(f)

MTD(f) – Memory-enhanced Test Driver *with node n and value f*, алгоритм использующий только поиск с нулевым окном для определения лучшего хода. В среднем он превосходит Negascout и Negamax. Чаще всего реализуется как поиск с итеративным углублением.

MTD(f) 10

Для того чтобы увеличить производительность еще больше, можно рассматривать не все перспективные ходы, а только 10 самых перспективных из них. Коэффициент ветвления становится фиксированным (10) существенно увеличивая производительность алгоритма.

Данная оптимизация рискованна тем, что опасный ход соперника может оказаться не рассмотренным, но на практике она существенно увеличивает скорость и процент побед.

Турнир между алгоритмами

Проведем турнир между всеми алгоритмами до трех побед (табл. 1). После каждой игры алгоритмы меняются сторонами. Все алгоритмы реализованы как IDDFS. 1 – победа, 0.5 – ничья.

ТАБЛИЦА 1. Результаты турнира

	Negamax	NegaScout	MTD(f)	MTD(f) 10
Negamax		0:2	0:2	0:2
NegaScout	2:0		1:2	0:2
MTD(f)	2:0	2:1		0:2
MTD(f) 10	2:0	2:0	2:0	

MTD(f) 10 – 1.5:0.5 – NegaScout 10.

Web Workers API

Для того чтобы поддержать отзывчивой работу интерфейса при выполнении алгоритма, необходимо выполнять его в отдельном потоке. Web Workers API позволяет легко создать новый поток и обмениваться с ним данными.

Сравнение с другими алгоритмами

Алгоритму MTD(f) 10 дается 10 секунд на поиск (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Результаты сравнения с другими алгоритмами

Сайт	Результат
http://gomoku.yjyao.com/	0:2 Победа MTD(f) 10
https://github.com/lihongxun945/gobang	0:2 Победа MTD(f) 10
https://logic-games.spb.ru/gomoku/	0:2 Победа MTD(f) 10
https://ixjamesyoo.github.io/Gomoku/	0:2 Победа MTD(f) 10

Заключение

Получившийся алгоритм – MTD(f) 10, успешно справился со своими соперниками и благодаря повышенной производительности смог одержать победу во всех сыгранных матчах, не проиграв ни одной игры. Можно заметить, что, если заменить функцию оценки, алгоритм определения победы и алгоритм генерации возможных ходов, данный алгоритм можно использовать для любой игры с полной информацией и нулевой суммой, где два игрока ходят поочередно.

Исходный код программы можно найти на Github [4].

Список использованных источников

1. Aske Plaat: A Minimax Algorithm faster than NegaScout [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1404.1511>
2. Russell, Stuart J.; Norvig, Peter (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc. p. 167. ISBN 978-0-13-604259-4.
3. <https://www.chessprogramming.org/>
4. https://github.com/qwertyforce/gomoku_ai

УДК 004.75

Е. Е. Андрианова (старший преподаватель, СПбГУТ)

И. А. Котцов (студент гр. ИСТ-833, СПбГУТ)

DDOS АТАКИ И СЕТИ CDN

Представлено детальное описание абстрактной атаки на сайт, находящийся за защитой CDN сети, а также различные примеры реальных DDoS атак на ресурсы компаний, пользующихся CDN сетями. Собрана поквартальная статистика атак от-каза доступа с 2015 года по наше время, включающая в себя процентное распределение ботнетов по операционным системам, продолжительность атаки и основным методам осуществления воздействия.

DDoS, CDN, ботнет, сетевая атака.

Развитие использования сети Интернет для коммерческих целей порождает ряд проблем таких как обеспечение быстрого и бесперебойного доступа к ресурсу, защита от хакерских атак и легитимизация доступа к сервису.

Постоянное развитие методов атак, а в особенности DoS и DDoS воздействий несёт большую угрозу для стабильности работы различных интернет-ресурсов, что в совокупности с требованием доступа к информации в кратчайшее время побудило развитие сетей доставки и дистрибуции контента. Нарастивание ёмкостей атак в скорости и количестве пакетов в секунду побудило к созданию распределённых систем CDN.

Особенности CDN позволяют использовать их возможности для обращения к заблокированным ресурсам. Так как блокировка сайта, в основном, осуществляется по доменному имени, и большая часть сайтов использует зашифрованное соединение HTTPS, защищённое при помощи SSL/TLS, то для доступа к заблокированным ресурсам необходимо использовать другое DNS имя [1]. А так как до сети CDN трафик идёт в зашифрованном виде, а в точке вхождения в сеть доставки контента на отдельных серверах он расшифровывается, и возможен вариант наличия http заголовка заблокированного ресурса. (рис. 1).

При этом в системе логирования доступа к DNS адресам будет отображаться https адрес, так как этот слой проверки находится вне CDN, но пользователю будет показана и отправлена страница,

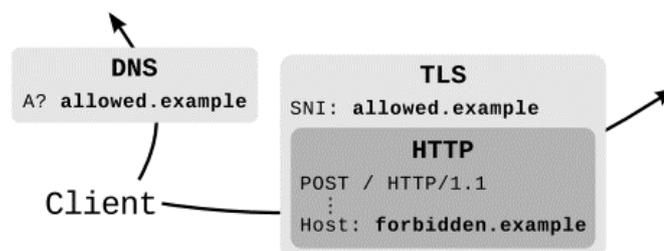


Рис. 1. Поведение запроса на CDN

находящаяся по адресу, вложенному в HTTP заголовок.

Для примера можно запустить утилиту «tshark» (Требуется операционная система на основе GNU/Linux) и выполнить действия, показанные на рис. 2. Справа показано окно утилиты tshark, слева имитация HTTPS запроса. Для примера можно обратиться на сайт «https://music.yandex.ru» с вложенным HTTP заголовком «music.yandex.by», как можно заметить в онке запроса мы получили сообщение, говорящее, что открыт сайт области .by, хотя https запрос шёл на домен области .ru. Данную возможность подмены домена держатели CDN не признают, как уязвимость, но при выполнении злоумышленником атак, он может использовать подложный адрес.

```
dred@drednoulit:~$ (echo GET / HTTP/1.1; echo Host: music.yandex.by; echo Connection: close; echo) | openssl s_client -quiet -servername music.yandex.ru -connect music.yandex.ru:443 | grep -Eo '<meta[^>]*?og:url[^>]*?>'
depth=2 C = PL, O = Unizeto Technologies S.A., OU = Certum Certification Authority, CN = Certum Trusted Network CA
verify return:1
depth=1 C = RU, O = Yandex LLC, OU = Yandex Certification Authority, CN = Yandex CA
verify return:1
depth=0 C = RU, O = Yandex LLC, OU = ITO, L = Moscow, ST = Russian Federation, CN = *.music.yandex.ru
verify return:1
<meta property="og:url" content="https://music.yandex.by/home" />
dred@drednoulit:~$

dred@drednoulit:~$ sudo tshark -T fields -Y 'tcp.dstport == 443 and ssl.handshake.extensions_server_name' -e ssl.handshake.extensions_server_name
Running as user "root" and group "root". This could be dangerous.
Capturing on 'wlp2s0'
music.yandex.ru
```

Рис. 2. Утилита tshark

Рассмотрим пример DDoS атаки на цель, находящуюся за CDN. Некоторая крупная компания создала свой ресурс и располагает статические данные в Content Delivery Network, а динамические – в собственном центре обработки данных. При этом собственные мощности были защищены от флуд-атак и использованы средства анализа TCP пакетов. При атаке на данный информационный ресурс злоумышленники использовали атаки при помощи DNS-флуда и отправке фиктивных TCP пакетов на доступ к динамическим данным. Так как дата-центр владельца ресурса обладал активной защитой, то атаку удалось отклонить без последствий для времени работы сайта. Технологии данного типа при помощи комплексов по глубокому анализу пакетов и адаптивных роутеров определяют потенциально опасные IP адреса и блокирует с них трафик, при этом для клиентов ресурс остаётся рабочим.

Дальнейшие действия недоброжелателей предполагают крупномасштабную атаку на основной сайт компании при HTTP флудом, то есть большим количеством подключений и запросов на данный. Данный тип атаки хорошо поглощается широкими каналами CDN. При этом хакер может прибегнуть к отправке большого количества запросов в систему дистрибуции контента на доступ к динамическим данным, что вызовет ответную реакцию сети и многочисленным запросам CDN к центру обработки данных клиента с заранее заверенного адреса сети доставки контента. Активные средства защиты не будут действовать, так как IP адрес системой считывается как легитимный, и соответственно атака достигнет своей цели [2].

Для обеспечения дальнейшего функционирования информационного ресурса команда безопасности дата-центра приняла решение ограничить количество активных фиктивных соединений, но так, как и атака, и пользователи сайта обращаются к ЦОДу через сеть доставки контента, у всех подключений один IP адрес. При его блокировании будет прекращён доступ к сервису как реальных пользователей, так и злоумышленника. В данном случае Content Delivery Network не способна защитить от атак, наоборот, при её отсутствии в инфраструктуре системы сработали активные алгоритмы защиты, и атака была бы отклонена.

Ёмкость DDoS атак растёт каждый год, в среднем на 20 %, что обусловлено постоянным ростом количества возможных платформ для создания ботнетов и появлением новых уязвимостей в сложном программном обеспечении, таком как DNS и NTP сервера и Memcached. Потенциально возможными объектами для начала атаки являются не только серверные платформы и различные компьютеры пользователей, но и сами узлы сети: коммутаторы, концентраторы, роутеры и маршрутизаторы. Новыми устройствами, которые из-за большого количества, географической распределённости и наличия постоянного выхода в сеть являются IoT (*Internet of Things*). Устройства интернет вещей представляют собой уязвимые платформы для заражения, так как зачастую не имеют достаточных мощностей для встраивания и работы антивируса.

Собрав статистику по квартально с 2015 год по 2020 год I квартала в таблицу можно прийти к выводу, что злоумышленникам становится выгодно использовать не периодически входящие сеть персональные компьютеры на операционной системе Windows, а постоянно находящиеся в сети устройства IoT, сетевое оборудование и серверные платформы под управлением GNU/Linux. Описываемая статистика указана в таблице [3].

Наиболее часто используемой атакой остаётся SYN-DDoS, так как от такого метода атаки наиболее сложно создать эффективную защиту, которая не будет блокировать обычных пользователей с медленным или нестабильным интернетом.

ТАБЛИЦА. Статистика DDoS атак

Год	Наиболее частый тип атаки	Самая продолжительная атака, часов	Windows боты, %	Linux боты, %
2015/1	SYN, HTTP,	140	44,8	55,2
2015/2	TCP, SYN, HTTP,	205	62,4	37,6
2015/3	TCP, SYN, HTTP,	320	54,4	45,6
2015/4	TCP, SYN, HTTP,	371	45,52	54,8
2016/1	TCP, SYN, HTTP,	197	55,5	44,5
2016/2	TCP, SYN, HTTP,	291	29,7	70,2
2016/3	TCP, SYN, HTTP,	184	21,14	78,86
2016/4	TCP, SYN, HTTP,	292	25,06	76,65
2017/1	TCP, UDP, ICMP, SYN,	120	56,60	43,40
2017/2	TCP, UDP, ICMP, SYN,	277	48,77	51,23
2017/3	TCP, SYN, HTTP,	215	30,38	69,62
2017/4	TCP, SYN, HTTP,	146	28,81	71,19
2018/1	TCP, SYN, UDP, Memcached	297	33,51	66,49
2018/2	SYN, UDP,	258	5,53	94,47
2018/3	SYN, UDP,	239	4,14	95,86
2018/4	SYN, UDP,	329	2,89	97,11
2019/1	SYN,	289	4,29	95,71
2019/2	SYN, UDP,	509	4,02	95,98
2019/3	SYN, UDP,	279	2,25	97,75
2019/4	SYN, TCP, UDP	494	2,60	97,40
2020/1	SYN	762	5,64	94,36

Список использованных источников

1. [state of the internet] / Security. DDoS and Application Attacks Report: Volume 5, Issue 1. – P. 18. URL: <https://www.akamai.com/us/en/multimedia/documents/state-of-the-internet/state-of-the-internet-security-ddos-and-application-attacks-2019.pdf> (дата обращения 02.12.19).

2. История одной DDoS-атаки [Электронный ресурс]. URL: <https://securelist.ru/istoriya-odnoj-ddos-ataki/3220/> (дата обращения 04.12.19).

3. Securelist Archive [Электронный ресурс]. URL: <https://securelist.ru/all/?category=721> (дата обращения 21.04.20).

УДК 004.02

А. Р. Берлин (студент гр. ИСТ-612, СПбГУТ)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Представлен анализ применения технологий и методов генетического алгоритма для решения задачи составления учебного расписания в высшем учебном заведении. Рассмотрены различные вариации и зависимости конфигурационных параметров генетического алгоритма, с помощью которых можно регулировать его работу и показатели эффективности.

расписание, вуз, автоматизация деятельности, генетический алгоритм, расписание.

Расписание является одним из фундаментальных составляющих учебного процесса. Оно призвано обеспечить равномерную нагрузку на профессорско-преподавательский состав и обучающихся, корректно распределить аудиторный фонд с учетом специфики дисциплин и помещений. При этом формирование расписания для многих вузов является проблемой, так как требует больших временных затрат и выделения материальных ресурсов [1].

К расписанию предъявляются множество требований, которые разделяются на основные и второстепенные (табл.).

ТАБЛИЦА. Классификация требований к расписанию

Основные требования	Второстепенные требования
1. Отсутствие накладок и конфликтов занятий.	1. Равномерность нагрузки студентов в течение всего семестра.
2. Отсутствие «окон».	2. Пожелания профессорско-преподавательского состава.
3. Соответствие аудитории типу занятия.	3. Минимизация переходов между аудиториями и корпусами.
4. Обязательное проведение полного объема занятий учебному плану.	4. Периодичность расписания.
5. Ограничение на объем ежедневных занятий.	

Можно сделать вывод о том, что задача составления расписания является многопараметрической и, следовательно, сложно реализуемой в случае применения классических методов целочисленного программирования.

Решить задачу, имеющую столь комплексную математическую модель и массивный объем формализации, позволит генетический алгоритм.

Определенный разработчиком системы набор параметров расписания, рассмотренные в таблице, формализуются с помощью языка программирования в функции приспособленности генетического алгоритма. С помощью

данной функции алгоритм оценивает каждый сгенерированный вариант расписания и присваивает определенное значение приспособленности в зависимости от количества требований, которым удовлетворяет объект.

Для создания программного продукта необходимо выполнить подготовку данных и определить математическую модель. Прежде всего, требуется составить полный перечень аудиторных помещений и временных промежутков для размещения занятий с присвоением уникального идентификатора для каждой записи. Затем необходимо создать листинг требуемых для размещения на временной шкале семестра «событий», то есть учебных пар. Под «парой» понимается единичное учебное занятие длительностью 2 академических часа. Количество учебных занятий в данном листинге определяется рабочим учебным планом специальности. Каждое занятие имеет уникальный идентификатор.

Расписание можно полностью определить двумя векторами α и τ , математическая формализация которых представлена формулами (1) и (2) соответственно. Данные векторы имеют одинаковую длину, так как описывают один и тот же список учебных занятий.

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_N) \quad (1)$$

$$\tau = (\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_N) \quad (2)$$

где α_i – аудиторное помещение, назначенное занятию с номером i , а τ_i – временной промежуток, также назначенный занятию с номером i .

Генетический алгоритм оперирует случайно сгенерированными вариантами расписания. Согласно математической модели, которая определена ранее, предлагается использовать варианты, состоящие из двух векторов (α и τ). На рис. 1 представлена структура особи.



Рис. 1. Структура варианта расписания

Хромосомы, в свою очередь, состоят из генов. В каждом гене хранится определенное значение, определяющее либо аудиторию, в которой проводится занятие, либо временной промежуток, в течение которого проходит пара. Порядковый номер гена в хромосоме соответствует номеру занятия, то есть i -й ген и в первой, и во второй хромосоме характеризует одно и то же занятие. Например, элементы α_1 и τ_1 характеризуют занятие с идентификатором 1.

Реализация генетического алгоритма с применением языка программирования Python состоит из нескольких этапов.

Первым шагом является генерация установленного числа особей, то есть вариантов расписания. Вектора α и τ данных вариантов расписания заполняются случайными значениями из набора доступных, то есть уже на этапе генерации особей исключаются ситуации, когда какому-либо занятию присваивается несуществующая аудитория или временной промежуток. Для каждого варианта расписания рассчитывается значение качества с помощью функции приспособленности. Из-за того, что вектора заполняются случайными значениями, данные первоначальные варианты расписания имеют большое количество конфликтов и недочетов. Последующие этапы алгоритма направлены на устранение данных ошибок.

Следующим этапом является отбор вариантов расписания на основе их значения приспособленности. Наиболее качественные варианты переходят на следующий этап, а наихудшие – удаляются из алгоритма.

После отбора происходит скрещивание вариантов расписания. Для компенсирования удаленных из алгоритма на этапе отбора объектов варианты расписания, имеющие наиболее значение приспособленности, производят новые варианты расписания путем обмена участками собственных векторов по гену, порядковый номер которого генерируется случайно. Процесс скрещивания представлен на рис. 2.

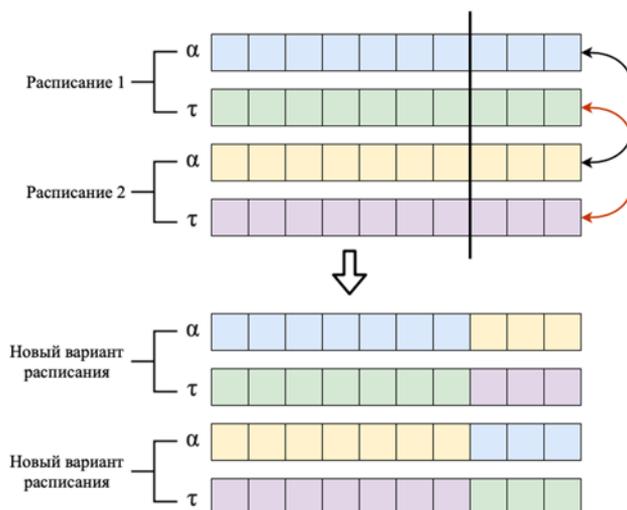


Рис. 2. Скрещивание вариантов расписания

Далее применяется оператор мутации. Мутация – это изменение случайного гена в векторах варианта расписания на отличающееся случайное значение. Мутация применяется для внесения разнообразия в работу алгоритма и предотвращения преждевременной сходимости. На рис. 3 демонстрируется процесс мутации.

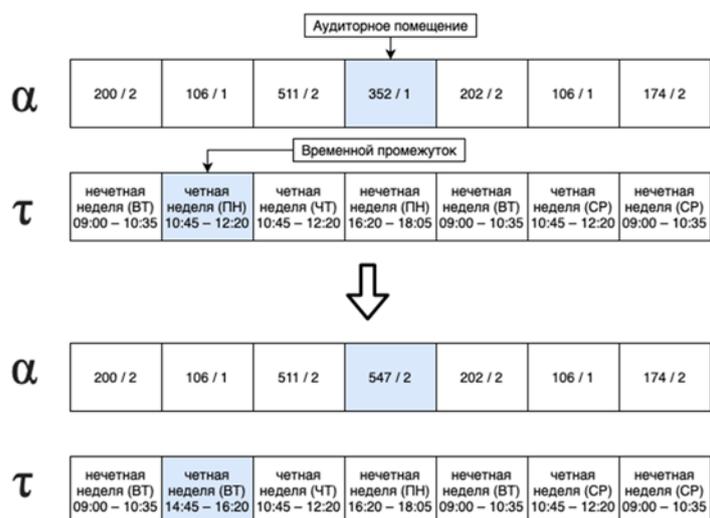


Рис. 3. Мутация варианта расписания

Отбор, скрещивание и мутация алгоритма производится в цикле до наступления критерия останова. Данный критерий может быть выражен одним из факторов: алгоритм нашел решение; алгоритм достиг конечного числа итераций; алгоритм вышел на «плато».

«Плато» генетического алгоритма – это ситуация, при которой значение приспособленности у вариантов расписания меняется лишь незначительно от итерации к итерации, то есть качество вариантов расписания не меняется, а значит дальнейшая работа алгоритма становится бессмысленной.

После выхода из основного цикла алгоритма производится выбор наилучшего варианта расписания на основе значений приспособленности. Наиболее качественное, то есть удовлетворяющее поставленным требованиям, расписание выводится из алгоритма, экспортируется в базу данных. На этом работа алгоритма окончена.

Для управления информационной системой разработан прототип пользовательского интерфейса. Интерфейс позволяет вводить исходные данные для алгоритма (сведения об учебных группах, потоках, рабочих учебных планах, профессорско-преподавательском составе, аудиторных помещениях и прочем), генерировать новое расписание, а также просматривать и модифицировать сгенерированное расписание. Главная страница интерфейса представлена на рис. 4.

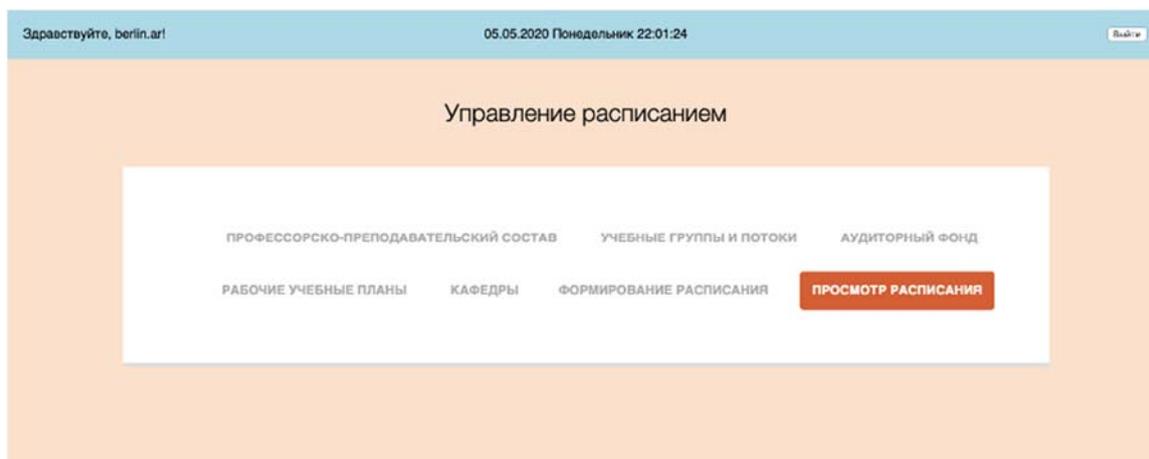


Рис. 4. Главная страница интерфейса

В разделе «Просмотр расписания» отображается сгенерированное расписание с функциями фильтрации по любому параметру, а также функциями экспорта в форматы *xlsx*, *csv* и генерации отчетов. Данная страница отображена на рис. 5.

ID	Неделя	День	#	Время	Дисциплина	Тип занятия	Учебные группы	Преподаватель	Ауд.
0	1	ПН	0	9:00 - 10:35	Методы и средства проектирования информационных систем и технологий	Лабораторная работа	ИСТ-615	Котлова Мария Владимировна	511/1
1	1	ПН	1	10:45 - 12:20					
2	1	ПН	2	13:00 - 14:35	Проектная оценка надежности информационных систем	Практическая работа	ИСТ-613	Губин Александр Николаевич	201/1
2	1	ПН	2	13:00 - 14:35	Инструментальные средства информационных систем	Практическая работа	ИСТ-614	Давыдова Екатерина Викторовна	202/1
3	1	ПН	3	14:45 - 16:20	Информационные системы электронной коммерции	Лабораторная работа	ИСТ-612	Филиппов Феликс Васильевич	511/1
4	1	ПН	4	16:30 - 18:05					
5	1	ВТ	0	9:00 - 10:35	Информационные системы электронной коммерции	Лекция	ИСТ-611, ИСТ-614, ИСТ-612, ИСТ-615, ИСТ-613	Филиппов Феликс Васильевич	202/1
6	1	ВТ	1	10:45 - 12:20	Администрирование информационных систем	Лекция	ИСТ-611, ИСТ-614, ИСТ-612, ИСТ-615, ИСТ-613	Тарасов Владимир Анатольевич	201/1
7	1	ВТ	2	13:00 - 14:35	Администрирование информационных систем	Лекция	ИСТ-611, ИСТ-614, ИСТ-612, ИСТ-615, ИСТ-613	Тарасов Владимир Анатольевич	202/1
8	1	ВТ	3	14:45 - 16:20	Методы и средства проектирования информационных систем и технологий	Лекция	ИСТ-611, ИСТ-614, ИСТ-612, ИСТ-615, ИСТ-613	Котлова Мария Владимировна	511/1
9	1	ВТ	4	16:30 - 18:05	Администрирование информационных систем	Практическая работа	ИСТ-615	Тарасов Владимир Анатольевич	202/1
10	1	СР	0	9:00 - 10:35	Проектная оценка надежности информационных систем	Лекция	ИСТ-611, ИСТ-614, ИСТ-612, ИСТ-615, ИСТ-613	Губин Александр Николаевич	200/1
11	1	СР	1	10:45 - 12:20	Информационные системы электронной коммерции	Лекция	ИСТ-611, ИСТ-614, ИСТ-612, ИСТ-615, ИСТ-613	Филиппов Феликс Васильевич	201/3
12	1	СР	2	13:00 - 14:35	Администрирование информационных систем	Практическая работа	ИСТ-612	Тарасов Владимир Анатольевич	201/1
12	1	СР	2	13:00 - 14:35	Инструментальные средства информационных систем	Практическая работа	ИСТ-613	Давыдова Екатерина Викторовна	202/1

Рис. 5. Страница просмотра расписания

Таким образом, разработана информационная система управления расписанием, применяющая генетический алгоритм поиска решения в качестве механизма генерации расписания занятий.

Генетический алгоритм способен найти наилучшее решение, используя методы и правила, функционирующие в ключевом факторе эволюции – естественном отборе.

Список использованных источников

1. Конькова И. С. Использование генетического алгоритма в задаче оптимизации расписания вуза // Вестник ТвГТУ. 2012. N 22. С. 26–31.

Статья представлена научным руководителем, старшим преподавателем кафедры ИУС СПбГУТ Котловой М. В.

УДК 004.55

Е. П. Бояшова (старший преподаватель, СПбГУТ)

А. Д. Ксенофонтова (студентка гр. ИСТ-632, СПбГУТ)

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ В СИСТЕМАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

В данной статье рассмотрены возможности веб-картографирования, применяемые в экологической сфере. Проанализированы составляющие компоненты и особенности использования картографических сервисов в экологическом мониторинге. Приведены решения программного обеспечения для публикации пространственных данных о состоянии окружающей среды в сети.

картографический сервис, экологический мониторинг, веб-картография, MapServer, GeoMixer, ArcGIS.

Во всем мире в настоящее время наблюдается ухудшение экологической обстановки, связанное в первую очередь с возрастающими масштабами влияния человеческой деятельности на окружающую среду. Поэтому решение современных проблем в экологической сфере является важнейшей задачей как на государственном, так и на международном уровне.

Одним из способов улучшения ситуации является внедрение информационных технологий в данную сферу, в частности, огромную роль играют картографические технологии. Поэтому веб-картографирование с недавних пор является неотъемлемой частью решения проблем экологии.

В экологической сфере применяют следующие возможности веб-картографирования [1]:

- анализ и управление цифровой экологической и картографической информацией;
- проектирование на основе имеющихся данных веб-карт, которые отражают текущее состояние данной экологической системы;
- анализ динамики изменений обстановки окружающей среды в пространстве в текущий момент времени;
- моделирование различных экологических ситуаций и анализ зависимости состояния среды от различных внешних факторов;
- получение комплексных оценок состояния окружающей среды на основе разнородных данных.

Для отслеживания изменений в экологических ситуациях, необходимо проводить мониторинг окружающей среды, который представляет собой

совокупность мер всестороннего наблюдения для оценки и прогнозирования состояния. Экологический мониторинг включает в себя два направления [2]:

- информационное;
- управленческое.

Для эффективной организация и анализа используемой информации необходимо объединение этих направлений, которое возможно в рамках веб-картографических систем, являющихся основным компонентом информационной системы экологического мониторинга. Использование веб-карт в экологическом мониторинге позволяет:

- преобразовывать информацию о территории на карту местности и осуществлять пространственное представление результатов расчетных показателей;
- проводить интегральную обработку разнородных цифровых данных;
- оперативно представлять информацию в текущий момент времени при параллельной работе с базой данных;
- проводить прогнозирование изменения состояния окружающей среды при изменении показателей на основе заданных моделей.

Для проведения экологического мониторинга необходимы специальные программные продукты, позволяющие оценить состояние окружающей среды.

Организации и хранения информации в ГИС обеспечивает возможность мгновенно отображать информацию на электронной карте, при этом ГИС-серверы позволяют проводить прогнозирование и мониторинг изменений состояния окружающей среды. В настоящее время получили широкое применение следующие решения программного обеспечения для публикации пространственных данных в сети: GeoMixer WEB-GIS, MapServer и ArcGIS for Server.

GeoMixer WEB-GIS. Данный программный продукт предназначен для доступа к пространственным данным и геосервисам.

Основные функциональные возможности:

- параллельное создание пользовательских проектов в растровом и векторном виде и подключение к ним дополнительных сервисов,
- предоставление многопользовательского доступа для просмотра или совместной работы.

MapServer является мощной средой для создания картографических сервисов с открытым кодом. Основные особенности данного продукта:

- кроссплатформенность;
- легкость интеграции с различными СУБД;
- наличие API для языков программирования.

Одним из главных недостатков является сложность настройки, так как установка производится через текстовые файлы.

ArcGIS for Server является программным продуктом, предназначенным для публикации пространственных данных в сети.

Основные функциональные возможности:

- редактирование пространственных данных;
- интеграция с системой управления сайтами IIS (*Internet Information Services*);
- публикация пространственных данных в сети, взаимодействие и обмен ими посредством сервисов;
- наличие облачной инфраструктуры и многопользовательский доступ;
- использование графических средств для настройки через оконный интерфейс.

Недостатками данного программного обеспечения являются высокая цена, отсутствие кроссплатформенности, а также необоснованное потребление ресурсов сервера.

Рассмотренные серверы позволяют проектировать программное обеспечение для публикации пространственных данных в сети с целью экологического мониторинга. В таблице представлены сравнительные характеристики функциональных возможностей описанных программ [3].

ТАБЛИЦА. Сравнительный анализ ГИС-серверов

Функциональные возможности		GeoMixer	MapServer	ArcGIS
Поддерживаемые операционные системы		64-х разрядная версиях Windows	Windows, Linux, macOS	64-х разрядная версиях Microsoft, Linux, Ubuntu
Поддержка растровых форматов		GeoTIFF/TIFF, JPG, PNG и т. д.	GeoTIFF/TIFF, JPG, GIF, PNG, Erdas LAN/GIS и т. д.	IMG, TIFF, GRID, JPEG, GIF, PNG и т. д.
Поддержка векторных форматов		Mapinfo File, KML, GPX, Excel, CSV	Mapinfo File, KML, GML, GPX, Arcinfo	EMF, EPS, AI, PDF и SVG
Поддержка стандартов	WMS	Поддерживает	Поддерживает	Поддерживает
	WFS	Поддерживает	Поддерживает	Поддерживает
	WCS	Не поддерживает	Поддерживает	Поддерживает
Поддержка картографических подложек		Поддерживает	Поддерживает	Поддерживает
Интеграция с СУБД		MS SQL, PostgreSQL 9.2 и выше	Oracle, Sybase, MySQL, PostGIS, PostgreSQL	Oracle, PostgreSQL, Informix
Настройка стилей векторных слоёв		Есть	Есть	Есть
Распространение		Условно-бесплатное	Бесплатное	Платное

Анализ выбранных серверов по приведенным в таблице характеристикам позволил выявить основные достоинства и недостатки каждого программного продукта. Из представленных выше ГИС-серверов только MapServer является бесплатным и кроссплатформенным. Все программные продукты имеют возможность работы с наиболее распространёнными векторными и растровыми форматами, а также поддерживают добавление картографических обложек. Серверы MapServer и ArcGIS включают в себя наибольшее количество стандартов OGC и обеспечивают поддержку интеграции с СУБД Oracle, PostgreSQL.

Сравнительный анализ функциональных возможностей выбранных серверов (*MapServer*, *GeoMixer*, ArcGIS) показал, что все они обладают необходимыми возможностями для проведения экологического мониторинга. Однако GeoMixer, ArcGIS имеют некоторые ограничения по тем или иным параметрам, что дает преимущество программному продукту MapServer.

Таким образом, применение современных картографических технологий в экологическом мониторинге позволяет осуществлять пространственное представление данных и обеспечивает прогнозирование изменения состояния окружающей среды.

Список использованных источников

1. Донченко В. К. и др. Экологическая экспертиза. 5-е изд. – М. : Академия. – 2010.
2. Краев Д. А. Экологический мониторинг и использование Web-ГИС технологий // Омский научный вестник. 2012. №. 2 (114).
3. Цыдыпова М. В. Анализ возможностей свободных ГИС-серверов для создания картографического веб-сервиса электронного гербария (на примере научного гербария Бурятского государственного университета) // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2017. Т. 23. №. 1. С. 347–355.

УДК 004.55

Е. П. Бояшова (старший преподаватель, СПбГУТ)
С. И. Шумилова (студентка гр. ИСТ-632, СПбГУТ)

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Данная статья посвящается исследованию проблем взаимодействия пользователя с информационной системой поиска домашних животных. Основное внимание в статье уделено анализу существующих решений в России и за рубежом. Выделены и описаны

характерные особенности проектирования интерфейса специализированной информационной системы. В статье определены критерии поиска, которые помогают пользователю эффективнее и быстрее найти своего питомца. В результате исследования предложены требования к информационной системе, позволяющей осуществить поиск домашних питомцев по заданным параметрам.

специализированная информационная система, поиск домашних животных, владельцы питомцев, бездомные животные.

Трудно представить современное общество без домашних любимцев, ведь животные способны поддерживать человека эмоционально, тем самым избавляя хозяина от излишней тревожности, беспокойства и даже депрессии.

Но наши домашние питомцы являются заложниками нашей занятости и нашего собственного эго (например, желание обладать животным определённого статуса породы) и поэтому находятся в жизненной зависимости от человека. Люди могут иметь необходимость эмоционального общения с животным, иметь желание привязанности и стремление оказывать заботу. Такая нестандартная коммуникация «человек – животное» даёт детям большой запас представлений об особенностях поведения и повадках животного; пробуждает интерес и любознательность, формирует навыки взаимодействия с ними, также возможно общение животных и людей с нарушениями двигательного аппарата и др. В любом случае, социально-психологическая важность этого взаимодействия состоит в том, чтобы полноценное общение с различными нестандартными коммуникантами не позволяло животным испытывать страх и стресс во время отсутствия человека, чтобы присутствовала возможность восполнения контакта с домашним животным.

Большинство животных гармонизируют нашу жизнь, насыщают воображение и становятся не просто животным, а настоящим другом. Все они достойны доброго человеческого отношения, независимо от того, являются они дикими или домашними. Но из-за людской безответственности возникает такая проблемная ситуация как бездомные животные – звери, оставшиеся без человеческого участия.

Одним из главных способов выхода из этого положения – появления массового количества бездомных животных на улице, является создание информационной системы поиска животных.

Среди популярных ресурсов в современном мире можно выделить следующие информационные системы поиска домашних животных:

- zoosearch.ru (поиск потерявшихся животных, Россия);
- совместный проект Яндекса и Puzina (поиск животных, Россия);
- [animal Search](http://animalsearch.org) (поиск домашних животных, Великобритания);
- [petsReunited](http://petsreunited.com) (база животных, Великобритания).

Все информационные системы, приведённые выше, имеют простую навигацию, трудностей в поиске нужной информации не возникает. Наиболее удачный дизайн получился у совместного проекта Яндекса и Purina, остальные не так привлекательны в плане дизайна и получили среднюю оценку. Скорость загрузки у всех сайтов составляет менее 4 секунд, что считается допустимым. Зарубежный ресурс Animal Search лучше других систем раскрывает взаимодействия между страницами. По функциональным характеристикам зарубежные информационные ресурсы превосходят отечественные.

С целью формирования более точных рекомендаций к проектируемой системе, произведен анализ отличий информационных систем. В процессе анализа было выявлено, что главной отличительной особенностью между зарубежными системами и отечественными являются регистрация питомцев и наличие поиска животных по картам.

Исходя из полученных данных, сформируем требования к специализированной информационной системе поиска домашних животных:

- добавить регистрацию домашних животных;
- разработать удобное навигационное меню;
- организовать комфортные переходы между страницами;
- разместить актуальную информацию;
- предусмотреть карту поиска животных;
- добавить возможность обратной связи;
- обратить внимание на фон, цвет, изображения и расположения элементов на ресурсе, так как эти элементы являются основными для взаимодействия пользователя с системой.

Человеку дан уникальный инструмент, который помогает распознавать множество образов – это человеческий мозг. Он выполняет массу операций, связанных с принятием входных данных, делает очевидными разного рода визуальные закономерности. Обработка зрительной информации происходит эффективно лишь из-за того, что человеческий мозг склонен к созданию визуальных подсказок. Для представления пользователям системы корректной информации и возможностей ресурса, ход реализации визуального дизайна должен исходить из естественных способностей обработки визуальной информации человеческим восприятием. Пользуясь естественными способностями восприятия, можем так организовать графические элементы на экране, что взаимодействие пользователя с системой станет удобным и интуитивно понятным, для этого используются законы дизайна интерфейса.

Существует множество законов дизайна интерфейсов. Рассмотрим только основные законы, которые будут использованы в дальнейшей разработке интерфейса системы.

1) Закон Фиттса – время, необходимое для достижения человеком своей цели, является прямо пропорционально расстоянию до цели и обратно пропорционально ее размеру [1, 2]. На основе данного закона, главный фильтр ресурса, который включает в себе критерии поиска, расположен ближе к пользователю и создает видимость большого объекта, что делает его привлекательным (рис.).

2) Закон Якоба предлагает оформлять дизайн интерфейса, используя привычное для пользователя расположение элементов [3].

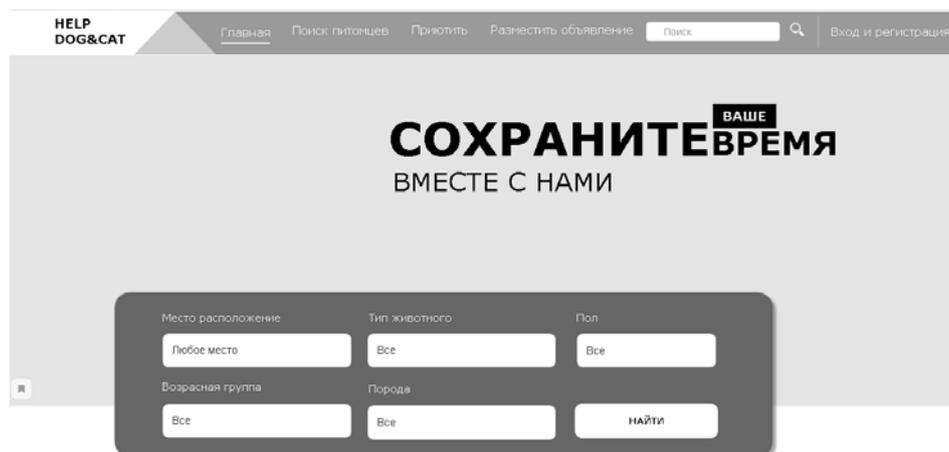


Рис. Главный фильтр ресурса с критериями поиска

Помимо законов дизайна интерфейса, взаимодействия с пользователем на уровне визуализации информации опирается на труды Томаса Саноки и Ноа Сулмана. Самым главным выводом, который сделали Томас Саноки и Ноа Сулман является то, что цветовое различие между основным текстом и фоном позволяет сконцентрироваться на содержании. Исходя из этого, подберем цветовую палитру для реализации взаимодействия пользователя с системой при помощи средств визуализации.

Цветовая характеристика – очень важный момент на этапе создания удобного интерфейса информационной системы, так как именно цвет является побудителем эмоций, такие как спокойствие, радость, возбуждение, а также привлекает внимание целевой аудитории. Проанализировав цвета, которые чаще всего применяются в интерфейсах информационных систем, сделаем вывод, что лучше всего подходит цвет, находящийся между зеленым и голубым. Данный цвет – мятный, потому что он соединяет в себе умиротворение зеленого и надежду голубого. Те люди, которые обращаются на сайт, по большей части находятся в стрессовом состоянии из-за потери домашнего любимца и им требуется такая цветовая гамма, которая приводила бы их в душевное равновесие. Так как мятный получен путем

смешивания зеленого и белого, значит, выбранный цвет полностью подходит для данной целевой аудитории, потому как олицетворяет в себе спокойствие и исцеление внутреннего мира человека.

Таким образом, взаимодействие пользователя со специализированной информационной системой на уровне грамотно организованной визуализации информации, зависит от правильно выбранных критериев (месторасположение, тип животного (кошка или собака) пол, возвратная группа и порода животного). В процессе исследования в качестве требований выступает правильно подобранная цветовая гамма и расположение элементов на ресурсе.

Список использованных источников

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Фиттса
2. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. – СПб. : Символ-плюс, 2010. – 272 с. – ISBN 5-93286-030-8.
3. <https://awdee.ru/laws-of-ux/>

УДК 004.942

Д. В. Волошененко (студентка гр. ИСТ-811м, СПбГУТ)

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье рассмотрены различные методические подходы по проведению функционально-стоимостного анализа. Выделены достоинства и недостатки каждой из методик, выявлены этапы алгоритма проведения ФСА в каждом случае. В качестве решения предложена оптимизированная методика. Также рассмотрены методы имитационного моделирования предложенного алгоритма.

функционально-стоимостной анализ, имитационное моделирование, AnyLogic, многокритериальная задача линейного программирования, оператор связи.

Проблема применения функционально-стоимостного анализа (ФСА) исследована в трудах российских и зарубежных ученых. Ключевые отрицательные свойства этих исследований:

- не учитывается специфика бизнес-процессов организации;
- не затрагиваются современные направления экономических и социальных изменений и запросов к внедрению оптимальной информационной системы;

– для функциональной стратегии типичны элементы функционального подхода, для чего требуется конкретизация для каждой организации.

В связи с этим, встает актуальная проблема модернизации, существующей в теории общего метода ФСА, для применения в анализе модернизации информационно-технической (ИТ) инфраструктуры компании с целью ее улучшения, для чего потребуется апробация выведенной методики, учитывая особенности конкретной компании. Изучаемая методика направлена на демонстрацию влияния оптимизации на рассматриваемый бизнес-процесс и на ключевые показатели данного бизнес-процесса с помощью имитационного моделирования.

По мнению большинства ученых, функционально-стоимостной анализ занимает первое место среди остальных методов сокращения расходов. Возможность использования ФСА на разных уровнях управления является его главным преимуществом. Функционально-стоимостной анализ может выполняться в следующих формах: творческая, корректирующая и инверсная.

На сегодня наиболее распространены два методических подхода к выявлению последовательности действий. В первом подходе функционально-стоимостной анализ понимается как относительно четко заданная очередность этапов, в следующем подходе ставится больший упор на процедурную очередность работ по анализу и возможна большая свобода в установлении содержания исследования.

Доктора экономических наук Н.К. Моисеева считает, что ФСА включает в себя следующие этапы: подготовительный, информационный, аналитический, творческий и исследовательский, рекомендательный и внедренческий [1].

С точки зрения Р. Влчека, чешского экономиста, ФСА включает такие этапы: выбор объекта, сбор информации, функциональный анализ, разработка проекта модернизации объекта, оценка этого проекта, разработка проекта оптимальной версии объекта, рассмотрение и утверждение проекта [2].

У А. Г. Курьяна, бизнес-аналитика, есть мнение о выделении пяти этапов функционально-стоимостного анализа: построение функциональных моделей сети процессов организации, выполнение функционального анализа и проведение идентификации отдельных процессов, определение стоимости механизмов и управлений каждого из процессов, расчет стоимости процессов и их результатов, анализ эффективности процессов и принятие решений [3].

По мнению К. Друри, система учета затрат по функциям (АВС) включает в себя четыре стадии. Он рассматривает ее и делает акцент на возможности ее применения на практике для расчета производственных расходов, анализа рентабельности, управления и контроля над затратами [4].

Сравнительный анализ данных подходов определило некоторые их отличия. Для начала, данные методики различны друг для друга объектом исследования. Методика Н. К. Моисеевой направлена для выполнения ФСА

ранее освоенных изделий. Методика Р. Влчека необходима для функционально-стоимостного анализа в материальном производстве. Методика А. Г. Курьяна предназначена для проведения ФСА деятельности организации как сети процессов. Методики Г. Н. Калянова и К. Друри применяются для распределения расходов среди отдельных видов продукции на основе видов деятельности или функций.

Далее, проанализированные методики отличны друг от друга способом проведения анализа. Схема выполнения ФСА согласно методике Н. К. Моисеевой состоит из трех этапов, аналогичных общеизвестным этапам научного подхода к решению проблемы: проведение исследований, которые направлены на постановку задач по созданию или модернизации объекта, поиску вариантов исполнения функций; решение задач, которые были сформулированы на стадии ранее; осуществление полученных решений.

Для методики Р. Влчека и А. Г. Курьяна в отличие от методики Н. К. Моисеевой свойственно проведение ФСА в рамках двух стадий, что означает исключение из состава работ по ФСА практической реализации полученных решений. В состав работ по проведению ФСА не может входить принятие управленческих решений, т. к. это не согласуется с самой сущностью анализа по той причине, что анализ приходится основной функцией управления, но не наоборот. Методики Г. Н. Калянова и К. Друри, методики функционального учета затрат, являются вариантом проведения исследования из одной стадии.

В-третьих, проанализированные методики отличны друг от друга способом распределения расходов между функциями. Н. К. Моисеева считает, что на аналитическом, исследовательском и творческом этапах проведения ФСА появляются оценочные задачи нескольких видов: функционально-стоимостная оценка вариантов частных решений относительно каждой ключевой функции; функционально-стоимостная оценка синтезированных решений по продукции в целом; а также выбор оптимального варианта оптимизации. Особенность всех этих задач и многократность их повторения в ходе проведения функционально-стоимостного анализа относительно элементов различной степени сложности нуждается в использовании различных способов решений. Задача оптимизации имеет решение при помощи методов, имеющих основание на условном критерии предпочтения, безусловном критерии предпочтения, комбинированных методов и т. д.

Подход к распределению затрат между функциями, определенный Р. Влчеком, аналогичен описанному выше. По мнению экономиста, величину расходов на функцию должны вычислять расчетным, аналитическим путем.

По мнению Г. Н. Калянова, К. Друри, А. Г. Курьяна, в базе распределения расходов между функциями следует лежать факторам, от которых имеет зависимость значение величины расходов на функции. Данные факторы Г. Н. Калянов определяет, как факторы ресурсов, К. Друри – как носители

издержек, а А. Г. Курьян – как носители затрат. Наряду с этим, стоимость функции – это суммарная стоимость управлений и механизмов.

И наконец, в-четвертых, проанализированные методики различны по составу этапов. К примеру, все эти три методики учитывают результативность функций, но вместе с тем, методики Н. К. Моисеевой и Р. Влчека дают возможность провести анализ значимости функций, а в методиках К. Друри, Г. Н. Калянова, А. Г. Курьяна данный анализ не проводится.

В данном случае предлагается ввести методику, в основе которой лежит многокритериальная задача линейного программирования (ЗЛП) с учетом оптимизации по Парето. Данный подход рассмотрен для оценки внедрения ИТ-системы в функционал оператора связи. Предлагаемая система позволяет выполнить оптимизацию назначений ремонтных бригад на их квалификации для проведения технического обслуживания передающего оборудования базовых станций (БС). Для этого выполнена разработка математической модели процессов технического обслуживания БС оператора связи для оценки модернизации информационной инфраструктуры компании для данного бизнес-процесса. Целевыми функциями задачи стали суммарные расходы по техническому обслуживанию, итоговое время для выполнения ремонтных работ и общий уровень квалификации каждой компетенции бригад, направляемых на ремонт БС. В качестве определяющих квалификацию ремонтной бригады рассмотрены следующие показатели: надежность, оперативность, качество обслуживания.

Т.к. размерность выведенной задачи достаточно велика, то для ее решения необходимо построение имитационной модели. В качестве программного продукта была выбрана отечественная среда имитационного моделирования AnyLogic.

Главный интерфейс модели представляет собой окно, включающее панели параметров надежности, оперативности и обслуживания, матрицы расходов и затрат по времени, остальные варьируемые параметры (рис. 1, см. ниже).

Для реализации имеются две модели поведения, которые характеризуются двумя подходами к назначению обслуживающих бригад: в первом варианте – оптимальное назначение, во втором – случайное. Бригады выезжают на устранение неисправностей из центрального офиса. На интерфейсе запуска имитационной модели обозначены область анимации модели, а именно, карта Санкт-Петербурга и Ленинградской области с обозначенными базовыми станциями, а также графики и диаграммы затрат и времени простоя БС.

Перед запуском имитационной модели выполняется экспертная оценка всех бригад, которые участвуют в формировании нарядов, по всем ранее обозначенным показателям: оперативности, уровню обслуживания и надеж-

ности. После чего производится запуски модели: случайное и оптимальное (рис. 2–3). При регулировке значений затрат и времени обслуживания проводится анализ полученных результатов.

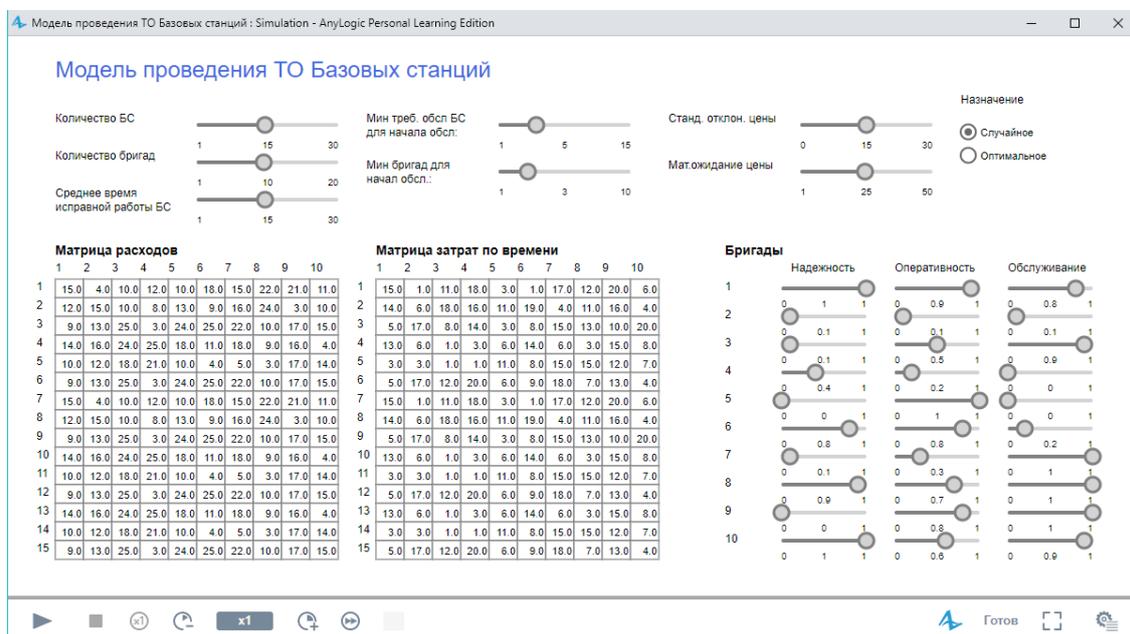


Рис. 1. Интерфейс пользователя имитационной модели в AnyLogic

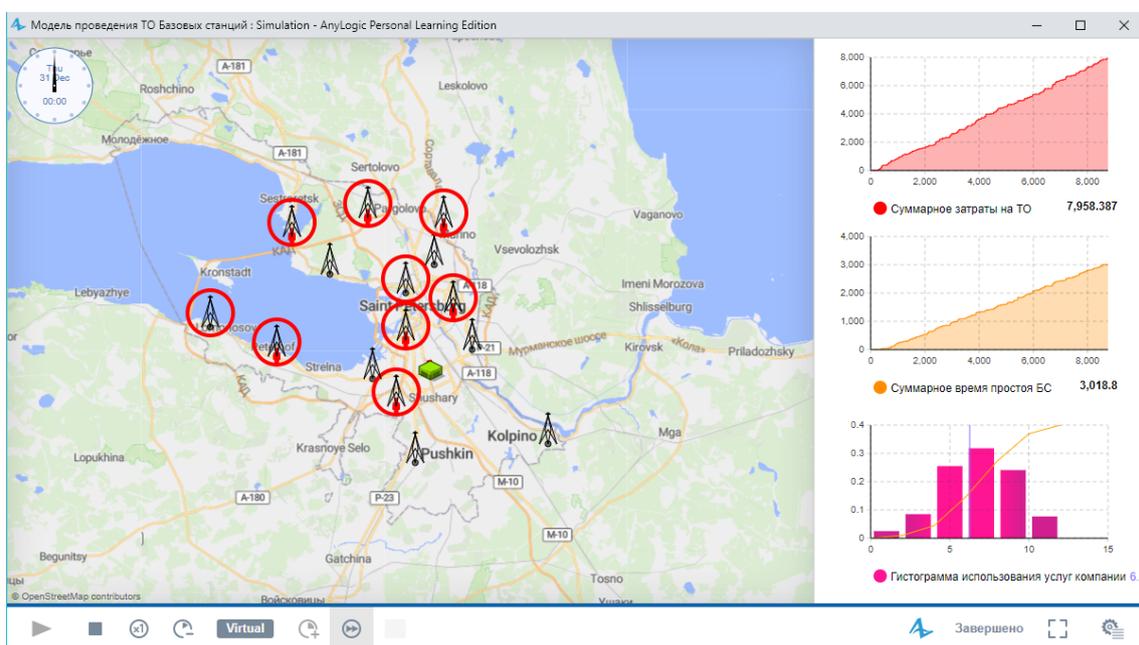


Рис. 2. Результат моделирования при случайном распределении бригад

Результаты эксперимента показывают, что сокращение расходов на обслуживание составляет 411 тысяч рублей в год, а сокращение времени простоя базовых станций – почти 65 часов.

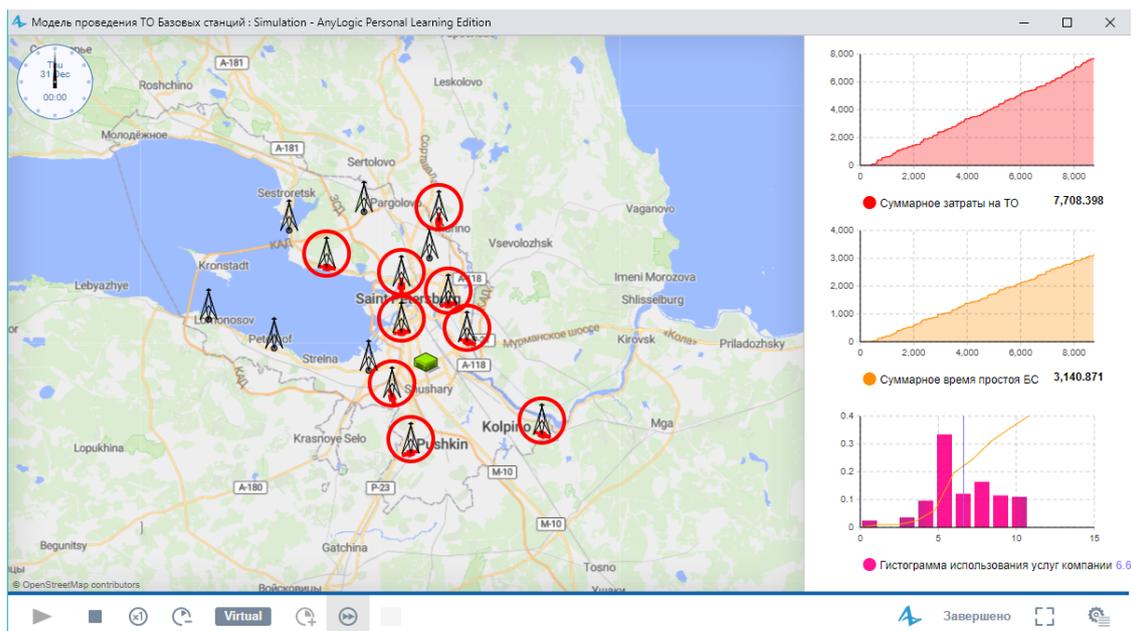


Рис. 3. Результат моделирования при оптимальном распределении бригад

Таким образом, при решении многокритериальной задачи оптимизации приведена оценка модернизации ИТ-инфраструктуры компании, а также показано влияние оптимизации на рассматриваемый бизнес-процесс. Имитационная модель позволила учесть специфику анализируемой ИТ-системы телекоммуникационной компании и ответила на запрос качественной презентации предлагаемой для внедрения системы. Использование ЗЛП дает возможность проводить анализ проводимых изменений не только для выбранной предметной области, но и для других отраслей, что показывает универсальность данного подхода. Развитие предложенного подхода лежит в рассмотрении затрат по функциям и их соотносении с полученными свойствами.

Список использованных источников

1. Моисеева Н. К., Карпунин М. Г. Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа. – М. : Высшая школа, 1988.
2. Влчек Р. Функционально-стоимостной анализ в управлении : сокр. пер. с чеш. – М. : Экономика, 1986.
3. Курьян А. Г., Серенков П. С., Ярошевич Д. С., Ленкевич О. А. Функционально-стоимостной анализ деятельности предприятия как методическая основа оценки результативности и эффективности менеджмента качества // Новости. Стандартизация и сертификация. – Минск : БелГИСС, 2003. – № 3. – С. 42–49.
4. Друри К. Управленческий и производственный учет : учебник / К. Друри ; пер. с англ. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 1071 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Литвиновым В. Л.

УДК 004.514

А. В. Генчева (студентка гр. ИСТ-713 (СК-81), СПбГУТ)

ПРОБЛЕМЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ИНТЕРФЕЙСОМ ПРИЛОЖЕНИЙ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Статья посвящена рассмотрению и анализу когнитивных и случайных неосознанных ошибок пользователей, которые возникают по причине неправильного проектирования системы, несоответствующего пользовательскому опыту, на примере мобильных и веб-приложений, используемых в банковской сфере. Приведено описание применения технологии «eye tracking» как способа решения проблемы.

пользовательский интерфейс, человеко-компьютерное взаимодействие, случайные ошибки, когнитивные ошибки, пользовательский опыт, ментальная модель, eye tracking, юзабилити-тестирование, целевая аудитория.

Внедрение качественной информационной системы в организацию, специализирующуюся на банковской сфере значительно повышает конкурентоспособность. С одной стороны, происходит быстрое обучение сотрудников, упрощенное решение задач, автоматический расчет данных, а с другой – привлечение новых клиентов и удержание внимания действующих.

Инфраструктура интерфейса включает в себя инфраструктуру взаимодействия, связанную с поведением продукта. На данном этапе определяются тип приложения, информационные элементы и иерархические связи, создаются ключевые сценарии. При разработке визуальной инфраструктуры выбранный проектировщиками стиль с детализированными компонентами интерфейса применяются к типовым экранам. Специализированная аппаратная часть требует тщательного создания физической инфраструктуры, в частности выбора способов управления, формы и функций продукта [1].

Для создания интуитивно понятного и удобного для использования приложения в банковской сфере важно понимать ментальные модели соответствующих пользователей, которые играют важную роль в человеко-компьютерном взаимодействии. Внутреннее представление человека о реальности вкладывается в сознание и является итогом продолжительного жизненного опыта [1]. Ожидания людей в большой степени зависят от ментальных моделей, которые зачастую соответствуют стандартным шаблонам пользовательского интерфейса [2].

Пользовательские ошибки при взаимодействии с интерфейсом могут быть как случайными, так и действующими на когнитивном уровне, связанным с опытом клиента. В первом случае к возможным проблемам относятся: ненамеренно пропущенные действия вследствие усталости или физиологи-

ческой предрасположенности. Излишние или подсознательно неправильные действия по причине собственного восприятия характеризуют когнитивные ошибки. В данном случае пользователь выполняет дополнительные шаги в соответствии с ожиданиями.

При взаимодействии с интерфейсом CRM системы, Terrasoft Bank, сотрудник с большой вероятностью случайно выполнит неправильное действие. Причиной является факт размещения кнопок с функциями добавления, копирования, редактирования и удаления на небольшом расстоянии друг от друга. Одинаковые элементы указывают на отсутствие приоритетов и важности действий.

Проектирование интерфейсов на основе общепринятых гайдлайнов, которые проявляются в точных адаптивных геометрических формах определенных размеров, направлений, глубины и расположений, в зависимости от используемой платформы и операционной системы, позволяет решить проблемы первого типа. Когнитивные ошибки в свою очередь требуют тщательного анализа поведения, ожиданий и составления пользовательских сценариев. Используемые шаблоны проектирования взаимодействия включают в себя позиционирование и определение спектра проблем [1].

Стоит отметить, что в стрессовом состоянии, согласно закону Йеркса-Додсона, значительно уменьшается бдительность, что затрудняет выполнение задач, как сотрудником банка, так и клиентом. Например, пользователь взял несколько кредитов в банках по разным процентным ставкам и условиям договора. Приближается срок оплаты, необходимо срочно узнать погашенную и оставшуюся сумму. Авторизация в каждом приложении предполагает ввод собственного логина и пароля. Однако по причине стресса пользователь забывает правильные данные. Мобильное приложение банка Ally усугубляет ситуацию, и в случае возникновения проблемы выводит сообщение о необходимости совершения звонка в контактный центр без возможности мгновенного восстановления удобным для клиента способом. Данное поведение не соответствует ментальной модели пользователя и значительным образом влияет на негативное восприятие продукта. Приложение не удовлетворяет эмоциональную цель клиента чувствовать уверенность в том, что ситуация находится под контролем. Самостоятельное управление без принуждения к диалогу с системой существенно исправит несоответствие опыту [1].

Наделение приложения собственной памятью является уместным способом для решения проблемы пользователя в стрессовой ситуации [1]. Запоминание программой последнего рабочего состояния значительно сокращает временные затраты на ввод необходимых данных и упрощает задачу.

Сотрудники банка тратят большое количество времени на изучение функций системы, что приводит к снижению работоспособности. Подобная проблема возникает при отсутствии поэтапного обучения и индивидуального регулирования в зависимости от своих потребностей. Так, например,

CRM система, Vpmonline Bank Sales, изначально предназначенная для оптимизации банковских процессов, значительно тормозит процесс из-за нерегулируемых функций, большинство из которых вероятнее всего не пригодятся сотруднику банка. Приложение не направлено на решение гибких задач пользователя. Для правильного понимания назначения схожих элементов интерфейса проектировщикам необходимо отразить ключевые различия между функциями системы [2]. С целью вызова состояния потока у клиента приложению необходимо обладать большим количеством развитых идиом непосредственного манипулирования [1].

Согласно проведенным исследованиям, рабочая память человека составляет не более 30 секунд и позволяет запомнить от 5 до 9 элементов [3]. Для принятия управленческих решений необходимо владеть большим объемом информации. Горизонтальная прокрутка таблиц в Sugar CRM системе повышает вероятность ошибки. Пользователь тратит время на повторный поиск и анализ важных данных. Необходимо учитывать, что таблицы по умолчанию должны иметь такой размер, чтобы сотруднику не приходилось постоянно прибегать к панорамированию, следовательно, исключить горизонтальную прокрутку. Неоднократное масштабирование является самым трудным типом навигации [1]. Его применение должно быть вызвано желанием пользователя, а не необходимостью для решения задач разной категории сложности.

Ошибки при проектировании продукта в банковской сфере ведут за собой серьезные последствия в потере крупных денежных средств, времени и клиентской базы. Необходимо постоянно улучшать качество сервиса, анализировать результаты и подстраиваться под каждого клиента.

Рассмотрим стандартную ситуацию на примере использования мобильного приложения банка Австралии – Commonwealth. Предположим, клиенту необходимо перевести денежные средства на будущее с одного счета на другой [4]. Пользователь вводит начальную и конечную даты, частоту перевода, необходимые идентификаторы. Далее в итоге выводится ошибка о невозможности выполнения действий по причине отсутствия данной функции в приложении. Разработчики приложения не предлагают способы решения проблемы. Поведение интерфейса не совпадает с пользовательским опытом. Отсутствует ожидаемая обратная связь. Диалоговое сообщение появляется не сразу, а только после прохождения финального этапа.

Проанализировав банковские системы для десктопных и мобильных версий, можно отметить, что довольно часто распространены проблемы интерфейсов с негативными проявлениями, которые заводят в тупик, возвращают человека в исходную точку или приводят к непоправимым последствиям. Однако существуют ошибки с положительными воздействиями, основанные на обучении пользователей, не ведущие сразу к желаемому результату, но предоставляющие информацию, которая помогает достичь

более общей цели [2]. Подобные проблемы влияют на формирование пользовательского опыта при взаимодействии с тем же приложением, что впоследствии сократит количество неверных шагов.

Интерфейсное решение продукта должно отвечать потребностям аудитории со средним уровнем опыта взаимодействия для обеспечения высокого уровня эффективности [1]. Пользователи данной области стремятся к совершенствованию навыков и нуждаются в напоминаниях после длительного отсутствия. Оптимальным решением является предоставление простого функционала приложения, отвечающего высокой производительностью при решении определенных задач. Каждый сотрудник, несомненно, проходит стадию новичка, однако, она коротка по сравнению с общим временем, в течение которого человек работает с данным продуктом.

С целью предотвращения ошибок проектировщики применяют несколько способов проверки качества решения продуктов – от неформальных интервью, когда выслушиваются предложения на основе прототипов приложений, до строгого юзабилити-тестирования. Последний позволяет узнать намерения конечных пользователей и удобство при взаимодействии со спроектированными ожидаемыми назначениями [1]. Юзабилити-тестирование проводится на разных этапах разработки продукта и предполагает решение типовых задач целевой аудиторией.

Когнитивные процессы, заключающиеся в действиях пользователей, напрямую связаны с нейробиологией и могут быть доказаны с помощью технологии «eye tracking». Тестирование потенциальных клиентов позволяет выявить последовательность просмотра в виде областей, отличающихся интенсивностью и размером. Данные, доказывающие распределение внимания, представляются в виде карты пространственной дисперсии взгляда [5].

Отличительной особенностью данной технологии заключается в том, что взаимодействие пользователя с приложением отслеживается в режиме реального времени [5]. Области тепловой карты постоянно меняются в зависимости от поставленной задачи и задействованных активных зон головного мозга.

Таким образом, применение технологии «eye tracking» для анализа взаимодействия пользователя с продуктом позволяет решить когнитивную и случайную проблемы использования приложений. В процессе проектирования стоит уделять большое внимание соответствию интерфейса гайдлайнам, ментальным моделям и пользовательскому опыту, а не отражению реализации внутреннего устройства продукта. Ориентирование на клиента со средним опытом позволит ускорить и значительно упростить решение любых задач, что повысит эффективность компании и привлечет новых клиентов. Проведение юзабилити-тестирования на разных этапах разработки позволит определить несоответствие потребностям целевой аудитории и предотвратит появление ошибок в поведении интерфейса продукта.

Список использованных источников

1. Cooper A., Reimann R., Cronin D., Noessel C. About Face: The Essentials of Interaction Design, Fourth Edition. – М. : John Wiley & Sons, Inc., 2014. – 720 p.
2. A Very Useful Work of Fiction – Mental Models in Design [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interaction-design.org/literature/article/a-very-useful-work-of-fiction-mental-models-in-design?er=ux-ui> (дата обращения 20.06.2020).
3. Weinshenk S. 100 things every designer needs to know about people. – М. : New Riders, 2011. – 242 с.
4. Weird UX Design Fails in 2018 that We Will Never Understand [Электронный ресурс]. URL: <https://uxplanet.org/weird-ux-design-fails-in-2018-that-we-will-never-understand-d6ac44f87bab> (дата обращения 12.05.2020).
5. Kurzhals K., Burch M., Blascheck T., Andrienko G., Andrienko N., Weiskopf D. A Task-Based View on the Visual Analysis of Eye-Tracking Data // Eye Tracking and Visualization : Foundations, Techniques and Applications, ETVIS, 2015. PP. 3–22.

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой ИКиД СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Волошиновым Д. В.

УДК 005.336.6:004.738.5

В. В. Громов (к.т.н., доцент, СПбГУТ)
Н. А. Кеда (студент гр. ИСТ-631, СПбГУТ)

АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩЕЙ CMS ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Глобальная сеть интернет, является одним из наиболее стремительно развивающихся средств информации. Веб-сайт, является не только визитной карточкой или информационным средством, а полноценным программным инструментом, для решения многих задач. Сегодня почти у каждой организации имеется собственный Веб-ресурс. Наиболее популярным и удобным средством разработки веб-сайтов является система управления содержимым веб-сайта. В данной статье рассмотрены общие принципы и особенности различных систем управления содержимым. Представлен анализ наиболее подходящей CMS для защиты выпускной квалификационной работы бакалавра.

интернет, веб-ресурс, информация, CMS.

1 Анализ существующих CMS наиболее подходящих для выполнения выпускной квалификационной работы

В качестве рассматриваемых CMS были отобраны: Wordpress, Joomla, Drupal, 1С-Битрикс [1, 2].

1.1 Система управления содержимым «Drupal»

Drupal написана на PHP использует в качестве хранилища базы данных (MySQL, PostgreSQL и другие). Уровень сложности освоения – высокий. Хорошо приспособлен для создания объёмных сайтов со сложной организацией структуры данных. Также потребуется мощный хостинг, который обеспечит производительность и высокую скорость работы сайта.

Достоинства

- Открытый исходный код, что позволяет разработчикам дорабатывать функционал самостоятельно.
- Возможность создания и внедрения бесконечного количества типов контента.
- Большое количество доступных материалов для обучения.

Недостатки

- Сложность освоения, так как изначально система ориентирована на профессионалов, поэтому сложнее для понимания, чем другие CMS.
- Сложный интерфейс. В системе нет упрощений, что может вызвать сложности у разработчиков-новичков.
- Для стабильной и быстрой работы интернет-ресурса требуются высокие требования к хостингу.

1.2 Система управления содержимым «Joomla!»

Система Joomla! – CMS с бесплатным доступом, написана на языках PHP и JavaScript. Joomla – вторая по популярности в списке CMS. Также как WordPress включает в себя наличие модулей и дополнений, которые расширяют функционал. Данная CMS предназначена в первую очередь для решения задач на небольших проектах, однако с помощью системы также создают сайты-визитки, корпоративные сайты, интернет-магазины, порталы и множество других различных интернет-ресурсов. Для всего этого есть хорошо проработанные плагины. Сложность освоения – средняя.

Достоинства

- Свободное распространение системы CMS, а также плагинов и шаблонов страниц, разработанных для системы.
- Открытый исходный код, что позволяет разработчикам дорабатывать функционал самостоятельно.
- Популярная CMS, так как в Joomla трудятся достаточное количество разработчиков, в сети есть множество готовых модулей и дополнений, а также доступны готовые дизайнерские решения, многие из которых бесплатны.

- Обучающие материалы. Мануалы и инструкции – в свободном доступе, это облегчает освоение новой CMS для разработчика.
- Подходит для создания различных типов интернет-ресурсов.

Недостатки

- Низкая безопасность. Бесплатные плагины и темы могут быть уязвимы, и подвергать сайт вирусным атакам или использоваться для спама.
- Сложная панель управления. Внутренняя панель управления требует изучения, иногда простые операции отнимают слишком много времени.
- Проблемы с безопасностью. Низкое качество плагинов подразумевает легкий взлом.
- Сложность оптимизации под поисковые системы. Решается за счет установки дополнительных модулей.

1.3 Система управления содержимым «WordPress»

WordPress является самым популярным CMS и была создана как CMS по созданию блогов. Однако в связи с быстрым и масштабным развитием различных плагинов, в данный момент на CMS есть возможность разработать в том числе и интернет-магазин и многое другое. Эта система достаточно проста в освоении и поддержке. Ко всему есть инструкции, оценки, рейтинги, отзывы.

Достоинства

- Популярность, так как в данном CMS трудится большое количество разработчиков, постоянно совершенствуя обилие плагинов и шаблонов страниц.
- Существует множество хостингов, которые содержат отдельный нишу с настройками, оптимизированными под эту CMS.
- Большое количество доступных материалов для обучения.
- Свободное распространение системы CMS, а также плагинов и шаблонов страниц, разработанных для системы.
- Многофункциональность, так как возможности интернет-ресурса позволяют расширять плагины, разработанные для системы.

Недостатки

- Около трети сайтов в интернете разработаны на WordPress, это подвергает систему особому вниманию для злоумышленников.
- Низкая функциональность базовой версии. Без платных дополнений система подходит более для создания простого блога или визитки, чем для более серьезных проектов.

- Создаётся немалая нагрузка на сервер, из-за большого количества плагинов, это приводит к тому, что интернет-ресурс работает медленнее и загружается дольше.
- Низкая безопасность. Бесплатные плагины и темы могут быть уязвимы, и подвергать сайт вирусным атакам или использоваться для спама.

1.4 Система управления содержимым «1С-Битрикс»

CMS «1С-Битрикс» – достаточно популярная коммерческая разработка. Создана российскими разработчиками для сложных проектов, таких как: интернет-магазины, информационные порталы, интернет-порталы государственных организаций и крупных компаний. В электронной коммерции получила наибольшее распространение.

Достоинства

- Версия в стандартном виде включает все необходимые модули для работы с сайтом.
- Есть возможность разработать проект разных сложностей и практически любых масштабов.
- Качественную работу обеспечивают, а также открывают новые возможности - регулярные обновления.
- Содержит интернет-магазин «Маркетплейс 1С-Битрикс», который позволяет найти множество разработок.
- Поддерживает связь с «1С: Предприятие».
- Надежная и безопасная работа благодаря модулю «Проактивная защита». Модуль включает фаервол, антивирус, а также защиту от DDOS.

Недостатки

- Необходимо чтобы сервер был достаточно мощным.
- Непросто разобраться в архитектуре системы.
- Оплата поддержки, разработки, а также обновления системы.

2 Сравнение рассмотренных систем управления содержимым сайта

2.1 СУБД и платформа рассмотренных CMS

Различия в используемых системах управления базами данных, а также платформах для рассматриваемых CMS (табл. 1, см. ниже).

2.2 Сравнительная таблица CMS

В результате исследования, была составлена сравнительная таблица CMS, по критериям, наиболее интересующим в вопросе разработки информационной системы управления рационом спортсменов (табл. 2). Среди систем управления содержимым рассматривались: Wordpress, Joomla, Drupal,

1С-Битрикс. Было проанализировано, по следующим параметрам: простоте освоения, защищенности, свободному распространению, обучающим материалам, требованиям к хостингу, службе поддержки, доступности плагинов и популярности. Рейтинг наиболее удовлетворяющих CMS в каждом параметре выставляется от 1 до 4, на 1 позиции наиболее подходящий, на 4 – наименее.

ТАБЛИЦА 1. Различия СУБД и платформ

CMS	WordPress	Joomla!	Drupal	1С-Битрикс
СУБД	MySQL	MySQL, другие стандартные промышленные реляционные СУБД	PostgreSQL / MySQL / реляционные базы данных	MySQL / Oracle / OracleXE / MSSQL / MSSQL Express
Платформа	PHP	PHP, JavaScript	PHP	PHP

ТАБЛИЦА 2. Сравнительная таблица CMS

CMS	WordPress	Joomla!	Drupal	1С-Битрикс
Простота освоения	1	2	3	4
Защищенность	4	3	2	1
Свободное распространение	1	2	3	4
Обучающие материалы	1	2	3	4
Требования к хостингу	1	2	3	4
Служба поддержки	4	3	2	1
Доступность плагинов	1	2	3	4
Популярность	1	2	3	4

Вывод

В рейтинге таблицы сравнения, наиболее удовлетворяющей запросам CMS, оказалась система управления содержимым WordPress, следом за ней находится Joomla, затем Drupal, и замыкает рейтинг 1С-Битрикс.

Список использованных источников

1. Грачев А. Создаем свой сайт на WordPress: быстро, легко и бесплатно. – 2-е издание. – СПб. : Питер, 2014. – 272 с.
2. Ташков П. А. Веб-мастеринг. HTML, CSS, JavaScript, PHP, CMS, AJAX, раскрутка. – СПб. : Питер, 2010. – 512 с.

УДК 004.054

Е. В. Гунина (к.п.н, доцент, СПбГУТ)

Д. С. Кирпиченко (студент гр. ИСТ-632, СПбГУТ)

ПРОБЛЕМЫ И ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ПО ЭЛЕКТРОННОМУ СОГЛАСОВАНИЮ ДОКУМЕНТОВ

При разработке прототипа системы электронного документооборота особое внимание уделяется соответствию ее функциональных возможностей, требованиям компании. Как показывает практика использования подобных систем, главной их проблемой является: избыточность пользовательского интерфейса и сложность в адаптации интерфейса к изменчивым факторам. В статье рассмотрены основные метрики юзабилити, применение которых позволит модернизировать рассмотренные проблемы и разработать прототипа интерфейса и взаимодействия пользователя с ним, в виде одного целого механизма.

документооборот, веб-дизайн, пользовательский интерфейс, согласование, предприятие, анализ, информационная система, структура.

С развитием сетевых информационных технологий, требования, предъявляемые потребителем к системам, постоянно повышаются, и сегодня, компаниям необходимо не просто номинальное наличие систем, а эффективная и многофункциональная среда, в которой с помощью нескольких не сложных действий, пользователь может достичь желаемого результата.

Самым распространенным и эффективным способом оптимизации управления документами в компаниях и на предприятиях, является автоматизация процесса, переход на электронный документооборот.

Система электронного документооборота (СЭД) – это информационная система, целью которой является организация создания электронных документов (документов, информация о которых представлена в электронном формате), их перемещение и контроль за их выполнением.

При разработке системы электронного документооборота особое внимание уделяется соответствию ее функциональных возможностей требованиям делопроизводства компании, в которую предполагается внедрение данной системы.

Как показывает действительный опыт внедрения подобных систем, одной из основных проблем, возникающих при использовании приложений СЭД, является избыточность пользовательского интерфейса.

Пользовательский интерфейс – это «лицо» программы, определяющее практичность ее использования и, следовательно, желание пользователя использовать ее в процессе разработки управленческих решений.

Сложность определена тем, что проблема разработки интерфейса является сложной, находящейся на стыке таких дисциплин, как: психология, математика, эргономика, эстетика. Несмотря на довольно длительную историю проблемы, рациональная организация разработки программного интерфейса еще не полностью реализована, и проблема ее решения остается актуальной [1].

Основываясь на семишаговой модели Дональда Нормана [2], применимой к информационным системам, ее можно упростить до четырех составляющих, определив следующие стадии:

- стадия планирования – сочетает в себе этапы определения цели и взаимодействия. Пользователь сам определяет, какими элементами интерфейса ему необходимо воспользоваться для достижения цели;

- стадия трансляции – этап определения последовательности действий. Пользователь планирует, каким образом ему воспользоваться элементами, выбранными на первой стадии;

- стадия физического действия – этап осуществления взаимодействия. Пользователь физически манипулирует выбранным элементом согласно выбранному способу;

- стадия оценки состояния – содержит этапы восприятия, интерпретации и оценки состояния системы. Пользователь анализирует интерфейс, пытаясь понять, достиг ли он своей цели, если он понимает, что не достиг, возвращается к первой стадии.

Определение или измерение качества работы интерфейса требует определения основных параметров его работы. Так, на качество работы сайта влияют такие юзабилити-метрики, как удовлетворенность, экономичность в использовании, эффективность (рис.).

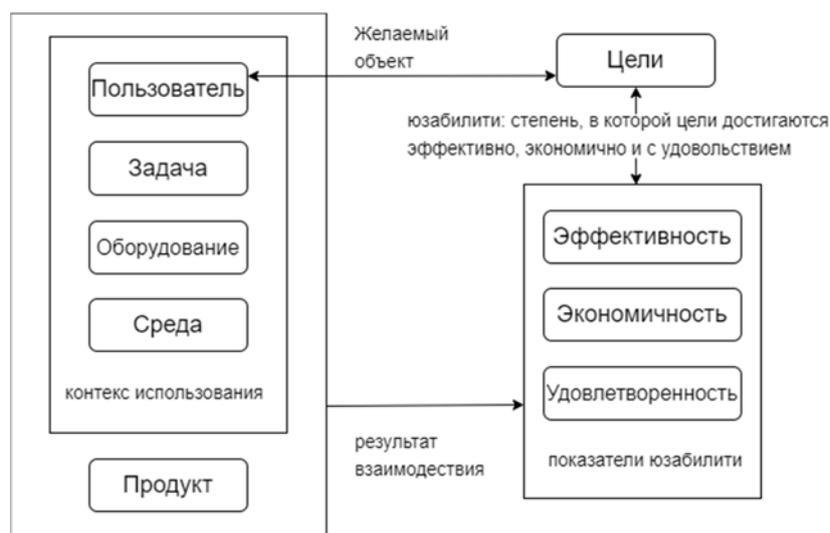


Рис. Метрики качества

Определение ясности и понятности интерфейса основано на следующих компонентах: стандарт, метафора, ментальная модель и наглядность.

Стандарт – представляет собой метод работы с ресурсом. Одним из условий эффективности стандарта является то, что он должен являться популярным, широко распространенным, инновационным и широко используемым [3].

Ментальная модель – основана на базовом понимании о функционировании системы, без знания характеристик и сложности технических процессов. В качестве ментальной модели можно представить регистрацию на веб-сайте: пользователь представляет, куда следует вводить личные данные и какие структурные элементы (таблицы, кнопки) выполняют определенные функции (например, «Зарегистрироваться» или «Войти»). Если пользователю трудно найти связь между элементами структуры и их функциями, то необходимо изменить или создать новую ментальную модель, отвечающую на поставленные задачи.

Метафора – это своего рода передача значений, приписываемых объектам и реальностям, которые действительно понятны и знакомы пользователям.

Наглядность (*affordance*) – также является одним из способов избежать включения этапа «обучения» в работу пользователя с программой. Наглядность позволяет выделить такие методы, как соотнесенность элементов управления какому-либо объекту в структуре системы; повтор визуальных образов реального мира и интерфейса; использование курсора для появления изменений в свойствах объекта: корреляции структуры элементов управления со структурами объекта. Создание наглядности может считаться одной из наисложнейших задач для графического дизайнера [3].

Следовательно, основные понятия интерфейса пользователя включают в себя метрики юзабилити: эффективность и удовлетворенность использования, контекст использования и соотношение затрат и выгод. Кроме того, основные понятия включают в себя «понятность» интерфейса, которая основана на стандарте, метафоре, ментальной модели, а также наглядности.

Одним из важнейших факторов, влияющих на взаимодействие пользователя с системой является ее навигация. Разработчики интерфейса, в первую очередь должны выстроить адекватную логику представления информации.

Так же, значительную роль играет цветовая гамма системы. В системе, особенно с технической направленностью, должна присутствовать хорошая читаемость информации и меньше контрастных оттенков, чтобы не уставали глаза.

Способность мозга обрабатывать информацию не безгранична, в соответствии с результатами исследования Джорджа Миллера кратковременная память может одновременно содержать от 5 до 9 объектов. Этот факт часто

используется для обоснования необходимости уменьшения количества элементов в навигационных меню до семи.

Также, Якоб Нильсен (*Jakob Nielsen*), провел ряд исследований, основанных на движении глаз пользователя при чтении веб-страниц с участием более 300 человек. Результаты показали, что участники сканируют страницу, используя шаблон в форме буквы *F*. При входе в ресурс человек в первую очередь обращает внимание на левую часть экрана, это связано с тем, что мы читаем слева направо. В арабских странах движение глаз происходит с точностью до наоборот, так как пишут они справа налево. Если же в середине сайта представлено изображение, взгляд посетителя сначала падает на него, а затем снова по *F*-образному шаблону [4].

Данная обзорная статья дает общее представление о методах и моделях взаимодействия пользователя с интерфейсом системы, и описание важнейших факторов, которые следует учесть при разработке интерфейсов.

Список использованных источников

1. Трегубов А. С. Разработка адаптивных контекстно-зависимых интерфейсов с использованием онтологических моделей // Кибернетика и программирование. 2017. № 6. С. 50–56.
2. Norman, D. Design of Everyday Things. – Currency-Doubleday, 2011. – 338 с.
3. Krishna, G. The best interface is no interface: The simple path to brilliant technology (Voices That Matter). – New Riders, 2015. – 256 p.
4. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия ; пер. с англ. – СПб. : Символ'Плюс, 2009. – 688 с.

УДК 004.422.8

А. С. Данилова (студентка гр. ИСТ-713, СПбГУТ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Проведен анализ систем учета успеваемости студентов в высших учебных заведениях. Обоснована необходимость проектирования системы учета успеваемости студентов. Определены основные группы пользователей системы и описаны функциональные группы. Разработана диаграмма прецедентов проектируемой информационной системы. Предложены перспективы развития информационной системы.

информационная система, успеваемость, вуз, автоматизация деятельности, разработка концепции информационной системы.

Учет успеваемости студентов в высших учебных заведениях является одной из основных составляющих учебного процесса, который позволяет выявить уровень подготовки кадров, объем их знаний, навыков и умений, полученных в ходе освоения курса.

В основном, организация процесса учета успеваемости проходит следующим образом: в течение семестра преподаватели ведут журнал успеваемости и посещаемости по своему предмету, выставляют аттестацию и определяют допуск студента к экзамену или зачету, а в конце оценки выставляются в ведомость, сформированную сотрудником деканата. Данные по итогам промежуточной аттестации и результатам сессии заполняются ответственным сотрудником деканата и вносятся в имеющуюся информационную систему вуза.

В высших учебных заведениях непрерывно идет улучшение качества образования, что невозможно без автоматизации процессов их деятельности. Необходимость проектирования информационной системы учета успеваемости студентов заключается в том, что существующие традиционные методы учета уже не соответствуют требованиям, которые предъявляются к качеству контроля успеваемости сегодня. Данная система позволит повысить эффективность взаимодействия студента и преподавателя с результатами учебной деятельности путем автоматизации процесса учета успеваемости.

Предлагаемая концепция информационной системы в виде web-сайта с базой данных позволит пользователям сайта получать информацию о расписании, просматривать рейтинг студента, аттестацию, оценки и файлы по предметам. Целевой аудиторией системы являются студенты, сотрудники и преподаватели высшего учебного заведения. Добавлением и изменением информации, выдачей прав доступа и обеспечением безопасности системы занимается администратор.

Основными функциями информационной системы являются:

- хранение, удаление, обновление и предоставление пользователям данных об успеваемости студентов;
- расчет итогового рейтинга студентов за определенный период времени;
- поиск информации о студентах в базе данных;
- хранение, обновление, удаление и предоставление пользователям документов различного типа, например, выпускных квалификационных работ студентов, научных и практических работ преподавателей и студентов, учебных материалов по предметам и других;
- формирование списков отстающих студентов и студентов, идущих на красный диплом.

В информационной системе можно выделить следующие группы пользователей: студент, преподаватель, деканат, администратор. Основные функциональные возможности системы представлены на рис. 1.

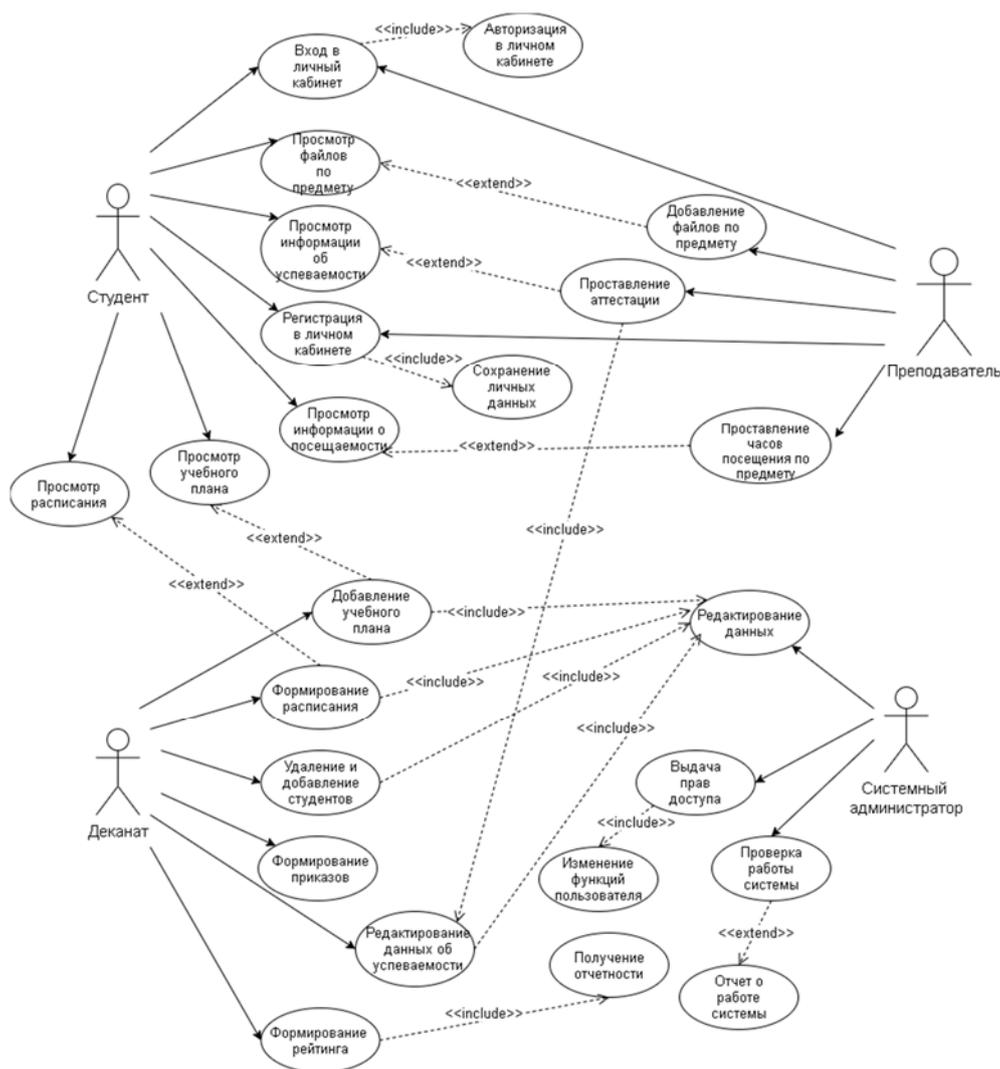


Рис. 1. Основные функции системы

Каждому типу пользователей соответствует набор функций и возможностей. Работа с системой начинается с регистрации, в процессе которой формируется личный кабинет пользователя. Системный администратор имеет полные права доступа к системе и ее данным и обеспечивает корректное распределение прав доступа к функциям системы. Рассмотрим возможности основных групп пользователей [1].

Студент имеет доступ к личному кабинету, может просматривать информацию о посещаемости и успеваемости, просматривать расписание, учебный план и файлы по предметам. Преподаватель может добавлять файлы по предмету, проставлять аттестацию и часы посещения по предмету, просматривать информацию о посещаемости и успеваемости. Деканат может добавлять учебный план, формировать расписание, приказы и рейтинг, редактировать данные об успеваемости, добавлять и удалять студентов.

Одно из основных направлений системы заключается в мониторинге и формировании успеваемости студентов. Для разработки диаграммы классов прецедента редактирования данных об успеваемости выделены следующие сущности: студент, дисциплина, лист успеваемости, сотрудник деканата (рис. 2) [2].

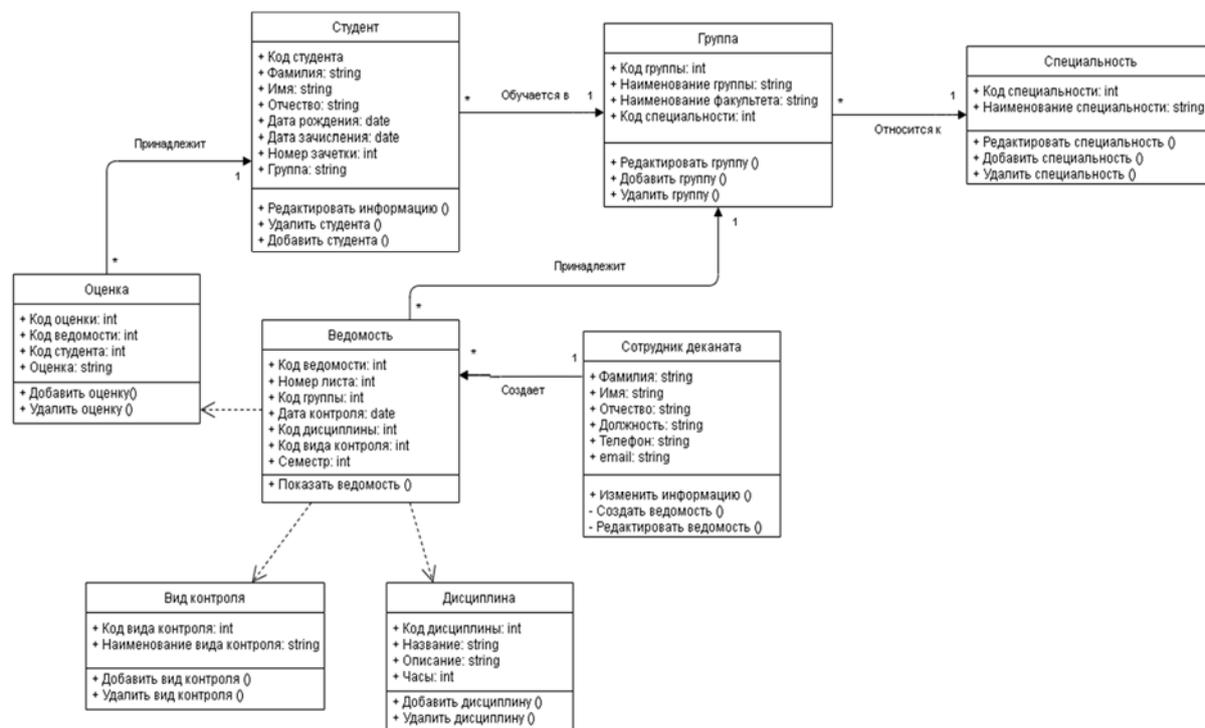


Рис. 2. Диаграмма классов для прецедента редактирования успеваемости

Проектирование информационной системы учета успеваемости студентов посредством построения UML – диаграмм позволит сформировать модульный проект и разработать автоматизированную систему. Данная система позволит повысить эффективность взаимодействия студента и преподавателя с результатами учебной деятельности путем автоматизации процесса учета успеваемости. Данный подход способствует переходу на электронный документооборот и автоматизации формирования приказов и ведомостей. В качестве расширения функций проектируемой системы, возможна интеграция аналитического модуля, выявляющего проблемные ситуации в образовательном процессе.

Список использованных источников

1. Котлова М. В., Давыдова Е. В. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий: учебное пособие / Рец.: М. П. Белов, Т. В. Матюхина ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб. : СПбГУТ, 2015. – 62 с.

2. Леоненков А. В. Самоучитель UML. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 432 с.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ИУС СПбГУТ Котловой М. В.*

УДК 004.032.26

Ю. В. Денисова, Г. О. Николаева (студентки гр. ИСТ-812м, СПбГУТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GAN ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Такие корпорации, как Google, Adobe, NVIDIA сейчас активно ведут разработки в сфере нейронных сетей, а именно – Generative Adversarial Networks. Нынешние GAN позволяют не только формировать новое изображение определённого класса с нуля, изучая обучающую выборку изображений, но и менять воссоздавать часть изображения, или же менять его отдельные части. Такой подход позволяет сократить затраты на объеме данных обучающей выборки. В статье рассматриваются принцип работы генеративных нейронных сетей, их методы и алгоритмы, позволяющие использовать GAN в практических целях.

нейронные сети, генеративно-состязательные нейронные сети, моделирование распределения, преобразование изображений.

Современные нейронные сети решают самые разнообразные задачи, такие, как классификация, регрессия, поиск ассоциативных правил, выявление аномалий, изменение размера, кластеризация и так далее. Последнее время интерес вызывает генерация новых изображений или преобразование старых.

Впервые подобную сеть описал Иан Гудфеллоу в 2014 году, тогда ещё работающий в компании Google. Эта архитектура нейронных сетей включает в себя дискриминатор и генератор, которые настроены на работу друг против друга, при этом генеративно-состязательные сети способны имитировать разные распределения данных, в отличие от других порождающих моделей.

Дискриминатор в составе GAN выполняет классическую задачу распознавания объектов входных данных. Как правило, это свёрточная нейронная сеть, которая анализирует полученное изображение, выявляя на нём признаки разных уровней: нижних, таких, как рёбра или линии на картинке, и высоких, например, текстуры. При проходе изображения нейронная сеть замечает признаки всё более высокого уровня, отмечая уже части объектов, или целые объекты, например, животное, или лицо. Таким образом модель

определяет тип изображенных объектов и категорию, к которым они относятся. Вероятность $p(y|x)$ подразумевает вероятность y при заданном x , эти модели изучают границу между классами.

Алгоритмы генератора заняты противоположной задачей. Их цель не выявить категорию входного изображения, а сгенерировать новое, подходящее под заданную категорию. Подобная задача на порядок сложнее простой классификации, так как для этого модель должна изначально понять, что необходимо создать, то есть, классифицировать, а потом уже смоделировать распределение в пределах этого класса. В этом случае находится вероятность $p(y|x)$, где вероятность x при заданном y , другими словами, вероятность образов в заданной категории.

Вместе два алгоритма соревнуются с друг другом, как и следует из названия модели, их работа представлена на схеме рис. 1. Дискриминатору на вход подуются реальные изображения. Генератор же работает с шумом, который необходимо преобразовать фальшивое, но максимально правдоподобное изображение, так, чтобы потом, когда оно будет вместе с реальными изображениями подано на вход дискриминатору, тот определил бы его как реальное.

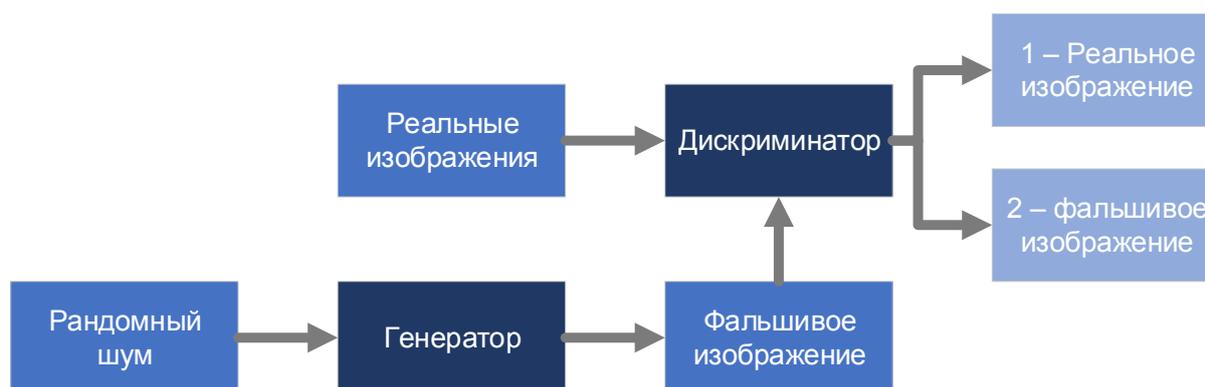


Рис. 1. Алгоритм работы генеративно-сопоставительной сети

При этом сложность генеративно-сопоставительных сетей в том, что они должны достигнуть равновесия Нэша, т. е. чтобы обе модели работали в равновесии с максимальной производительностью против статичного соперника. В противном случае, если дискриминатор будет неэффективен, то он будет пропускать даже некачественные изображения, а генератор, в свою очередь, должен повышать уровень правдоподобия создаваемых изображений, чтобы они могли пройти проверку дискриминатора.

Генеративно-сопоставительные сети можно использовать в разных направлениях. На рис. 2 один представлен классический пример изменения стилистики исходного изображения.

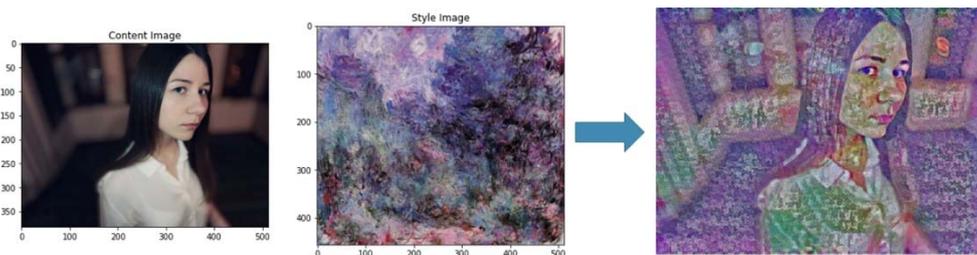


Рис. 2. Преобразование входного изображения посредством применения стилистики другого

Генерация новых лиц позволяет обойти необходимость использования реальных лиц в рекламных целях, например. При этом полученные подборки имеют высокий уровень правдоподобия, что видно на рис. 3.



Рис. 3. Генерация лиц с помощью CelebA dataset

Помимо этого, генеративно-сопоставительные сети способны изменять отдельные части изображений. Исследователи из Adobe создали программу на основе BigGAN и StyleGAN, которая позволяет мгновенно переделывать различные компоненты изображений: например, убирать морщины с лица, раскрашивать фон или менять ориентацию головы. Для этого они использовали генеративно-сопоставительные нейросети и метод главных компонент.

При анализе нейросетей исследователи разбили пространство скрытых переменных с помощью метода главных компонент, который позволяет сузить набор данных, а именно, выделить те компоненты, которые отвечают за смену каких-то определенных параметров изображения. Например, если входные данные – это фотография человека, то нейронная сеть сможет изменить положение головы, выражение эмоций, цвет волос, при этом каждая из частей изображения отделяется от остальных и настраивается отдельно.

На рис. 4 (см. ниже) видно результаты работы данного метода.

Таким образом, программа сначала классифицирует объекты на изображении, а после этого преобразовывает с применением метода главных компонент, позволяющим выделить отдельные аспекты изображений и их изменять, не затрагивая остальные части.



Рис. 4. Пример работы программы от Adobe для преобразования изображений

Среди всего прочего, генеративно-согласительные сети эффективно справляются с восстановлением цвета на фотографиях, удалением шумов и дефектов.

Для начала выполняется поиск дефектов на фотографии, то есть всех пикселей, к ним относящихся. Для решения этой задачи использовалась модель U-net. Сначала выполнялось обучение следующим образом: на вход нейронной сети подавалась исходное изображение и маска, в которой нулями обозначены были пиксели, которые необходимо закрасить, все остальные принимали значение единицы. Изображения для этого были получены из Интернета, в виде больших датасетов, например, OpenImagesV4. На них искусственным путем добавлялись дефекты для того, чтобы получить «правильное» и «неправильное» изображение. Таким образом выполнялось обучение нейронной сети для поиска дефектов на фотографиях и восстановления этих фрагментов.

После этого уже исходные чёрно-белые фотографии раскрашивались. Для того, чтобы реконструировать цвет предполагается предсказание трёх цветовых каналов – красный, зеленый и синий. Однако эту задачу можно выполнить более простым способом, используя представление цвета не в RGB, а в YCbCr.

В этом представлении компонента Y отвечает за яркость. По сути, чёрно-белое изображение и есть Y-канал, где белый и чёрный это яркие и не яркие места. Тогда остается выполнять прогнозирование по каналам Cb и Cr. Первый отвечает за разницу голубого цвета и яркости, а второй – красного цвета и яркости.

Этот метод оказывается более эффективен ввиду того, что человеческий глаз более восприимчив к перепадам яркости, а не изменениям цвета. Так как изначально то, к чему глаз более восприимчив, в изображении имеется, это необходимо использовать. Так как к цветам глаз менее восприимчив, то меньшая вероятность, что фальшивое воссоздание цвета будет замечено.

Так же в дискриминаторе, за основу которого взята свёрточная нейронная сеть, в последних слоях использовался «Self-Attention», позволяющий заставлять модель акцентировать внимание на детали изображения.

В результате получены результаты, представленные на рис. 5 и имеющие высокий коэффициент правдоподобия.



Рис. 5. Пример восстановления изображений с помощью генеративно-сопоставительных сетей

Сейчас нейронные сети могут генерировать изображения невысокого разрешения, на которых встречаются искажения и артефакты, они имеют довольно низкий коэффициент правдоподобия с точки зрения человека. Поэтому многие компании, такие, как Google DeepMind, Google Brain, Nvidia и так далее, сейчас активно ведут разработки в этой области.

Практическая значимость генеративно-сопоставительных сетей обуславливается широким применением технологий генерации и преобразования изображений, будь это увеличение размера изображения без потери качества, удаление шума с фотографий или видеостилизация изображений под стили живописи, воссоздание цвета на старых фотографиях, удаление артефактов или дефектов, и так далее. Применение нейронных сетей подобного вида помогает уменьшать расходы при использовании компьютерной графики в игровой индустрии, а также снижать вероятность риска при выполнении опасных трюках актёрами при создании кино. Помимо этого, генеративные сети стали использоваться в генеративном дизайне (*Generative Design*), который помогает разрабатывать дизайны различных продуктов, как физических, например, упаковка товара или дизайн помещения, так и цифровых, будь это дизайном сайта, изображением или медийным контентом. Это помогает задействовать гораздо большее число дизайнерских решений автономно, так как участие человека сводится к заданию основных характеристик, пожеланий и ограничений. Но при этом, как при использовании и любой другой технологии, есть существенный недостаток ввиду того, что их есть возможность использовать и во вред человеку.

Список использованных источников

1. Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., Bengio, Y.: Generative adversarial networks (2014) 9 p. URL: <https://arxiv.org/pdf/1406.2661.pdf> (дата обращения 15.06.2020).
2. Härkönen, E., Hertzmann, A., Lehtinen, J., Paris, S.: Ganspace: Discovering interpretable gan controls. 14 p. URL: <https://arxiv.org/pdf/2004.02546.pdf> (дата обращения 15.06.2020).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, с.н.с. Филипповым Ф. В.

УДК 004.55

А. О. Жаранова, В. В. Капитоненко (студентки гр. ИСТ-911м, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ВИЗУАЛЬНОГО РЕДАКТОРА КОНТЕНТА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Описаны преимущества и обоснована актуальность разработки интегрируемого визуального редактора в сравнении с существующими решениями. Представлена структура модуля форматирования данных. Определены особенности сохранения данных. Предложен алгоритм взаимодействия компонентов. Разработана клиентская часть визуального редактора контента для веб-приложения.

визуальный редактор контента, WYSIWYG, веб-редактор, разработка редактора.

Прикладные программы или веб-интерфейсы, в которых информационное содержание ресурса в процессе редактирования выглядит максимально похожим на конечную продукцию, получили название What You See Is What You Get (далее – WYSIWYG), что в переводе означает «что видишь, то и получишь». В настоящее время для подобных программ широко используется понятие «визуальный редактор», в котором форма представления информационного содержания ресурса в процессе редактирования подобна финальной версии продукта. Примерами таких визуальных редакторов являются программное обеспечение Microsoft Power Point, Notion и многие другие.

В большинстве случаев небольшие различия между тем, что видит пользователь, и тем, что он получает, не важны. Фактически, приложения могут предлагать несколько режимов WYSIWYG с разными уровнями представления данных: режимы композиции и компоновки, отображающие ре-

зультат близкий к конечному с использованием вспомогательных элементов (разрывов разделов, непечатаемых символов, линий полей) и режим предварительного просмотра, в котором веб-приложение предоставляет пользователю возможность просмотра конечного результата перед публикацией [1].

На данный момент популярные веб-редакторы используют последний режим представления, поэтому в данной работе ведется разработка визуального редактора с режимом предварительным просмотром контента. Современные WYSIWYG-редакторы контента, представляющего собой текстовые элементы, изображения, видео и прочее, разделяются на два общих типа: классический и блочный (*block-styled*). Классический редактор содержит в себе рабочее пространство в виде одного блока, содержащего веб-контент (в HTML данный блок имеет свойство «*contenteditable*», с помощью которого возможно редактировать текст в HTML-теге). Пользователь, используя данный тип редактора, формирует контент в рабочем пространстве и форматирует его с помощью доступных стилей.

Рабочее пространство редактора блочного типа разделено на множество отдельных элементов со свойством «*contenteditable*» (например, абзацы, параграфы, заголовки), которые добавляются по отдельности и не нуждаются в применении стилей. Каждый блок может представлять собой независимый элемент или иметь более сложную структуру в зависимости от функциональных возможностей редактора.

Преимущество разработки блочного редактора по сравнению с классическим заключается в удобном виде представления данных и менее нагруженной синхронизации клиентской и серверной частей. Если в классическом редакторе ведется единовременная синхронизация всего текстового документа, то у блочного типа визуального редактора на сервер отправляется только контент элементов, редактируемых пользователем, а данные хранятся в виде массива, что оптимизирует их хранение и скорость обработки запросов в базе данных [2].

В данной работе разрабатывается клиентская часть визуального редактора блочного типа с режимом предварительного просмотра информационного содержания для веб-приложения, ориентированного на написание и публикацию веб-контента (например, статей).

Веб-приложение разработано с использованием фреймворка Vue.js для разделения кода веб-редактора на модули и «реактивной» синхронизации с сервером при сохранении данных в процессе редактировании контента. Рассмотрено несколько готовых решений, использующих данный фреймворк. Наибольшее внимание пользователей заслуживают такие веб-редакторы, как: *ckeditor*, *tiptap*, *froala wysiwyg editor*. Актуальность разработки собственного редактора обоснована следующими недостатками существующих плагинов: сложность масштабирования, включающая несоответствие дизайна интегрируемого в веб-приложения плагина (изучение

стороннего кода может занять больше времени, чем разработка с нуля), в некоторых плагинах отсутствует поддержка SEO, семантики и доступности (все элементы находятся на одном уровне представления, контент хранится в HTML-тегах *div*). Дизайн разрабатываемого визуального редактора представлен на рис. 1.

Каждый блок визуального редактора включает в себя элементы управления с функциями добавления и перемещения компонентов по документу. На рис. 2 представлен интерфейс функциональной группы добавления нового элемента визуального контента, благодаря которому пользователь выбирает тип используемого блока.

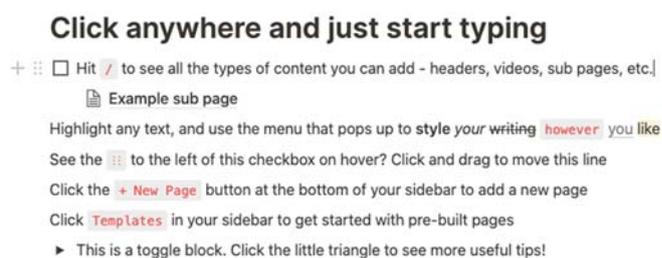


Рис. 1. Дизайн WYSIWYG редактора

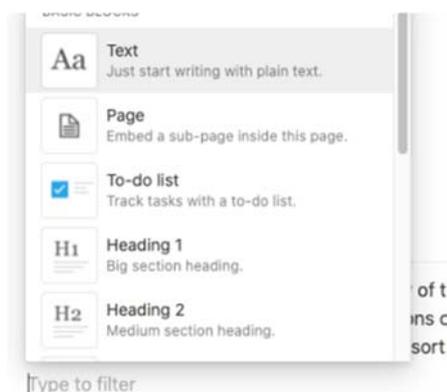


Рис. 2. Интерфейс функциональной группы добавления элемента

Для разработки редактора спроектирована структура элементов (рис. 3, см. ниже), которая отображает функциональность модулей, зависимость компонентов друг от друга и хранящиеся данные в каждом элементе.

Элементом Editor является рабочее пространство визуального редактора, который состоит из массива блоков. Элемент Block вызывает один из компонентов: меню выбора типа блока, если пользователь выбрал функцию добавления, или элемент BlockElement. Последний, в свою очередь, вызывает элемент BlockHandle, если блок не использует дочерних элементов, либо вызывает компонент с вложенностью (например, список UL). Компонент BlockHandle включает в себя функции управления блоком и HTML-блок со свойством «contenteditable». Если элемент имеет вложенность, то он включает в себя несколько компонентов BlockHandle. Укрупненный алгоритм взаимодействия элементов друг с другом представлен на рис. 4 (см. ниже).

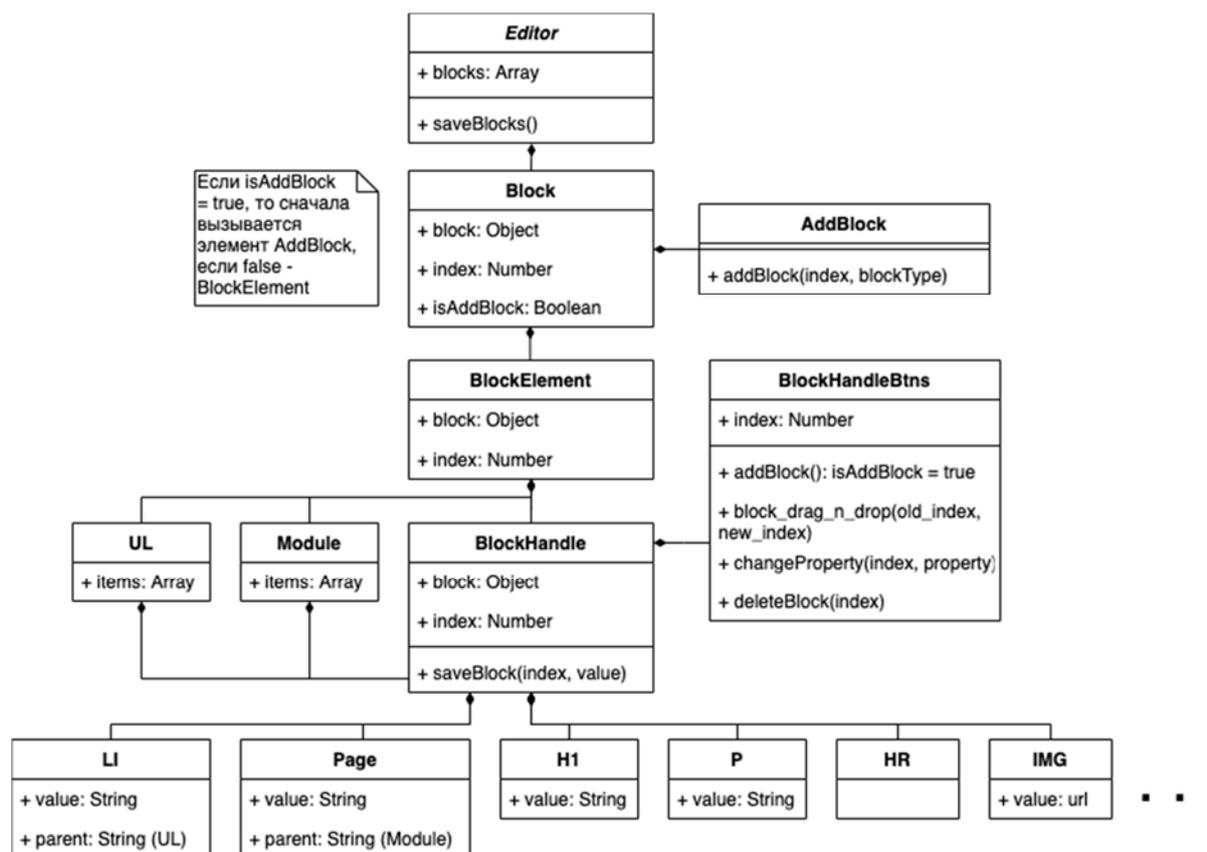


Рис. 3. Структура элементов в визуальном редакторе



Рис. 4. Алгоритм работы элементов визуального редактора

Процесс разработки визуального редактора включает в себя аспект сохранения данных, которые вносит пользователь. Для удобства использования редактора решено реализовать автосохранение в целях минимизации действий пользователя. Существует два варианта реализации данной функции: отслеживание внесения изменений пользователем в блоке в процессе написания текста с последующей отправкой этих изменений на сервер и отправка данных после того, как пользователь завершает процесс редактирования текста. При первом варианте реализации сохраняются корректировки каждого символа и предоставляется возможность просмотра подробной истории редактирования документа. Однако количество запросов и сохраненной информации при данном варианте реализации может оказывать большую нагрузку на сервер. В связи с этим ведется разработка второго варианта функции (рис. 5).

```

onInput(e) {
  clearTimeout(this.timeout);
  this.timeout = setTimeout(() => {
    this.$store.dispatch('editorStore/save', {
      value: e.target.textContent,
      index: this.order
    });
  }, 1000);
}

```

Рис. 5. Функция сохранения блока

В соответствии с описанной структурой разработан визуальный редактор, разделенный на основные функциональные компоненты. Хранение данных контента производится в формате JSON, где отдельным свойством title является название статьи, а свойством content – массив блоков. Файловая структура редактора и фрагмент содержания JSON-файла представлены на рис. 6.

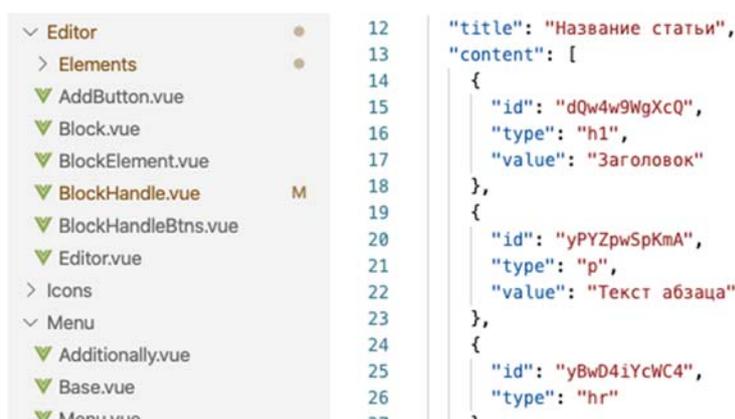


Рис. 6. Структура компонентов и файла JSON с данными редактора

В перспективах развития представленной работы планируется разработка серверной части редактора, а также реализация функций получения и отправки информационного наполнения ресурса.

Список использованных источников

1. Deven N. Shah. A Complete Guide to Internet and Web Programming. – DreamTeach Press, 2009. – 312 pp.
2. Editor.js [Электронный ресурс]. URL: <https://editorjs.io/> (дата обращения: 14.05.2020).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, с.н.с. Филипповым Ф. В.

УДК 004.652

М. А. Кавун (студентка гр. ИСТ-833, СПбГУТ)

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА SQL НА ПРИМЕРЕ КАССЫ ФИНАНСОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В статье рассмотрены основные этапы разработки структуры базы данных на примере кассы финансового взаимодействия. Тема раскрыта на основе таких банковских операций как кредит и депозит, с учетом дополнительных экономических условий. Так же в статье представлена возможность использования БД как сотрудником компании, так и клиентом. Поднят вопрос решения различных ситуаций, возникновение которых возможно во время взаимодействия сторон. БД реализована в программной среде Oracle SQL Developer.

база данных, информационная система, реляционная модель, касса финансового взаимодействия.

На сегодняшний день объем информации, получаемый человеком, огромен, и с каждым днем он становится все больше и больше. Для управления этой информацией требуется хранилище, инструменты для манипулирования и управления этой информацией. Эти требования удовлетворяют системы управления базами данных [1].

Убедиться в этом можно на примере системы, связанной с финансами. Ведь экономика всегда будет неотъемлемой частью общества, поэтому и информационная система кассы финансового взаимодействия также будет актуальна всегда.

Для достижения поставленной задачи в работе по проектированию базы данных кассы финансового взаимодействия были выделены следующие этапы: анализ предметной области и создание инфологической модели, формирование таблиц в Oracle SQL Developer, установка связей в интегрированной среде разработки, представление реляционной модели, а также проверка работоспособности и формулировка запросов.

Первым этапом является анализ предметной области. База данных создается для менеджеров кассы финансового взаимодействия и для ее клиентов. Объектами данной базы данных являются: Клиент (информация о клиентах-фирмах, заключивших договор с кассой), Менеджер (информация о сотрудниках кассы), Депозит (условия, на которых можно заключить договор по депозиту с кассой), Кредит (условия, на которых можно заключить договор по кредиту с кассой), Сводка депозит (информация по заключенным договорам по депозиту), Сводка кредит (информация по заключенным

договорам по кредиту), Залог (информация о залоговых ценностях, предоставленных фирмами-клиентами для заключения договора по кредиту).

Следующий шаг представляет собой построение инфологической модели на основе анализа предметной области (рис. 1). Модель «сущность-связь» была разработана с помощью сервиса Draw.io [2]. На ней отражены сущности с их атрибутами и связи между ними.

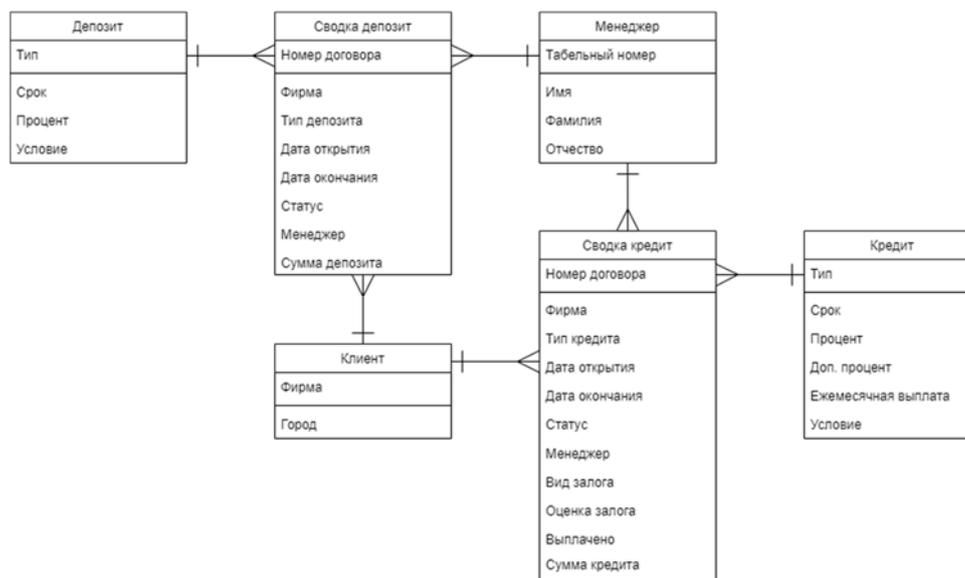


Рис. 3. Инфологическая модель

Даталогическое проектирование базы данных было произведено в программе SQL Developer. Все таблицы были созданы с учетом типов данных атрибутов (varchar2, number, date). Были заданы первичные ключи для каждой таблицы, которые уникально идентифицирует запись. На рис. 2 представлены атрибуты таблицы «ДЕПОЗИТ», на примере которой можно отследить типы данных.

COLUMN_NAME	DATA_TYPE	NULLABLE	DATA_DEFAULT	COLUMN_ID	COMMENTS
1 ТИП_Д	VARCHAR2 (20 BYTE)	No	(null)	1 (null)	
2 СРОК	NUMBER	Yes	(null)	2 (null)	
3 ПРОЦЕНТ	NUMBER	Yes	(null)	3 (null)	
4 ОТ	NUMBER	Yes	(null)	4 (null)	

Рис. 4. Создание таблицы «ДЕПОЗИТ»

Для создания связей между таблицами используются внешние ключи, установленные для столбцов зависимой таблицы и указывающие на один из столбцов главной таблицы.

Даталогическое проектирование включает в себя создание схемы базы данных на основе конкретной модели данных. В данной работе в качестве

типа модели базы данных, была выбрана реляционная модель, которая представляет собой хранилище данных, организованных в виде набора двумерных таблиц (рис. 3).

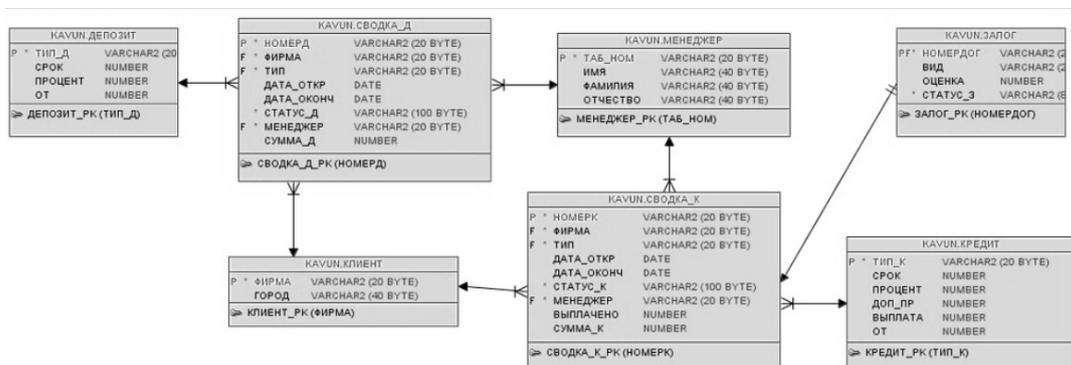


Рис. 5. Реляционная модель

Все таблицы находятся в 3 нормальной форме, где столбцы каждой неделимы, значения любого поля (не входящего в первичный ключ) не зависят от значения других полей (тоже не входящих в первичный ключ), первичные ключи однозначно определяют запись и все поля каждой таблицы зависят от ее первичного ключа [3].

Для проверки работоспособности системы после создания таблиц и установки связей между ними производится заполнение таблиц данными. Заполнение таблиц происходит по очереди, начиная с родительской.

Для обеспечения удобного и быстрого доступа к необходимой информации, а также выполнения различных операций с данными, на языке SQL были созданы запросы. На этом языке можно формулировать выражения (запросы), которые извлекают требуемые данные, модифицируют их и выводят информацию пользователю о кассе финансового взаимодействия [4]. Благодаря им выполняются операции, создаются таблицы и изменяются их структуры, определяются права доступа к данным и многое другое.

В ходе работы была разработана информационная система, позволяющая получать доступ к необходимым данным с использованием различных запросов, а также обладающая возможностью вносить новую информацию и корректировать старую.

Были реализованы все вышеперечисленные этапы, проведена проверка работоспособности. Применение разработанной информационной системы может стать актуальным решением для сферы экономики. Молодые предприниматели, а также их сотрудники и клиенты могут использовать данную систему для ведения учет активов своей компании, а также сторонних компаний, обеспечивая оформление кредитов и хранение депозитов и отслеживая информацию по ним.

Список использованных источников

1. Sql commands [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com> (дата обращения 10.05.2020).
2. Draw.io [Электронный ресурс]. URL: <https://app.diagrams.net/> (дата обращения 10.05.2020).
3. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 800 с. – ISBN 5-279-02276-4.
4. Интерактивный учебник по SQL [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sql-tutorial.ru/> (дата обращения 10.05.2020).

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры БИС СПбГУТ Андриановой Е. Е.*

УДК 004.652

Д. Ю. Крикун (студент гр. ИСТ-822, СПбГУТ)
Г. О. Каргин (студент гр. ИКВТ-62, СПбГУТ)

**РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ПО ПОДБОРУ РЕЦЕПТОВ
НА ОСНОВАНИИ ПРОДУКТОВ,
КОТОРЫЕ ЕСТЬ У ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

В статье рассмотрены этапы проектирования информационной системы по подбору рецептов на основании продуктов, которые имеются у пользователя дома. Система обладает следующим функционалом: подбор рецепта на основании продуктов, которые есть только в вашем холодильнике; возможность покупки проверенных авторских рецептов; контроль за «наполненностью» холодильника и его наполнение; возможность продажи собственных рецептов; заказ продуктов на дом из популярных сетевых магазинов; добавление рецептов в избранное и черный список.

Реализация MVP сервиса осуществляется с помощью языка программирования Go, Golang IDE и Oracle SQL Developer.

база данных, предметная область, инфологическая модель, физическая модель, информационная система, датологическое проектирование, нормализация, запрос, сервис.

Сам по себе сервис представляет собой совокупность программного кода и архитектуры базы данных (включает в себя таблицы и запросы), систематизированных таким образом, чтобы на основе интерфейса сторонних ресурсов (мессенджеров, социальных сетей) осуществлялся поиск, обработка и вывод информации [1].

Актуальность темы обусловлена тем, что не существует ни одного сайта, сервиса или платформы, который осуществлял бы подбор рецептов

для готовки на основании тех продуктов, которые есть в холодильнике пользователя здесь и сейчас. Отсюда и возникла идея создать подобный сервис с помощью полученных знаний и навыков в области проектирования и реализации информационных систем.

Целью работы является создание грамотной архитектуры сервиса с учетом нюансов, связанных с местом размещения сервиса и его программной реализации на языке программирования Go. Сервис позволяет быстро получить доступ к необходимым данным как для серверной части, так и для пользовательской. А также хранить и изменять необходимые для реализации программного кода данные.

Первым этапом является описание предметной области. База данных (БД) разрабатывается для создания MVP сервиса по подбору рецептов, который будет реализован на языке программирования Go и размещаться на базе мессенджера Telegram. БД хранит информацию о пользователях, их состояниях, рецептах, продуктах, сервисах по доставке продуктов и позволяет выдавать пользователю рецепт на основании тех продуктов, которые имеются у него на момент выполнения запроса.

Перед тем, как сделать запрос на подбор рецепта, пользователю необходимо внести определенный список продуктов с указанием количества каждого. После этого можно приступить к поиску рецепта, выбрав необходимую категорию (завтрак, обед, ужин, десерт). После этого пользователю в случайном порядке будут предлагаться наиболее подходящие варианты. Стоит отметить, что сервис может выдать рецепт в случае, если у пользователя не хватает одного-двух продуктов, так как зачастую их можно заменить на другие, которые у пользователя уже есть или вовсе пренебречь (например, специи, пшеничная мука, курица и т. д.). После выбора пользователем конкретного рецепта для готовки, сервис будет отнимать у него использованное в рецепте количество продуктов.

Также пользователь может покупать и продавать рецепты. Каждый такой рецепт отличается ценой и ссылкой на своего автора. У пользователей хранится информация об их текущем балансе. Понравившиеся рецепты можно добавлять в избранное, а неудачные отправлять в «бан» для того, чтобы больше их не показывать. Из сервиса можно осуществить переход на сайты магазинов, которые занимаются доставкой продуктов на дом, чтобы пополнить свой «холодильник».

У пользователей предусмотрена возможность добавления их в «семьи»: у пользователей, находящихся в одной «семье», список продуктов, хранящихся в базе данных, будет общим. Также пользователю может быть присвоен VIP-статус, если он приобрел VIP-подписку на сервис, которая предусматривает расширенный функционал.

Основными объектами предметной области являются Пользователи, Продукты, Рецепты, Категории, Семьи, Магазины и Меры (в чем измеряется количество того или иного продукта).

После определения сущностей необходимо определить связи (основываясь на описании предметной области) и, при существовании связи М:М (многие-ко-многим), разбить ее на связь 1:М (один-ко-многим) с помощью создания дополнительных сводных таблиц. Для проектирования базы данных был использован инструмент draw.io.

Все это необходимо для создания инфологической модели базы данных сервиса по подбору рецептов. Инфологическое проектирование позволяет организовать и упорядочить информацию о предметной области базы данных. Для нормального функционирования создаваемой системы необходимо, чтобы инфологическая модель адекватно, полно и корректно отображала реалии той предметной области, для которой она разрабатывается.

Также необходимо, чтобы все таблицы находились в третьей нормальной форме. Цель нормализации состоит в том, чтобы исключить избыточное дублирование данных, которое является причиной аномалий, возникших при добавлении, редактировании и удалении строк таблицы. Ношение находится в третьей НФ, когда находится во второй НФ и каждый не ключевой атрибут нетранзитивно зависит от первичного ключа. Проще говоря, второе правило требует выносить все не ключевые поля, содержимое которых может относиться к нескольким записям таблицы в отдельные таблицы [2].

Физическая модель – логическая модель базы данных, выраженная в терминах языка описания данных конкретной СУБД. Она содержит все детали, необходимые конкретной СУБД для создания базы: наименования таблиц и столбцов, типы данных, определения первичных и внешних ключей и т.п. Физическая модель строится на основе логической с учетом ограничений, накладываемых возможностями выбранной СУБД. В нашем случае физическая модель базы данных строится на основе СУБД «Oracle SQL Developer».

После реализации инфологической модели в СУБД «Oracle SQL Developer» можно приступить к заполнению таблиц. Создание и заполнение таблиц данными производится с помощью языка SQL. SQL – это язык программирования структурированных запросов (SQL, *Structured Query Language*), который используется в качестве эффективного способа сохранения данных, поиска их частей, обновления, извлечения из базы и удаления [3].

Для получения информации из базы данных необходимо использовать запросы. В целях проверки работы базы и корректности составленных связей – осуществим несколько простых запросов. Для написания этих самых запросов будем использовать язык SQL. Запросы построены таким образом, чтобы осуществлять быстрый доступ к данным, так как в реализации базы данных с помощью программного кода быстроедействие системы играет одну из ключевых ролей [4]. В результате проделанной работы была построена реляционная модель базы данных с помощью средств Oracle QL Developer (рис. 1) [5].

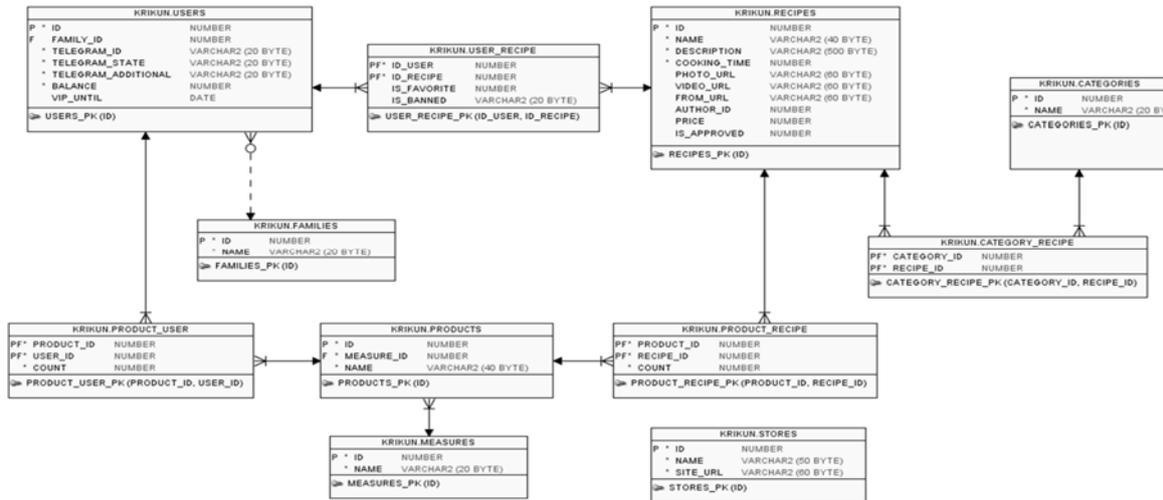


Рис. 1. Реляционная схема датологической модели

Так как сервис реализован в качестве MVP, он обладает пользовательским интерфейсом (рис. 2), который был продуман с учетом разработки user journey.

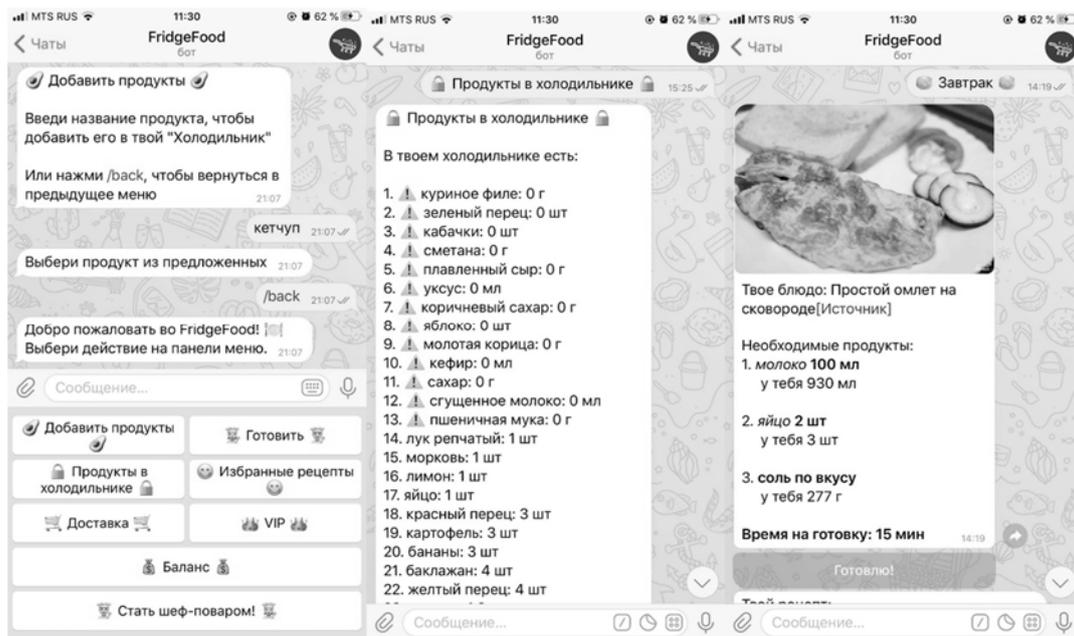


Рис. 2. Пользовательский интерфейс сервиса

Подведем итог. В современном мире мы буквально окружены информационными системами и технологиями, которые призваны облегчить нашу жизнь. Сервис по подбору рецептов на основании продуктов, которые есть у пользователя призван также облегчить жизнь пользователя и обеспечить быстрый и удобный доступ к этим самым рецептам и сторонним сервисам, которые будут интегрированы в сервис. В последствие база может расширяться и пополняться таблицами в зависимости от необходимого сервису

функционала. Под данную базу разработан MVP сервиса по подбору рецептов на основании продуктов, которые есть у пользователя, находящийся в Telegram, который будет дорабатываться.

Список использованных источников

1. Справочник по Bot API [Электронный ресурс]. URL: <https://tigrm.ru/docs/bots/api> (дата обращения 03.05.2020).
2. Нормализация отношений. Шесть нормальных форм [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/254773/> (дата обращения 29.04.2020).
3. Обзор основных SQL запросов [Электронный ресурс]. URL: <https://itvdn.com/ru/blog/article/m-sql> (дата обращения 09.05.2020).
4. Молинаро Э. SQL. Сборник рецептов : пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2009. – 672 с.
5. Липанова И. А. Управление данными: конспект лекций. – СПб. : СПбГУТ, 2016. – 43с.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры БИС СПбГУТ Андриановой Е. Е.*

УДК 004.021

Е. А. Карелин (студент гр. ИКПИ-91, СПбГУТ)
Д. П. Морозов (ассистент, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА БЫСТРЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ФРЕЙМВОРКЕ SVELTE

Современные веб разработки тяжело представить без использования фреймворков, обеспечивающих максимально быструю, простую, и надёжную разработку веб-приложений. Одним из таких фреймворков является Svelte, который составляет DOM дерево на этапе сборки приложения, а не в браузере, как это делают другие фреймворки, что значительно ускоряет работу сайта. Вместо использования таких тяжелых приёмов, как сравнение состояний виртуального DOM, Svelte пишет код, который точно обновляет DOM при изменении состояния приложения. Это достаточно свежий фреймворк со своими особенностями, быстро набирающий популярность в среде веб-разработок. В статье рассматривается работа с данным фреймворком для разработки быстрых веб-приложений.

фреймворк, svelte, веб-разработка, DOM.

В наши дни рынок веб разработок наполнен достаточным количеством удобных и интересных фреймворков, которые уже снискали свою популярность. Например, React или Vue. Однако попытки что-то улучшить и/или

создать что-то новое не прекращаются и по сей день, одним из таких новшеств является Svelte.

Обзор данного фреймворка стоит начать с выделения его основных достоинств и недостатков, плавно переходя к примерам его использования (табл.).

ТАБЛИЦА. Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Скорость	Небольшое сообщество пользователей
Дружелюбность	Неявность ошибок
Удобство и подробность документации	
Лаконичность	

Svelte – фреймворк, который составляет DOM дерево на этапе сборки приложения, а не в браузере, как это делают другие фреймворки. Вместо использования таких тяжелых приёмов, как сравнение состояний виртуального DOM, Svelte точно обновляет DOM при изменении состояния приложения, что и обеспечивает высокую скорость работы [1]. Рассмотрим его скорость в сравнении с такими популярными фреймворками как React и Vue на примере обработки и производства операций над таблицей, состоящей из 10 тысяч строк.

На рис. 1 (см. ниже) представлен сравнительный тест производимых над таблицей операций для 3-х фреймворков с задержкой в миллисекундах. И тест запуска приложения для тех же 3-х фреймворков. Как можно заметить, по некоторым пунктам Svelte сильно превосходит своих оппонентов. Но что можно сказать про использование памяти? Чего стоит такой уровень быстродействия?

Как видно на рис. 2 (см. ниже), кардинальных различий в потреблении оперативной памяти нет, это говорит о высоком уровне оптимизации фреймворка. Раз при относительно одинаковом потреблении памяти быстродействие Svelte по некоторым пунктам сильно превосходит своих конкурентов [2].

Однако немаловажным пунктом является и дружелюбность к новым пользователям. Официальный сайт адаптирован под новых пользователей, предоставляя им удобный пошаговый tutorial, подробно объясняющий работу функций фреймворка, с возможностью воспроизведения кода внутри браузера. Если же вы уже обладаете некоторым опытом, либо не заинтересованы в прохождении tutorialа, то можно отдельно ознакомиться с функциями через документацию или страницу с заготовленными вариантами применения тех или иных функций [1].

Name	svelte-v3.18.1-keyed	vue-v2.6.2-keyed	react-v16.8.6-keyed	Name Duration for...	svelte-v3.18.1-keyed	vue-v2.6.2-keyed	react-v16.8.6-keyed
consistently interactive a pessimistic TTI - when the CPU and network are both definitely very idle. (no more CPU tasks over 50ms)	1,881.3 ± 4.4 (1.00)	2,313.1 ± 39.4 (1.23)	2,529.8 ± 12.4 (1.34)	Issues for the implementation			
				create rows creating 1,000 rows	150.7 ± 7.0 (1.00)	167.0 ± 3.5 (1.11)	170.0 ± 2.1 (1.13)
				replace all rows updating all 1,000 rows (5 warmup runs).	141.5 ± 0.9 (1.02)	139.1 ± 2.4 (1.00)	141.0 ± 2.2 (1.01)
				partial update updating every 10th row for 1,000 rows (3 warmup runs). 16x CPU slowdown.	168.7 ± 2.8 (1.00)	241.9 ± 14.5 (1.43)	179.1 ± 8.3 (1.08)
script bootup time the total ms required to parse/compile/evaluate all the page's scripts	19.3 ± 3.7 (1.00)	62.4 ± 30.9 (3.24)	99.1 ± 22.0 (5.15)	select row highlighting a selected row. (5 warmup runs). 16x CPU slowdown.	26.5 ± 2.7 (1.00)	103.2 ± 2.6 (3.89)	32.4 ± 3.7 (1.22)
				swap rows swap 2 rows for table with 1,000 rows. (5 warmup runs). 4x CPU slowdown.	56.2 ± 3.4 (1.00)	68.5 ± 1.2 (1.22)	461.2 ± 3.4 (8.20)
				remove row removing one row. (5 warmup runs).	45.1 ± 0.5 (1.01)	51.1 ± 2.2 (1.14)	44.7 ± 0.6 (1.00)
total kilobyte weight network transfer cost (post-compression) of all the resources loaded into the page.	145.7 ± 0.0 (1.00)	210.9 ± 0.0 (1.45)	260.6 ± 0.0 (1.79)	create many rows creating 10,000 rows	1,335.1 ± 33.0 (1.00)	1,388.0 ± 25.5 (1.04)	1,670.8 ± 33.7 (1.25)
				append rows to large table appending 1,000 to a table of 10,000 rows. 2x CPU slowdown	295.1 ± 7.4 (1.00)	326.4 ± 3.5 (1.11)	335.5 ± 11.8 (1.14)
				clear rows clearing a table with 1,000 rows. 8x CPU slowdown	150.8 ± 4.9 (1.00)	166.1 ± 4.7 (1.10)	150.7 ± 3.1 (1.00)
slowdown geometric mean	1.00	1.79	2.31	slowdown geometric mean	1.00	1.30	1.37

Рис. 1. Метрики загрузки и операции над таблицей

Лаконичность – крайне важный в разработке параметр, позволяющий сэкономить огромное количество времени при разработке приложения. Svelte отличается своим подходом в написании кода от других фреймворков. Вам не нужно разбивать свой код на отдельные HTML, CSS и JS файлы. Весь процесс происходит в файлах с расширением Svelte. Рассмотрим же лаконичность более конкретно на примере вырезок из кода приложения «крестики-нолики», написанного на React и Svelte. Начнём с React (рис. 3, см. ниже).

Как можно заметить, код местами выглядит не совсем опрятно и удобно для прочтения. Особенно это видно на примере отрывка из HTML файла. В сумме, приложение занимает, примерно, 200 строк кода с учётом HTML, CSS и JS файлов (рис. 4, см. ниже).

Теперь обратим свой взгляд на то же самое приложение, но на Svelte (рис. 5, см. ниже).

Memory allocation in MBs ± 95% confidence interval

Name	svelte-v3.18.1-keyed	vue-v2.6.2-keyed	react-v16.8.6-keyed
ready memory Memory usage after page load	1.1 ± 0.0 (1.00)	1.2 ± 0.0 (1.14)	1.3 ± 0.0 (1.21)
run memory Memory usage after adding 1000 rows.	2.7 ± 0.0 (1.00)	4.0 ± 0.0 (1.49)	3.9 ± 0.0 (1.45)
update each 10th row for 1k rows (5 cycles) Memory usage after clicking update every 10th row 5 times	3.0 ± 0.0 (1.00)	4.4 ± 0.0 (1.45)	4.7 ± 0.0 (1.54)
replace 1k rows (5 cycles) Memory usage after clicking create 1000 rows 5 times	3.2 ± 0.0 (1.00)	4.6 ± 0.0 (1.42)	5.2 ± 0.0 (1.62)
creating/clearing 1k rows (5 cycles) Memory usage after creating and clearing 1000 rows 5 times	2.4 ± 0.0 (1.00)	2.6 ± 0.0 (1.09)	3.2 ± 0.0 (1.32)
slowdown geometric mean	1.00	1.31	1.42

Рис. 2. Использование памяти

```

1 <div id="errors" style="
2   background: #c00;
3   color: #fff;
4   display: none;
5   margin: -20px -20px 20px;
6   padding: 20px;
7   white-space: pre-wrap;
8 "></div>
9 <div id="root"></div>
10 <script>
11 window.addEventListener('mousedown', function(e) {
12   document.body.classList.add('mouse-navigation');
13   document.body.classList.remove('kbd-navigation');
14 });
15 window.addEventListener('keydown', function(e) {
16   if (e.keyCode === 9) {
17     document.body.classList.add('kbd-navigation');
18     document.body.classList.remove('mouse-navigation');
19   }
20 });
21 window.addEventListener('click', function(e) {
22   if (e.target.tagName === 'A' && e.target.getAttribute('href') === '#') {
23     e.preventDefault();
24   }
25 });
26 window.onerror = function(message, source, line, col, error) {
27   var text = error ? error.stack || error : message + ' (at ' + source + ':' + line + ':' + col + ')';
28   errors.textContent += text + '\n';
29   errors.style.display = '';
30 };
31 console.error = (function(old) {
32   return function error() {
33     errors.textContent += Array.prototype.slice.call(arguments).join(' ') + '\n';
34     errors.style.display = '';
35     old.apply(this, arguments);
36   }
37 })(console.error);
38 </script>
39

```

Рис. 3. Отрывок из HTML файла

```

1 function Square(props) {
2   return (
3     <button className="square" onClick={props.onClick}>
4       {props.value}
5     </button>
6   );
7 }
8
9 class Board extends React.Component {
10  constructor(props) {
11    super(props);
12    this.state = {
13      squares: Array(9).fill(null),
14      xIsNext: true,
15    };
16  }
17
18  handleClick(i) {
19    const squares = this.state.squares.slice();
20    if (calculateWinner(squares) || squares[i]) {
21      return;
22    }
23    squares[i] = this.state.xIsNext ? 'X' : 'O';
24    this.setState({
25      squares: squares,
26      xIsNext: !this.state.xIsNext,
27    });
28  }
29
30  renderSquare(i) {
31    return (
32      <Square
33        value={this.state.squares[i]}
34        onClick={() => this.handleClick(i)}
35      />
36    );
37  }
38
39  render() {
40    const winner = calculateWinner(this.state.squares);
41    let status;
42    if (winner) {
43      status = 'Winner: ' + winner;
44    } else {
45      status = 'Next player: ' + (this.state.xIsNext ? 'X' : 'O');
46    }
47
48    return (
49      <div>
50        <div className="status">{status}</div>
51        <div className="board-row">
52          {this.renderSquare(0)}
53          {this.renderSquare(1)}
54          {this.renderSquare(2)}
55        </div>
56        <div className="board-row">
57          {this.renderSquare(3)}
58          {this.renderSquare(4)}
59          {this.renderSquare(5)}
60        </div>
61        <div className="board-row">
62          {this.renderSquare(6)}
63          {this.renderSquare(7)}
64          {this.renderSquare(8)}
65        </div>
66      </div>
67    );
68  }
69 }
70

```

Рис. 4. Отрывки из JS файла

Весь код приложения занимает почти в 2 раза меньше места, нежели на React, ~112 строк кода [3].

```

1  <script>
2  import Square from './Square.svelte';
3  import { calculateWinner } from './helpers.js';
4
5  let state = {
6    squares: Array(9).fill(''),
7    xIsNext: true,|
8  };
9
10 $: winner = calculateWinner(state.squares);
11
12 function handleClick(i) {
13   if (winner || state.squares[i])
14     return;
15
16   const squares = state.squares.slice();
17   squares[i] = state.xIsNext ? 'X' : 'O';
18   state.squares = squares;
19   state.xIsNext = !state.xIsNext;
20 }
21 </script>
23 <div class="status">
24   {#if winner}
25     <b>Winner: {winner}</b>
26   {:else}
27     Next player: {state.xIsNext ? 'X' : 'O'}
28   {/if}
29 </div>
30 <div class="board">
31   {#each state.squares as value, i}
32     <Square {value} on:click={e => handleClick(i)} />
33   {/each}
34 </div>
35
36 <style>
37   .board {
38     width: 102px;
39   }
40
41   .status {
42     margin-bottom: 10px;
43   }
44 </style>

```

Рис. 5. Отрывки из Svelte файла

Вернёмся к недостаткам данного фреймворка. Самый главный – размер сообщества пользователей, а уже из него проистекает большинство других. Как, например, скудность набора дополнительных инструментов для работы с данным фреймворком. Проблематично найти даже UI Kit.

Другой проблемой является сложность выявления ошибок в коде приложения. Если в тексте будет допущена ошибка, никакого оповещения не произойдёт, приложение просто прекратит работу, пока ошибка не будет исправлена.

Таким образом, Svelte – довольно интересный и достойный ознакомления аналог для уже устоявшихся на рынке альтернатив, будь то React, Vue, или иной фреймворк, однако обладающий своими минусами и особенностями использования.

Список использованных источников

1. Официальный сайт фреймворка Svelte [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.svelte.dev/> (дата обращения 15.06.2020).
2. Framework benchmarks [Электронный ресурс]. URL: <https://krausest.github.io/js-framework-benchmark/current.html> (дата обращения 15.06.2020).
3. Tic Tac Toe, часть 0: Сравнение Svelte и React [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/456474/> (дата обращения 15.06.2020).

УДК 004.4'236

В. А. Когут (студент гр. ИСТ-812м, СПбГУТ)

Г. Н. Смородин (к.т.н., доцент, СПбГУТ)

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Проведен анализ применения инновационных технологий, включая технологии виртуальной и дополненной реальности, в учебном процессе высшей школы. Выявлены тенденции и сформулированы перспективы применения новых технологических решений в образовании.

инновационные технологии, виртуальная и дополненная реальности, высшее образование, учебный процесс.

Процесс информатизации на данный момент затронул практически все сферы человеческой деятельности – от государственного управления до образования. Так, система высшего образования претерпевает существенные изменения, в результате использования новых технологий в образовательном процессе – происходит переход от стандартных учебных программ, предполагающих групповую аудиторную работу, к учебным программам, ориентированным на формирование студентом необходимых с его точки зрения компетенций, что возможно только если студент активно участвует в формировании учебного плана. Во многом меняется роль студента и преподавателя в образовательном процессе, всё большее значение приобретают дистанционные методы обучения, в том числе массовые открытые онлайн-курсы [1].

Важной составляющей организации образовательного процесса стало создание условий для формирования у студентов навыков самостоятельного решения познавательных, коммуникативных, организационных и нравственных задач. Традиционные методы, которые используются в высшем образовании, такие как лекции, семинары и домашние задания, хотя и формируют базовый набор компетенций, должны быть дополнены новыми формами обучения, позволяющими сильнее вовлечь студента в образовательный процесс, мотивировать его к самообразованию и способствовать улучшению организационных и коммуникативных навыков, а не только получению необходимых знаний по предметам [2].

Таким образом, для формирования необходимых компетенций следует использовать не только традиционные методы обучения, как лекции или семинары, в которых преподаватель предоставляет знания, а обучающийся их только получает, но и стимулировать процесс вовлечения студента в образовательный процесс путем взаимодействия с преподавателем или другими

студентами. Среди таких методов обычно выделяют совместное решение задач, ролевые и дидактические игры, дискуссии.

Такие методы обучения могут быть эффективно дополнены интерактивными технологиями, которые позволят еще глубже интегрировать взаимодействие учащийся-учащийся или преподаватель-учащийся. К таким интерактивным технологиям относятся компьютеры, мобильные устройства, носимая электроника, устройства виртуальной и дополненной реальности. И хотя применение таких устройств имеет как преимущества, так и недостатки, их использование позволяет увеличить академическую успеваемость.

На данный момент в Российской Федерации внедрение инновационных технологий в образовательный процесс предполагается сразу в нескольких национальных проектах: национальные проекты «Образование» и «Цифровая экономика Российской Федерации», а также федеральный проект «Кадры для цифровой экономики» [3].

Технологии виртуальной и дополненной реальности являются важными составляющими этих программ. По мнению ученых, цифровизация обучения упростит подачу сложного материала, а также позволит облегчить процесс запоминания и мотивирует учиться усерднее. Например, в США к концу 2018 года технологии виртуальной реальности использовали в 18 % образовательных учреждений страны [1].

Для сравнения тенденций использования технологий виртуальной и дополненной реальности в России и за границей можно ввести запросы «Виртуальная реальность в образовании», «Дополненная реальность в образовании», «Виртуальная и дополненная реальность в образовании» на русском и английском языке в сервисе Google Академия. Полученные результаты позволяют проанализировать популярность использования технологий виртуальной и дополненной реальности в образовании в англоязычных и русскоязычных источниках информации. Полученные результаты отображены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Использование виртуальной и дополненной реальности в образовании в России и за рубежом

Текст запроса/ Год опубликования статьи	Результаты на русском языке	Результаты на английском языке
Виртуальная реальность в образовании	21 500	2 350 000
Дополненная реальность в образовании	16 500	806 000
Виртуальная и дополненная реальность в образовании	9 680	233 000

Количество результатов поиска на английском языке в десятки раз больше, чем на русском. На основании информации, представленной

в таблице 1, можно сделать косвенный вывод, что обсуждение технологий виртуальной и дополненной реальности для образования в англоязычных источниках и странах более популярно, чем в русскоязычных.

После изучения доступных данных о применении технологий виртуальной и дополненной реальности в России и за рубежом сделаны выводы, позволяющие выделить сильные и слабые стороны применения данных технологий, а также угрозы, с которыми можно столкнуться при внедрении. Вывод представлены в виде матрицы (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. SWOT-анализ применения технологий виртуальной и дополненной реальности в образовании

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – разнообразие предметных областей для применения в обучении; – разнообразные учебные сценарии; – получение навыков работы в чрезвычайных ситуациях; – взаимодействие в режиме реального времени. 	<ul style="list-style-type: none"> – технологические ограничения и несовершенство ПО; – недостаток качественного контента; – высокая стоимость.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> – получение результатов использования из других предметных областей; – высокий потенциал рынка; – готовность среды к внедрению технологии; – развитость смежных рынков. 	<ul style="list-style-type: none"> – конкурентные технологии (интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника); – недостаток сведений об опытных результатах использования; – непредсказуемость внешней среды.

В целом, полученные результаты анализа тенденций использования технологий различных видов реальности в высшем образовании позволяют сформулировать следующие выводы:

- учебные программы в области ИТ-образования по количеству подготовленных профессионалов занимают растущую долю рынка;
- технологии виртуальной и дополненной реальности позволяют повысить эффективность формирования профессиональных компетенций, однако математические модели и сценарии их использования находятся в основном в стадии обсуждения;
- применение решений, основанных на технологиях виртуальной и дополненной реальности коррелирует с уровнем информатизации общества поскольку требует развитой информационной инфраструктуры технологического обеспечения.

Список использованных источников

1. Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент, 2018.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-vozmozhnosti-i-prepyatstviya-primeneniya> (дата обращения 06.05.2020).

2. Кленин А. С., Смородин Г. Н. Подготовка профессионалов в области технологий виртуальной и дополненной реальности // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции : сб. науч. ст. в 4 т. 2019. С. 626–630.

3. Паспорт федерального проекта Кадры для цифровой экономики [Электронный ресурс]. URL: [https://files.data-economy.ru/ Docs/FP_Kadry_dlya_cifrovoj_ekonomiki.pdf](https://files.data-economy.ru/Docs/FP_Kadry_dlya_cifrovoj_ekonomiki.pdf) (дата обращения 15.05.2020).

УДК 004.51

П. О. Кольцов (студент гр. ИСТ-631, СПбГУТ)

ПРОЦЕСС ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В статье описывается процесс прототипирования в информационных технологиях. Рассматривается процесс прототипирования, особенности создания прототипа на примере сервиса-агрегатора.

Прототип сервиса-агрегатора позволяет заказчику получить полное представление о продукте, рационализировать процесс разработки визуальной составляющей сервиса, выявить ненужные элементы, от которых следует отказаться, и, наоборот, которые следует использовать в проекте. Также разработка прототипа предполагает вовлечение заказчика, способствует продуктивной работе и согласованности процесса.

Используется кроссплатформенный онлайн-сервис Figma с возможностью организации совместной работы.

информационные системы, прототип, прототипирование, сервис-агрегатор.

Прототипирование на сегодняшний день является неотъемлемым этапом разработки будущего продукта. Прототипирование – это быстрая реализация базовой функциональности будущего продукта, предназначенная для анализа работы системы в целом [1].

Процесс прототипирования в информационных технологиях содержит перечень задач, в ходе выполнения которых разработчик получает полноценный прототип:

- сбор и анализ информации;
- выбор типа разрабатываемого прототипа;
- выбрать средства для разработки прототипа;
- разработка прототипа.

На этапе сбора и анализа информации выявляются проблемы существующих продуктов, путем анализа аналогичных информационных систем.

После чего строится сравнительная таблица с выставленными оценками по различным критериям (например, внешний вид, эргономичность использования, техническая реализация, оптимизация). В таблице 1 приведены критерии, наиболее подходящие к информационным системам в сфере развлечений, – внешний вид, система навигации, техническая реализация, эргономичность использования или юзабилити, оптимизация. Критерий – признак, основание, правило принятия решения по оценке чего-либо на соответствие предъявленным требованиям (мере) [2].

ТАБЛИЦА 1. Сравнительный анализ ИС

Название критерия	Яндекс.Афиша	Ponominalu	Kassir
Внешний вид	4	4	2
Эргономичность использования или юзабилити	4	4	2
Техническая реализация	5	5	4
Оптимизация	5	4	4
Система навигации	5	5	3

Шкала оценивания представлена в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Пятибалльная шкала оценивания

№ п/п	оценка	критерий оценки
1	1	неудовлетворительно
2	2	почти удовлетворительно
3	3	удовлетворительно
4	4	хорошо
5	5	отлично

Далее производится выбор типа разрабатываемого прототипа системы. Сейчас в процессе разработки чаще всего используют интерактивные прототипы, т. к. такие прототипы раскрывают механизм работы проекта, помогают осуществить поставленные проектные решения, выявить целесообразность их реализации в готовом макете. Как только данная задача выполнена, разработчик переходит к этапу выбора программного обеспечения.

Спектр программного обеспечения, которое используется для создания прототипов, крайне широк. Поэтому разработчику необходимо из определенного перечня программного обеспечения выбрать наиболее подходящий ему продукт, который сочетает в себе обширный функционал, эргономичный интерфейс и возможность работы на разных платформах. Из наиболее

популярного программного обеспечения только Figma обладает вышеперечисленными особенностями.

Непосредственно после выбора программного обеспечения для разработки, выполняется создание прототипа. Процесс создания разделяется на этапы, которые определяет разработчик. В ходе каждого этапа в прототип вносятся различные изменения – появляются новые блоки, названия, навигационное меню, логотип, а также фирменный цвет. На рис. представлен пример наполнения прототипа различными элементами.

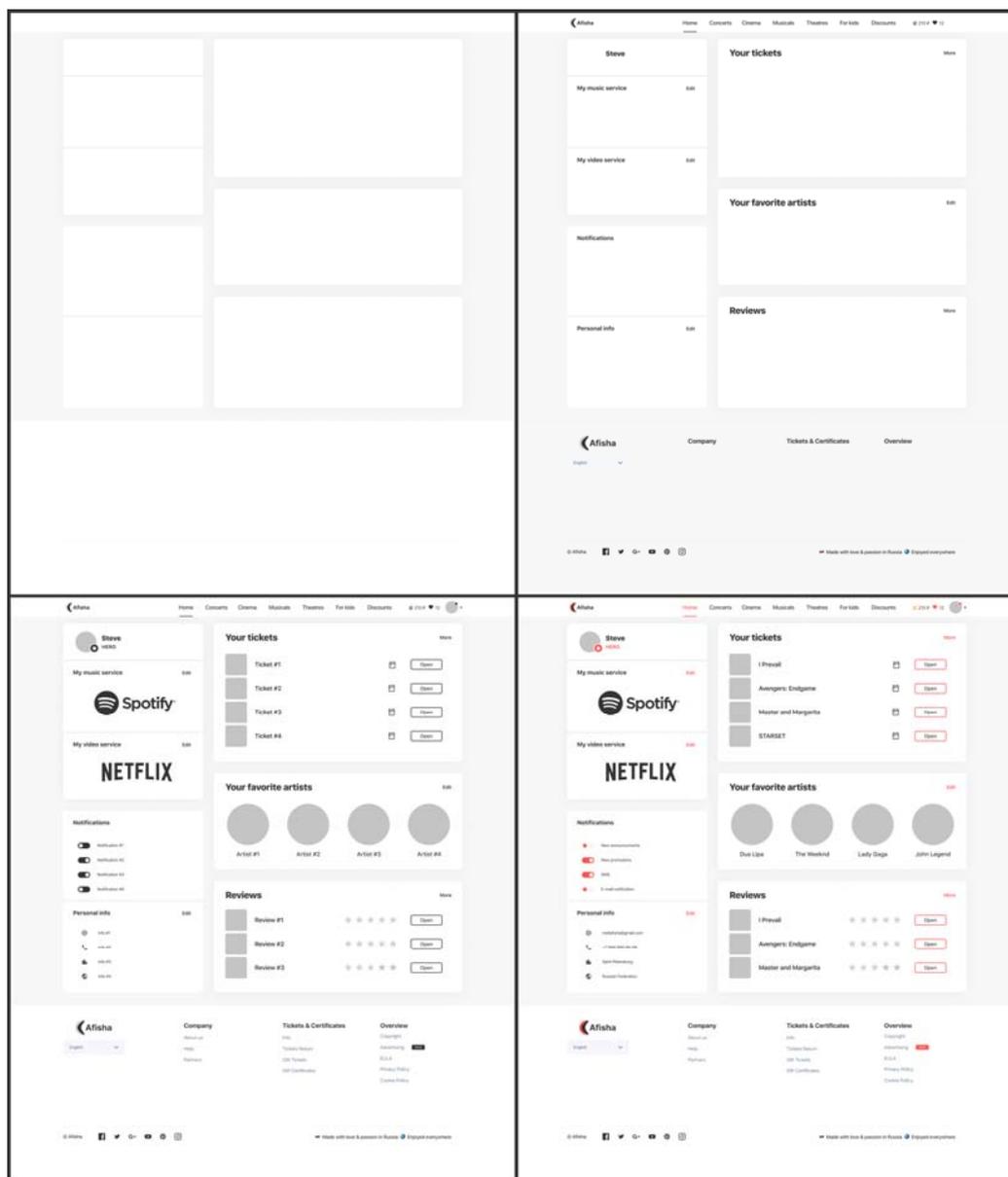


Рис. Этапы создания прототипа

Как только все вышеперечисленные этапы выполнены, прототип проходит различные тестирования. Если тестирование успешно, то разработанный прототип считается готовым для передачи на следующий этап разработки системы, а процесс прототипирования – завершенным.

Список использованных источников

1. Тодд Заки Варфел Прототипирование. Практическое руководство. – М. : МИФ, 2013. – 240 с. – ISBN 978-5-91657-725-9.
2. Брокгауз Ф. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. – М. : Рипол Классик, 2013. – 524 с. – ISBN 978-5-45805-321-1.

*Статья представлена научным руководителем,
ассистентом кафедры ИиКД СПбГУТ Хайбрахмановой Е. С.*

УДК 004.514

М. А. Крысина (студентка гр. ИСТ-631, СПбГУТ)

**РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНТЕРФЕЙСА
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ПОМОЩИ ПОЖИЛЫМ ЛЮДЯМ**

В статье рассмотрены существующие интерфейсы веб-информационных систем по организации помощи пожилым людям, выявлены их достоинства и недостатки. Определены требования к разрабатываемому веб-интерфейсу, целевая аудитория информационной системы и спроектирован интерфейс, организующий взаимодействие молодого поколения со старшим методом проявления заботы и поддержки.

информационная система, пользовательский интерфейс, помощь пожилым людям, волонтерство, прототипирование.

По данным службы федеральной статистики число жителей старше трудоспособного возраста составляет примерно 25 % от числа всего населения страны [1]. Нередко пожилым людям требуется помощь даже в повседневных делах: сходить в магазин за продуктами, в аптеку за лекарствами, убратся дома. В таких ситуациях они просят помощи у близких людей, однако не у всех есть такая возможность. Пожилой человек вынужден отправиться в дом престарелых, где за ним будут ухаживать специалисты.

На сегодняшний день в России насчитывается 819 домов престарелых, однако в очереди находятся около 20 тысяч пожилых людей.

В процессе анализа существующих информационных систем, организующих помощь пожилым людям, выявлено, что на сегодняшний день в России есть несколько благотворительных фондов, однако ни один веб-сайт не удовлетворяет принципам современного UI/UX проектирования, а именно: понятным и удобным интерфейсом, большим функционалом, включающим возможность регистрации волонтеров, системы актуальных

заданий помощи пожилым людям и системы рейтинга, мотивирующей волонтеров на добрые поступки.

В таблице представлена сравнительная характеристика пяти благотворительных фондов, организующих помощь пожилым людям, а именно: «Весна в сердце», «Старость в радость», «София», «Жизнь+», «Живой».

Критерии оценивания формируются на основе двух наиболее востребованных книг по проектированию пользовательских интерфейсов: Стив Круг «Не заставляйте меня думать!» [2] и Артем Горбунов «Типографика и верстка» [3].

ТАБЛИЦА. Сравнительная характеристика аналогичных информационных систем

Критерии оценивания	«Весна в сердце»	«Старость в радость»	«София»	«Жизнь+»	«Живой»
Организация панели меню	–	+	–	+	+
Навигация по сайту	+	+	–	–	–
Цветовая гамма	+	+	+	+	+
Соответствие логотипа тематике	+	+	+	–	–
Модульная сетка	–	–	–	–	+
Типографика	–	–	–	–	+
Возможность регистрации	–	–	–	–	–
Система заданий для волонтеров	–	–	–	–	–
Система рейтинга волонтеров	–	–	–	–	–

Анализ таблицы подтверждает актуальность создания новой веб-информационной системы, в интерфейсе которой ключевыми моментами станут регистрация и рейтинг волонтеров, а также система заданий, которые выбираются в личном кабинете волонтера.

Для разработки веб-интерфейса информационной системы необходимо определить ключевых пользователей системы или персон. Персона – это модель пользователя, описывающая его цель, интересы и поведенческие особенности. Разрабатываемая модель информационной системы организации помощи пожилым людям имеет три персоны, которые наиболее часто взаимодействуют с системой:

Волонтер – студент, желающий в свободное от учебы время помогать пожилым людям, имеет высокую степень доверия, общительности и пользования интернетом.

Родственник пожилого человека – из-за проживания в другом городе ищет организации, оказывающие помощь пожилым людям, имеет высокую степень доверия, общительности и пользования интернетом.

Пожилый человек – с помощью родственника, знакомых или рекламы по телевидению узнает об организации, оказывающей помощь пожилым людям, звонит по номеру телефона и описывает свою проблемы, имеет высокий уровень доверия.

После определения целевой аудитории необходимо выявить возможные негативные моменты при взаимодействии персон с системой:

- отсутствие видимой кнопки регистрации для волонтера;
- большое количество полей для ввода личных данных при регистрации;
- небольшой банк заданий, который не дает волонтеру выбрать подходящее по дате задание;

- отсутствие номера телефона организации на главной странице сайта;
- небольшая база волонтеров, которая не дает потенциальному клиенту выбрать волонтера с машиной;

- узкая направленность предоставляемых услуг помощи, которая не дает возможность оказать весь спектр необходимой помощи пожилому человеку.

На основании выделенных потенциальных проблем необходимо заранее позаботиться об удобстве взаимодействия пользователей с системой и включить в проектирование прототипа следующее:

- хорошо видимую кнопку регистрации для волонтеров;
- минимальное количество полей в форме регистрации волонтеров;
- номер телефона организации, расположенный в шапке сайта;
- широкий спектр предоставляемых организацией услуг помощи пожилым людям.

Информационная архитектура веб-сайта информационной системы отражена на рис. 1 (см. ниже).

На рис. 2 представлен разработанный прототип интерфейса первого экрана веб-сайта информационной системы помощи пожилым людям.

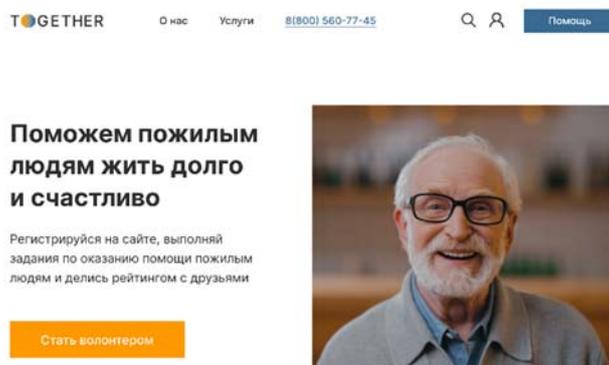


Рис. 2. Прототип первого экрана веб-сайта информационной системы

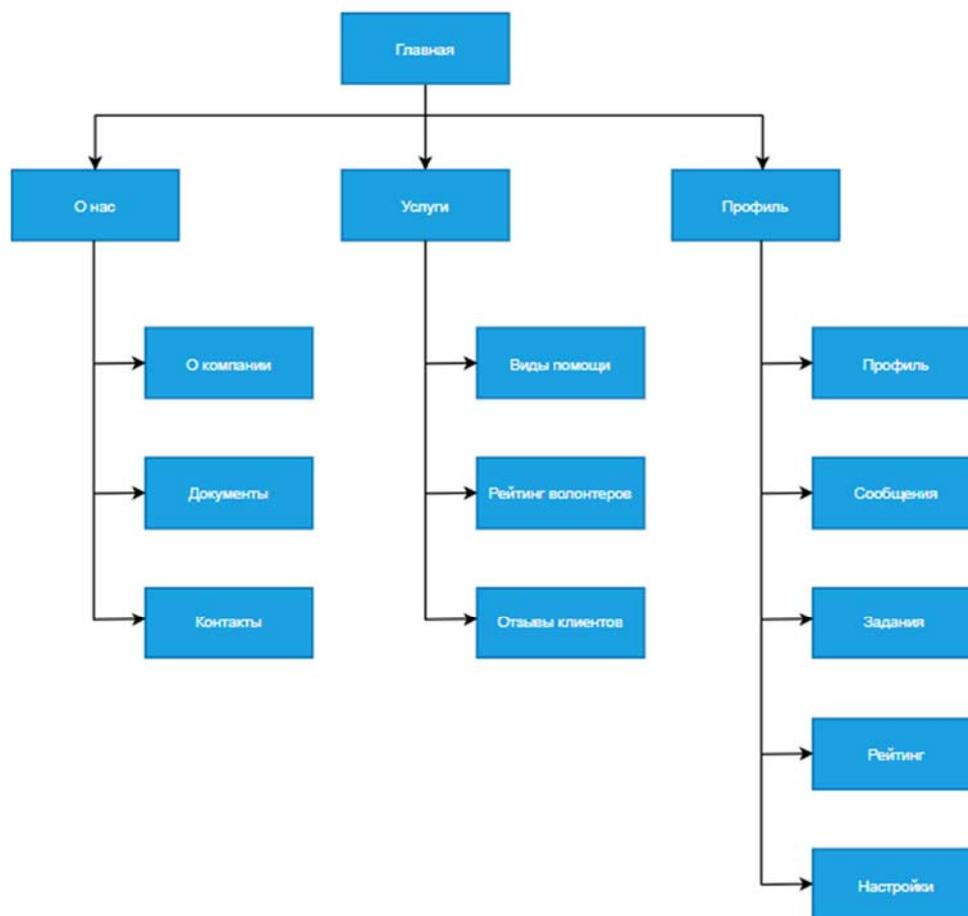


Рис. 1. Информационная архитектура сайта помощи пожилым людям

Личный кабинет волонтера содержит информацию о пользователе, ближайшие задания на текущую неделю, статистику потраченных часов в месяц на волонтерство, а также статистику выполненных заданий по категориям и общий рейтинг всех волонтеров с указанием количества выполненных заданий за месяц (рис. 3).

Инновационная значимость заключается в введении системы, позволяющей отслеживать активность молодого по-

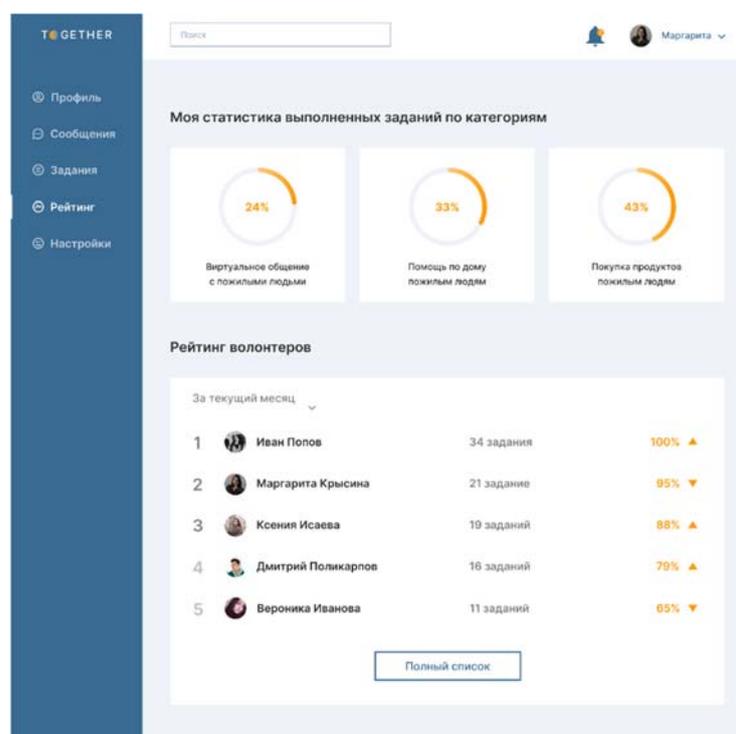


Рис. 3. Прототип интерфейса личного кабинета волонтера

коления в отношении заботы и поддержки пожилых людей. А также формировать на основе рейтинга волонтеров благодарственные письма за участие и сертификаты, позволяющие получить дополнительные баллы при поступлении в высшие учебные заведения.

Список использованных источников

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения 06.06.2020).
2. Круг С. Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!». – М. : Эксмо-Пресс, 2017. – 142 с.
3. Горбунов А. Типографика и вёрстка. – М. : Бюро Горбунова, 2015. – 5 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИиКД СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Мусаевой Т. В.

УДК 004.855.5

Е. М. Леснова, Д. Ю. Чабдарова (студентки гр. ИСТ-713, СПбГУТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ НАБОРА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Изучен процесс преобразования набора данных в формат, пригодный для обучения искусственной нейросети. Рассмотрены возможные способы подготовки набора данных для машинного обучения в случаях, когда исходная информация хранится в реляционных базах данных. Проанализирована эффективность различных вариантов препроцессинга для денормализованных данных из реляционных баз данных.

реляционная база данных, датасет, машинное обучение.

Машинное обучение все глубже проникает в нашу жизнь посредством пользовательских продуктов, созданных с помощью методов искусственного интеллекта. Построение систем машинного обучения является на сегодняшний день одной из самых популярных, актуальных и современных областей человеческой деятельности на стыке информационных технологий, математического анализа и статистики.

Данные представляют собой основу машинного обучения. Корректность их формирования и подачи напрямую влияет на результат машинного обучения.

Машинное обучение – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является обучение в процессе применения решений большого количества сходных задач [1]. Выбор данных напрямую зависит от предметной области, для которой разрабатывается проект. Наборы данных для машинного обучения можно использовать готовые или извлекать из различных источников.

Библиотека SQLAlchemy языка Python позволяет пользователю связать программный код с наиболее распространенными типами баз данных. Данная библиотека может использоваться для просмотра таблиц, написания запросов. Для привязки к базе данных необходим URL адрес ресурса с идентификационными данными.

Помимо извлечения данных непосредственно из баз данных, существует возможность создания датасетов из информации, расположенной на веб-страницах в интернете. Скрапинг используется для загрузки данных с веб-сайтов и извлечения необходимой информации с их страниц. Существует множество библиотек Python, применимых для этого. Одной из таких библиотек является BeautifulSoup.

Кроме того, для формирования наборов данных применяется API – программный интерфейс приложения. С позиции извлечения данных это веб-система, обеспечивающая конечную точку данных, связь с которой осуществляется при помощи программирования. При использовании данного метода извлечения данных, результатом являются файлы в формате JSON или XML.

Вне зависимости от выбранного метода сбора данных, в большинстве случаев записи в таблицах содержат недостающие значения, требующие заполнения. Наиболее часто это встречается при создании датасетов путем извлечения данных из реляционных баз данных и прочих ресурсов.

Для устранения недостающих значений наиболее распространенными методами являются:

- замена нулевым значением;
- замена средним (медианным) значением;
- удаление всей записи, содержащей пустое значение;
- применение регрессии;
- интерполяция;
- экстраполяция.

Выбор того или иного метода зависит от рода информации, о которой отсутствует запись.

Для наиболее эффективной проверки данных, исключаящей гипотезы, навязанные данными, применяется перекрестная проверка (кросс-валидация).

Перекрестная проверка — метод оценки аналитической модели и её поведения на независимых данных. При оценке модели имеющиеся в наличии данные разбиваются на k частей. Затем на $k - 1$ частях данных производится

обучение модели, а оставшаяся часть данных используется для тестирования. Процедура повторяется k раз. В результате каждая из частей данных используется для тестирования [2]. Таким образом, оценка эффективности выбранной модели получается с наиболее равномерным использованием имеющихся данных.

Нормализация – это процесс структурирования модели данных, обеспечивающий связность и отсутствие избыточности. Целью нормализации реляционной базы данных является устранение недостатков структуры базы данных, приводящих к различным аномалиям и нарушениям целостности данных. Процесс проектирования баз данных с использованием метода нормальных форм заключается в последовательном переводе отношения из первой нормальной формы в нормальные формы более высокого порядка по определенным правилам. Каждая следующая нормальная форма ограничивается определенным типом функциональных зависимостей и устранением соответствующих аномалий при выполнении операций над отношениями базы данных, а также сохранении свойств предшествующих нормальных форм.

Таким образом, структуры хранения данных в реляционных БД противоречат условиям применимости алгоритмов машинного обучения. Денормализация, представляющая собой нормализацию данных для машинного обучения, является достаточно сложной задачей, требующей сбора, пересечения, фильтрации, преобразования и экспорта данных в единственный текстовый CSV-файл.

Рассмотрим исследования по повышению эффективности первого этапа машинного обучения по данным, хранящимся в реляционных БД. На данном этапе данные для анализа загружаются в систему управления базами данных (СУБД) через процесс ETL для создания единой базы данных для анализа, которая называется витриной данных. Далее осуществляется выделение функциональных характеристик на основе реляционных данных.

ETL – (от англ., *Extract, Transform, Load*, дословно «извлечение, преобразование и загрузка») – это один из основных процессов в управлении информационными хранилищами. В процессе ETL данные собираются из различных баз данных и загружаются в одну СУБД для создания витрины данных. Рассмотрим несколько исследований, посвящённых различным вариантам сокращения времени ETL.

Одной из технологий является *Lightweight index*, что дословно переводится как «лёгкий индекс», которая имеет намного более низкую стоимость проектирования по сравнению с обычными индексами, такими как *B-Tree*. Немецкий профессор Гидо Моеркотт [3] предлагает так называемые *Small Materialized Aggregates* (дословно, малые материализованные агрегаты), которые горизонтально разбивают таблицу на вспомогательные таблицы, вычисляет необходимые параметры, в частности, минимальное и максимальное значения каждого столбца во вложенной таблице, и сохраняет

эти параметры в заголовке файла. Эти простые действия позволяют СУБД оценивать предикаты диапазона только путем проверки статистики.

Еще одним направлением работы является так называемая локальная (от англ., *In-situ Processing*), которая позволяет аналитикам запрашивать необработанные данные напрямую, не загружая данные в системы баз данных, обеспечивая мгновенный анализ данных. NoDB является одной из технологий в этом направлении, которая позволяет мгновенно анализировать данные, достигая при этом высокой производительности обработки запросов, создавая индексы, которые называют «позиционными картами» на необработанных данных. Манос Карпатиотакис [4] и его швейцарские соавторы предложили высокопроизводительную систему обработки на месте, называемую «RAW», которая строит внутреннюю структуру табличных данных на основе необработанной информации.

Помимо изучения технологий индексации, существуют также исследования по улучшению других показателей ETL, например, удаление данных (от англ., *Data Elimination*). Различные подходы к удалению данных позволяют сократить объем данных, подлежащих загрузке с использованием метаданных. Нидерландский учёный Ягиз Каргин с соавторами предложили так называемую Lazy ETL, которая исключает объем загружаемых данных, используя метаданные, присоединенные к файлам формата flat [5].

В процессе выделения характеристик производится разработка функций, позволяющих вычислить прогнозируемые значения показателей путем преобразования таблицы в витрине данных. Как правило, на этом этапе происходит написание значительного количества SQL-запросов, при помощи которых производится вычисление значений функций, основанных на имеющейся информации о предметной области.

В качестве примера данного процесса приведен фрагмент базы данных магазина бытовой техники, представленный на рис. (см. ниже) При помощи истории покупок, представленной в связанных таблицах «Покупатель», «Товар», «Покупка», можно выделить характеристики покупателя, влияющие на рекомендуемые ему товары.

Для расчёта средней цены купленного товара и суммы всех покупок клиента составляется SQL-запрос:

```
«SELECT покупатель.Код 'Покупатель', покупатель.Род_деятельности 'Деятельность', покупатель.Пол, AVG(Цена) 'Средняя цена', SUM(Цена) 'Всего потрачено' FROM покупатель, товар, покупка WHERE покупатель.Код = покупка.Код AND покупка.Артикул = товар.Артикул GROUP BY покупатель.Код».
```

Результат запроса представлен в нижней части рис.

Покупатель					Покупка			
Код	Имя	Фамилия	Род_деят	Пол	Номер	Код	Артикул	Кол_во
100	Иван	Алексеев	Студент	М	301	100	40	1
101	Алиса	Фролова	Парикмахер	Ж	302	101	42	3
102	Никита	Костин		М	303	101	41	1
103	Анна	Иванова		Ж	304	102	44	2
104	Сергей	Смирнов	Школьник	М	305	102	42	1
105	Екатерина	Попова	Студент	Ж	306	103	45	1
					307	103	43	1
					308	104	46	4
					309	105	40	1
					310	105	41	2

Товар		
Артикул	Вид	Цена
40	Игровая приставка	25000
41	Мышь компьютерная	1000
42	Фен	4000
43	Принтер	15000
44	Миксер	800
45	Ноутбук	35000
46	Флеш-накопитель	700

Покупатель	Деятельность	Пол	Средняя цена	Всего потрачено
100	Студент	М	25000	25000
101	Парикмахер	Ж	2500	16000
102		М	2400	5600
103		Ж	25000	50000
104	Школьник	М	700	2800
105	Студент	Ж	13000	55000

Рис. Выделение характеристик при помощи запроса

Кроме того, на вовлеченность покупателя влияет род деятельности, предполагающий потребность в тех или иных видах товаров. Имея информацию об истории покупок, возможно спрогнозировать род деятельности покупателя.

При анализе данных иногда аналитикам нужны не точные, а грубые ответы, которые можно вычислить мгновенно. Для удовлетворения этим требованиям, используются технологии AQP (от англ., *approximate query processing* – приближенная обработка запросов), которые мгновенно вычисляют приблизительные ответы для запроса агрегации.

Создание методов и инструментов для формирования наборов данных в машинном обучении остается актуальной задачей для ученых и инженеров, связанной с наукой о данных. Реляционные базы данных, являясь одним из самых распространенных способов хранения информации, содержат огромное количество данных, которые можно использовать как для создания прогностических моделей, так и для задач кластеризации.

К настоящему моменту произведены различные средства, которые при их комплексном использовании позволяют вычленивть необходимую для машинного обучения информацию, в том числе, из реляционных баз данных. Однако формирование единой методики работы с информацией из реляционных баз данных, которую можно применять без участия экспертов в области науки о данных, создавая при этом качественную модель машинного обучения, остается нерешенной задачей.

Список использованных источников

1. Официальный сайт образовательного портала Towards data science [Электронный ресурс]. URL: <https://towardsdatascience.com/> (дата обращения 17.05.2020).
2. Официальный сайт ресурса Data scientist [Электронный ресурс]. URL: <http://datascientist.one/> (дата обращения 17.05.2020).
3. Moerkotte, G. Small Materialized Aggregates: A Lightweight Index Structure for Data Warehousing. – 1998 – VLDB.
4. Karpathiotakis, M. Adaptive query processing on RAW data. / Karpathiotakis, M., Branco, M., Alagiannis, I., and Ailamaki, A. // 2014 – PVLDB – 7(12):1119–1130.
5. Kargin, Y. Lazy ETL in action: ETL technology dates scientific data. / Kargin, Y., Ivanova, M., and Zhang, Y. // 2013 – PVLDB – 6(12):1286–1289.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры БИС СПбГУТ, кандидатом технических наук Поводайко М. Д.

УДК 372.881.1

М. С. Лещев (студент гр. ИСТ-611, СПбГУТ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕГМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ONLINE-ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

В статье рассматривается разработка сегмента информационной системы online-изучения иностранного языка в корпоративной среде для упрощения методов тестирования, выполнения домашнего задания и организации учебного процесса для приглашенных преподавателей или языковых школ. Для выборов критериев оценивания системы проводится анализ работы студии дизайна и сравнительный анализ систем для изучения иностранных языков.

сегмент, разработка, иностранный язык, дизайн, система изучения языков, метод тестирования, интегрированная модель, коммуникативный метод, модели монетизации, VUEJS.

На текущий момент, с развитием цифровых технологий возникает потребность в постоянном взаимодействии в сети интернет с людьми разной национальности. Для того чтобы обеспечить беспрепятственную коммуникацию необходимо знание иностранных языков.

В настоящее время многие Российские компании в сфере информационных технологий испытывают потребность в увеличении прибыли за счет выхода организации на международный уровень, и сталкиваются с проблемой, когда квалифицированные сотрудники не знают иностранного языка на требуемом уровне. Крупнейший агрегатор по поиску работы в России «HeadHunter» провел опрос среди 614 работодателей и выяснил, что 54 %

из них готовы нанимать на работу потенциальных кандидатов без знания иностранных языков (рис. 1), но при этом с более низкой заработной платой [1].

Классический метод обучения иностранных языков – это занятие с репетитором. Но у этого подхода есть множество недостатков. Яркими недостатками являются плохая организация образовательного процесса на корпоративной площадке предприятия, использование источников информации для проведения занятия в виде бумажных носителей и другие. На помощь приходят информационные системы для изучения иностранного языка.

Для определения требований к проектируемой информационной системе рассмотрим существующие системы в глобальной сети интернет.

В результате изучения выделенных информационных систем выделены следующие особенности каждого из ресурсов. SkyEng строит получение знаний за счет постоянного взаимодействия с преподавателем через видео связь. Lingualeo используют в своей основе игровую механику, а duolingo построен на принципе краудсорсинговых переводов [2, 3].

В таблице представлен сравнительный анализ информационных систем. Если в системе присутствует необходимый функционал, то в ячейке таблицы ставиться знак «+», в противном случае – знак «-».

ТАБЛИЦА. Обзор сервисов изучения иностранного языка

Сервис	LinguaLeo	SkyEng	Duolingo
Платные функции	Подписка или условно-бесплатный доступ	Покупка занятий	Бесплатный доступ/Подписка
Требуемый уровень знаний	Начальный	Начальный	Начальный
Структурированная методика обучения	Нет	Да	Да
Видеоматериалы	Частично	Частично	Нет
Пользовательский контент	Нет	Нет	Нет
Погружение в среду	Нет	Да	Нет
Тренировка письма	Да	Да	Да
Наличие форма	Да	Нет	Да
Мотивация пользователя	Питомец	Рейтинг	Похождение пути
Наличие словаря	Да	Да	Нет
Поддержка корпоративное обучение	Нет	Да	Нет

Готовы ли работодатели взять кандидата, который подходит по требованиям, но не знает иностранного языка?

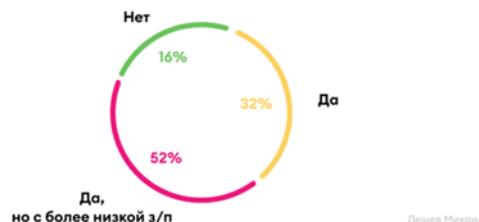


Рис. 1. Опрос работодателей от «Head Hunter»

Стоит отметить, что только у skyeng имеется возможность организации корпоративного обучения, но при этом отсутствует возможность внедрения в нее конкретного преподавателя вне этого сервиса. В ходе анализа и совокупности ряда недостатков платформ появляется потребность в разработке собственной системы. Основным недостатком является организация корпоративного обучения, так как упомянутые платформы данным функционалом не обладают вовсе или имеют ряд ограничений в этом моменте. Остальные недостатки можно увидеть на слайде.

В основу используемых технологий при разработке является программный язык JavaScript и фреймворк vue.js.

Перед этапом разработки проведено проектирование интерфейса и визуального стиля будущего сегмента ИС. Спроектирован уникальный логотип и цветовые решения, представленные на рис. 2.



Рис. 2. Цветовая палитра и логотип сервиса «Lavian»

В самом начале работы пользователя с системой, пользователь проходит процедуру регистрации. Для проверки пользователя, необходимо ввести код приглашения, который выдается преподавателем. С помощью этого этапа формируются базовые настройки личного кабинета ученика, например, язык интерфейса в системе (рис. 3).

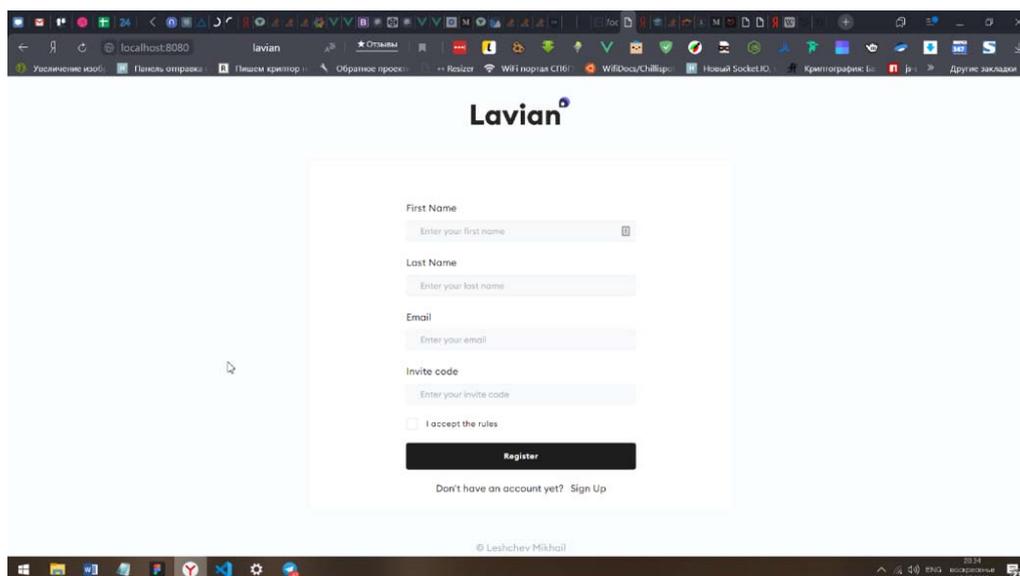


Рис. 3. Страница регистрации

В результате регистрации или авторизации пользователю предоставляется основной экран со списком задач. Благодаря этому он может отслеживать статус выполненных тестовых или домашних заданий. В случае если задание выполнено, указывается количество баллов, которые набрал пользователь. А если пользователю только предстоит выполнить задачу, указывается конечная дата, до которой нужно ее выполнить (рис. 4).

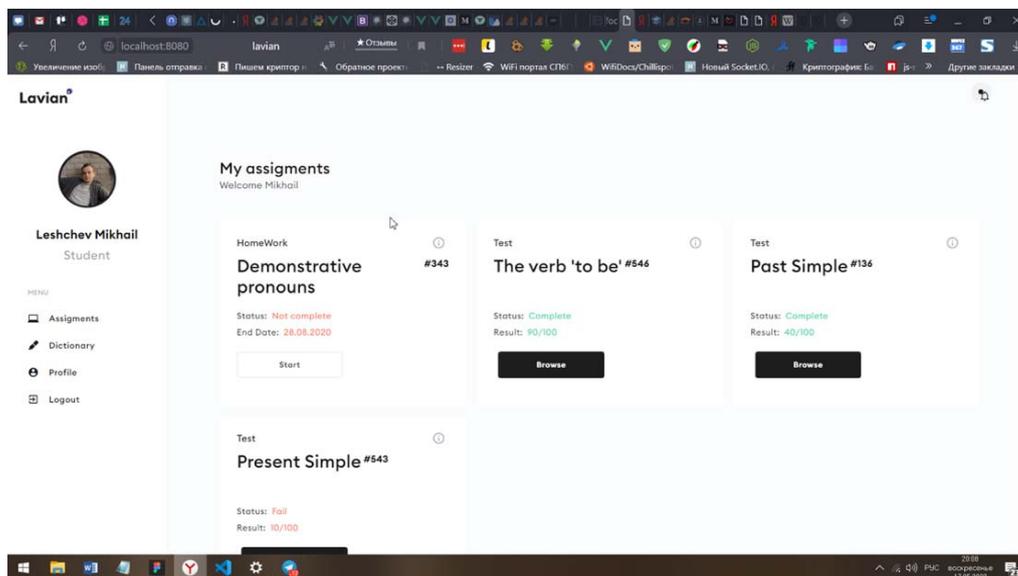


Рис. 4. Личный кабинет ученика

После выбора задачи пользователю предлагается выбрать тестовое задание, где из множества представленных вариантов, ученику необходимо выбрать правильный (рис. 5).

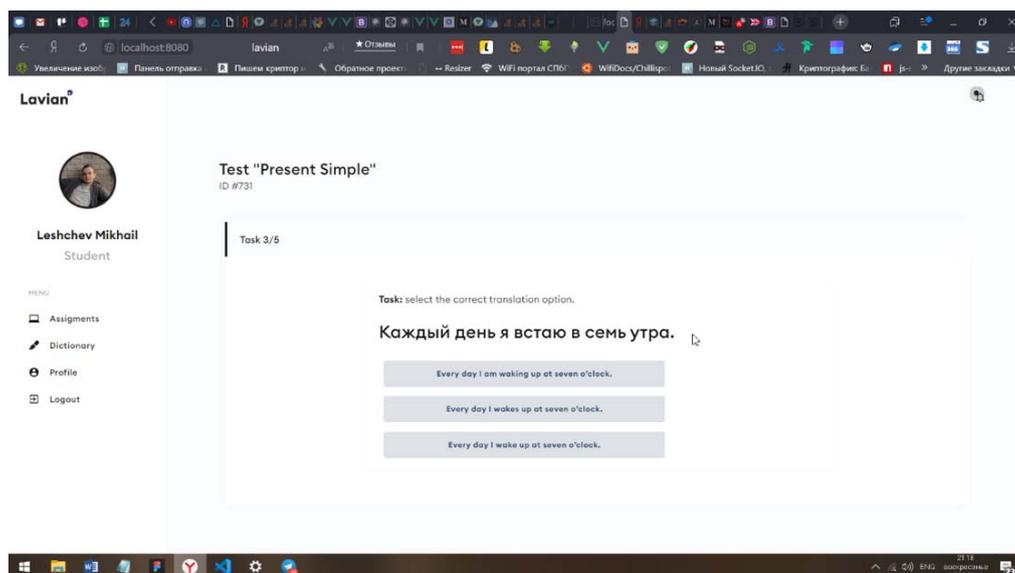


Рис. 5. Экран проведения тестирования

После разработки системы проведено комплексное тестирование (рис. 6), которое показало, что система готова к внедрению в компании для организации обучения иностранному языку.

```
PS C:\Users\Lesh\Desktop\DIPLOM LESHCHEV\lavian> npm test
> Tavian@1.0.0 test C:\Users\Lesh\Desktop\DIPLOM LESHCHEV\lavian
> npm run unit
> Tavian@1.0.0 unit C:\Users\Lesh\Desktop\DIPLOM LESHCHEV\lavian
> jest --config test/unit/jest.config.js --coverage
[ ] Deprecation Warning:
  Option "mapCoverage" has been removed, as it's no longer necessary.
  Please update your configuration.
  Configuration Documentation:
  https://facebook.github.io/jest/docs/configuration.html
[PASS] test\unit\specs\check.spec.js
  Страница авторизации
    ✓ проверка пользовательских сценариев" (9ms)
    ✓ проверка прогруженности элементов (4ms)
    ✓ проверка взаимодействия с API (2ms)
  Страница регистрации
    ✓ проверка пользовательских сценариев" (2ms)
    ✓ проверка прогруженности элементов (4ms)
    ✓ проверка взаимодействия с API (2ms)
  Личный кабинет
    ✓ проверка пользовательских сценариев" (2ms)
    ✓ проверка прогруженности элементов (5ms)
    ✓ проверка взаимодействия с API (7ms)
  Процесс тестирования
    ✓ проверка пользовательских сценариев" (2ms)
    ✓ проверка прогруженности элементов (7ms)
    ✓ проверка взаимодействия с API (2ms)
Running coverage on untested files..._
```

Рис. 6. Результат модульного тестирования

В результате разработанный сегмент информационной системы online-изучения иностранного языка позволяет преподавателю формировать задания для проведения тестирования в компании студии дизайна. Благодаря модульности разработанной информационной системы, существует возможность наращивания функциональных групп, позволяя выходить за рамки использования в конкретных организациях и интегрируя поддержку различных сфер экономики и иностранных языков.

Список использованных источников

1. Иностраный язык: знать или не знать? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spb.hh.ru/article/933> (дата обращения 08.04.2020).
2. Интервальное повторение иностранных слов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/246459/> (дата обращения: 19.04.2020).
3. Обзор: Мой опыт изучения английского со Skyeng [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kolesnik.ru/2017/english-skyeng/> (дата обращения: 19.04.2020).

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ИУС СПбГУТ Котловой М.В.*

УДК 004.032.26

И. В. Маслаков (студент гр. ИСМ-81з, СПбГУТ)

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПУТЕМ КОРРЕКЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

Предложен метод повышения точности нейронной сети, основанный на использовании процедуры динамической коррекции обучающей выборки. Представлена реализация архитектуры сети на языке Python. Приведено описание результатов экспериментальной апробации метода, для повышения обобщающей способности сети.

нейронная сеть, обучающая выборка, классификация, распознавание образов.

Классификация изображений представляет собой сложный процесс, на который влияют многие факторы. Точность сети классификации, в значительной степени зависит от качества данных, на которых производится обучение и настройка модели, поэтому в процессе обучения важным шагом является этап подготовки данных (*Data Preparation*), с последующей его очисткой (*Data Cleaning*) от выбросов. Собранные данные далеко не всегда готовы для обучения нейронной сети, необходима их нормировка и коррекция допустимых значений признаков. При этом экземпляры, включающие недопустимые значения (выбросы), должны быть удалены из обучающей выборки для того чтобы модель не переобучалась, и подготовленная сеть работала с максимальной точностью в процессе ее эксплуатации.

Представленный метод подготовки данных заключается в итеративном подходе к поиску выбросов в исходном наборе данных и схож с метрическим алгоритмом STOLP. Исследуемая выборка разделяется на K частей, одна из которых служит в качестве тестовой (*test sample*), в которой производится поиск выбросов путем оценки степени принадлежности к генеральной совокупности, остальной набор данных используется в качестве обучающей выборки (*training sample*), по которой производится обучение и настройка нейронной сети. Экземпляры, на которых обученная модель в меньшей степени уверена, исключаются из набора данных. При этом на каждой итерации производится повторное обучение модели.

Результатом подготовительного этапа является очищенный от выбросов и шумов набор нормализованных данных. с явно выраженными признаками и пригодный для обучения модели.

Для проведения эксперимента была подготовлены синтетические наборы данных двух классов в двумерном пространстве признаков представленные на рис. 1. В основе подхода лежит идея о том, что плотность

выше в тех точках, рядом с которыми находится большое количество объектов выборки.

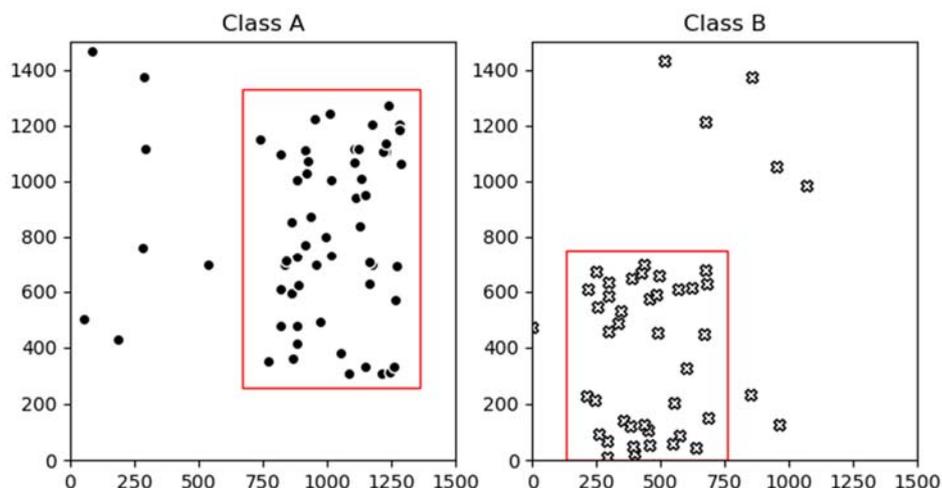


Рис. 1. Наборы данных двух классов содержащие выбросы

Области, помеченные красным – результат работы кластеризации произведенной нейронной сетью. Для оценки схожести экземпляра с эталонным опорным множеством применяется коэффициент корреляции – метрический показатель [1], который измеряет степень, с которой исследуемый экземпляр связан друг с другими экземплярами исследуемого класса и принимает значения в диапазоне от 1 до -1 (рис 2).

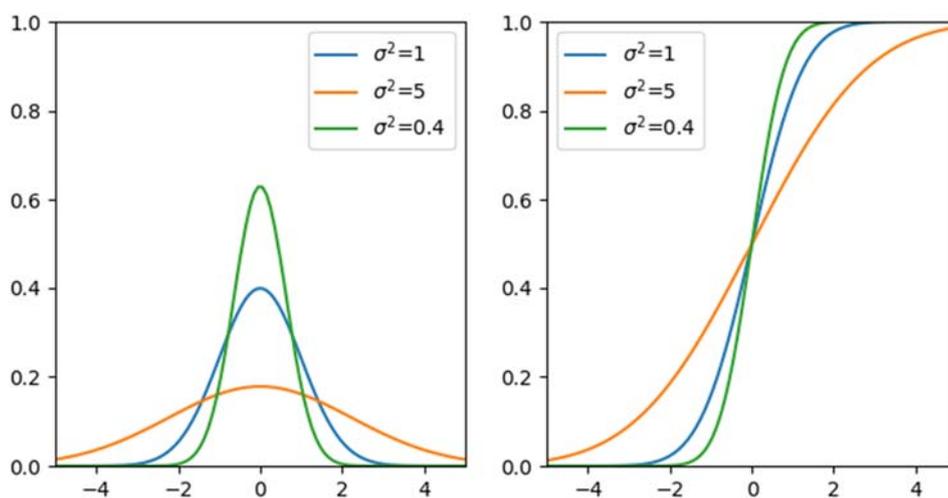


Рис. 2. Функция распределения

Представленный ниже модифицированный алгоритм STOLP начинает с отсева выбросов. Из выборки X^l исключаются все объекты x_i с отступом $M(x_i, X^l)$, меньшим заданного порога δ .

Вход:

- X^l обучающая выборка;
- δ порог фильтрации выбросов;

ℓ_θ допустимая доля ошибок;

Выход:

Множество опорных объектов $\Omega \subset X^\ell$;

для всех $x_i \in X^\ell$ проверить, является ли x_i выбросом:

если $M(x_i, X^\ell) < \delta$ то

$X^{(\ell-1)} := X^\ell \setminus \{x_i\}$; $\ell := \ell - 1$;

Инициализация: взять по одному эталону от каждого класса:

$\Omega := \{\operatorname{argmax} M(x_i, X^\ell) \mid y \in Y\}$;

$x_i \in X_{y^\ell}$

пока $\Omega \neq X^\ell$;

Выделить множество объектов, на которых алгоритм $a(u; \Omega)$ ошибается:

$E := \{x_i \in X^\ell \setminus \Omega : M(x_i, \Omega) < \theta\}$;

если $|E| < \ell_\theta$ то

ВЫХОД;

Присоединить к Ω объект с наименьшим отступом:

$x_i := \operatorname{argmin} M(x, \Omega)$; $\Omega := \Omega \cup \{x_i\}$;

$x \in E$

Несмотря на относительно низкую эффективность, описанный алгоритм, с учетом оптимизаций, может применяться на этапе очистки данных. Для повышения эффективности, в ходе эксперимента по оценке предложенного подхода, была использована нейронная сеть на основе – ResNet-18 (рис. 3) [2].

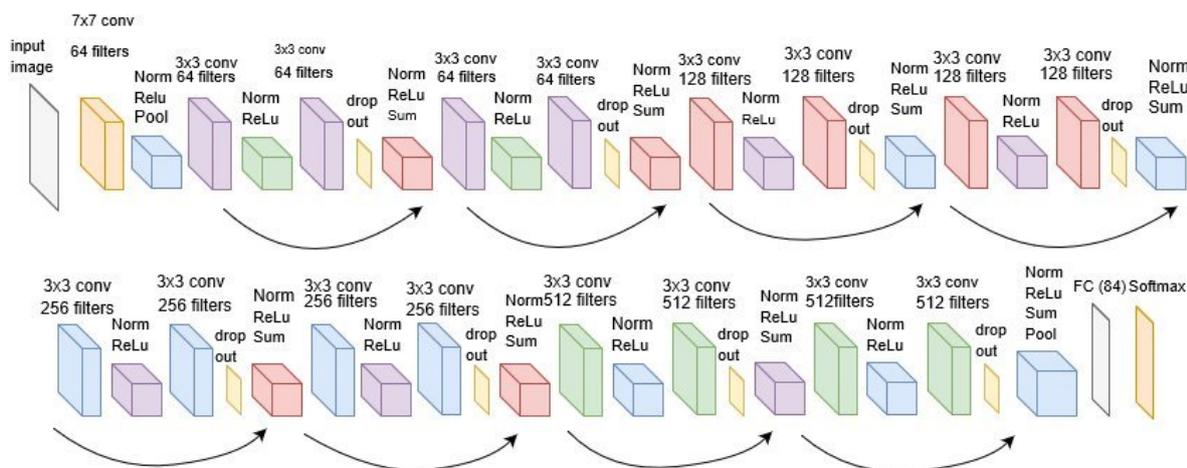


Рис. 3. Архитектура сети ResNet-18

С целью снижения вычислительных расходов и повышения эффективности, веса сети ResNet-18 загружались в виде готовых коэффициентов, полученных на датасете ImageNet, при этом все слои замораживались кроме последнего полносвязного слоя, который был дополнительно обучен на данных целевой задачи.

Ниже представлен фрагмент кода нейронной сети:

```
# создание модели с предварительно рассчитанными весами
model = models.resnet18(pretrained=True)

# запрет изменения весов модели
for param in model.parameters():
```

```

    param.requires_grad = False

model.fc = torch.nn.Linear(model.fc.in_features, 2)
loss = torch.nn.CrossEntropyLoss()
optimizer = torch.optim.Adam(model.parameters(), lr=1e-2)
scheduler = torch.optim.lr_scheduler.StepLR(optimizer, step_size=7, gamma=0.1)

def train(model, loss, optimizer, scheduler, num_epochs):
    for epoch in range(num_epochs):
        print('Epoch {}/{}'.format(epoch, num_epochs - 1), flush=True)
        for phase in ['train', 'validate']:
            ptrain(phase)
            print('{} Loss: {:.4f} Acc: {:.4f}'.format(phase, epoch_loss, e_acc))
    return model

train(model, loss, optimizer, scheduler, num_epochs=21)

```

Результатом работы нейронной сети является разбиение обучающей выборки на две категории: выбросы и эталонные экземпляры класса. При итеративном обучении модели, в случае, когда количество эпох $E = 21$, выбросы корректно классифицировались в 99,37 % случаев, а для количества эпох $E = 10$, лучший результат распознавания выбросов составил 97,7 %.

Выводы

Подводя итог, следует отметить, что использование репрезентативных данных обучения может помочь классификатору получить более точные и надежные результаты. В данной работе применен метод повышения точности нейронной сети, основанный на использовании модифицированного алгоритма STOLP в качестве процедуры динамической коррекции обучающей выборки. Примененный метод дал улучшение точности классификации на несколько процентов, относительно обучающей выборка не подвергавшейся предварительной нормировке, как на синтетических, так и реальных данных.

Список использованных источников

1. Воронцов К. В. Комбинаторный подход к оценке качества обучаемых алгоритмов // Математические вопросы кибернетики / Под ред. О. Б. Лупанов. М. : Физматлит, 2004. Т. 13. С. 5–36.
2. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. Deep residual learning for image recognition. arXiv preprint arXiv:1512.03385, 2015.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, с.н.с. Филипповым Ф. В.

УДК 004.652

А. А. Митина (студентка гр. ИСТ-822, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ИС АПТЕКИ В СРЕДЕ ORACLE SQL DEVELOPER НА ЯЗЫКЕ SQL

Темой данной работы является разработка ИС аптеки в среде Oracle SQL Developer на языке SQL. Данная цель преследует за собой разработку следующих этапов: написание предметной области, с помощью которой можно построить инфологическую и физическую модели. Дальнейшим этапом является администрирование базы данных интегрированной средой разработки на языке SQL, проверка на работоспособность, а также создание запросов.

база данных, предметная область, инфологическая модель, физическая модель, информационная система, датологическое проектирование, нормализация, запрос.

Автоматизированная информационная система или база данных представляет собой совокупность самостоятельных материалов (таблицы, формы, запросы и т. д.), систематизированных в интерфейс таким образом, чтобы в удобном и понятном для пользователя виде с помощью ЭВМ осуществлялся поиск, обработка и вывод информации [1].

Актуальность темы обусловлена необходимостью создания удобного и недорогого сервиса для работников аптек, которые изготавливают лекарства по рецепту.

Целью работы является, благодаря разработанной информационной системе, значительное повышение работоспособности аптеки, уменьшения времени на изготовление лекарств, а также увеличение процента здоровья покупателей. Информационная система аптеки позволяет получать быстрый доступ к данным. Многие процессы становятся автоматизированными и проблема недостающих медикаментов и большого времени практически не возникает.

Первым этапом является описание предметной области, которая представлена на рис. 1.

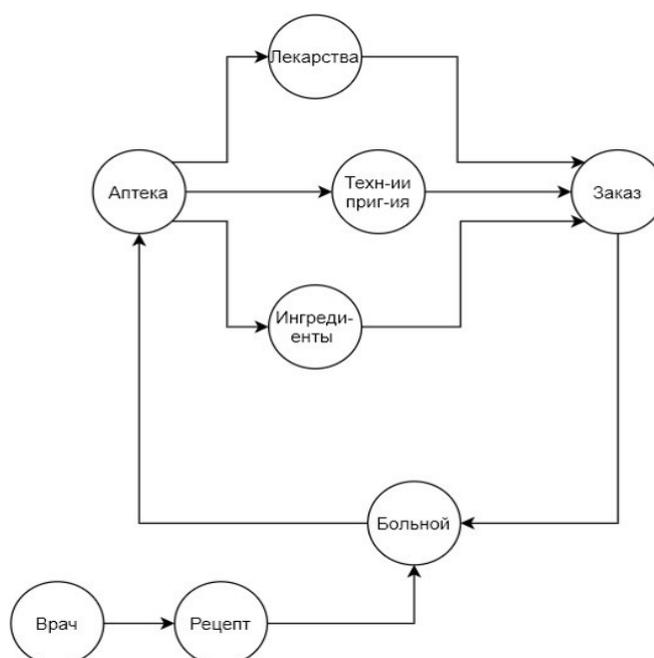


Рис. 1. Предметная область

Данная база данных разрабатывается на основе одной аптеки.

Аптека продает лекарственные препараты. Один из ее отделов изготавливает лекарства по рецептам. Одно и то же лекарство может быть представлено в разных формах – микстуры, мази, растворы, настойки, порошки.

Лекарства различны по технологии приготовления.

В аптеке существует справочник технологий приготовления, в котором указываются: идентификационный номер технологии, название лекарства и сам способ приготовления – смешивание, отстаивание, фильтрация. В рамках одной технологии могут использоваться несколько способов приготовления.

Для изготовления аптекой лекарства больной должен принести рецепт от лечащего врача. На каждый лекарственный препарат выдается отдельный рецепт, в котором должны быть указаны: ФИО врача, ФИО, возраст количество лекарства.

Больной отдает рецепт регистратору, который принимает заказ и ингредиенты для его изготовления резервируются на складе для изготовления лекарства больного.

В назначенное время больной приходит и по тому же рецепту получает готовое лекарство.

Ссылаясь на предметную область, можно построить инфологическую модель. Она позволяет определить структуру, сущности, атрибуты и связи будущей информационной системы. Анализ значений атрибутов показывает, что в модели имеется несколько типов данных: текстовые, логические, числовые, дата/время. Это нужно для того, чтобы представить нашу базу данных в виде инфологической, или физической модели [1].

Таблицы связаны идентифицирующими (прямая линия) и неидентифицирующими связями (пунктир). Идентифицирующие связи включают в себя понятие зависимых и независимых сущностей, обеспечивающихся типом отношения, которое связывает два объекта. Неидентифицирующие отношения, также связывают родительский объект с дочерним объектом. Неидентифицирующие связи используются, чтобы показать другую миграцию атрибута-(ов) внешнего ключа – переход в область данных дочернего объекта.

Логическая модель – это версия модели, которая представляет все логические требования организации. Прийти к логической модели данных можно путем нормализации отношений. Этот процесс также осуществляется для устранения избыточности информации. Текущие таблицы необходимо привести к 3 нормальной форме, где каждый неключевой атрибут не зависит от первичного ключа [1].

Цель физической модели – предоставить администратору базы данных достаточную информацию для создания эффективной физической базы данных. Для физической модели указываются типы и размерность данных.

Для удобного и быстрого доступа к нужной информации, а также расчету необходимых значений используется операция запросов, которая

осуществляется на языке SQL. Это структурированный язык запросов к реляционным базам данных. На этом языке можно формулировать выражения (запросы), которые извлекают требуемые данные, модифицируют их, создают таблицы и изменяют их структуры, определяют права доступа к данным и многое другое. В результате проделанной работы была построена реляционная модель базы данных в Oracle SQL Developer (рис. 2) [2].

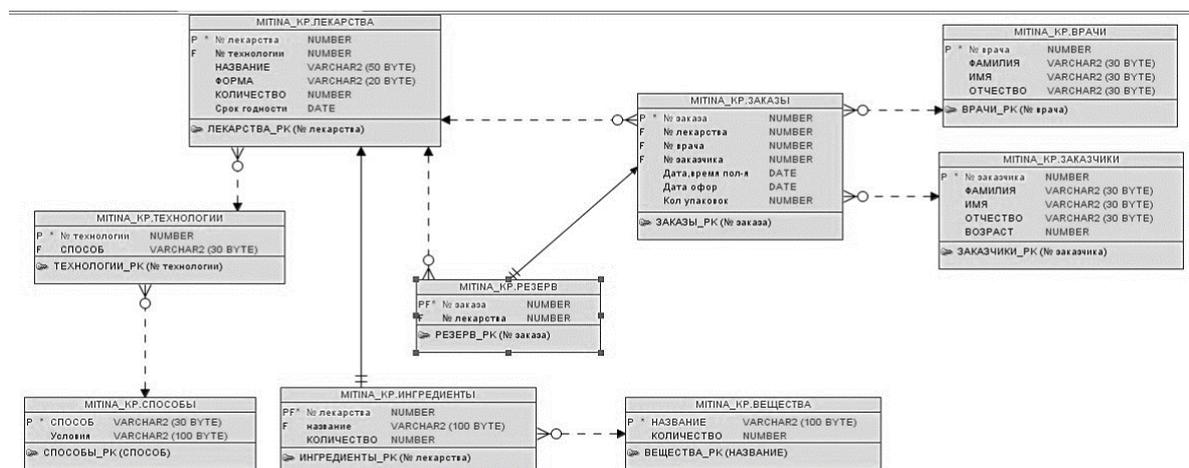


Рис. 2. Реляционная модель базы данных

В заключении, можно подвести итог. Подводя итоги, можно сказать, что была разработана ИС аптеки в Oracle SQL Developer на языке SQL, которая включает в себя все необходимые компоненты, а именно таблицы, связи, запросы и элементы, которые способствуют наиболее полному ее использованию.

Также система позволяет защищать данные, разграничить пользовательский доступ.

Задача СУБД – разрешить просмотр, создание и модификацию информации только тем, кто имеют на это право, что осуществляется через:

- идентификацию;
- создания уникального имени пользователя (логина) и пароля.

Список использованных источников

1. Липанова И. А. Управление данными: конспект лекций. – СПб. : СПбГУТ, 2016. – 43 с.
2. Обзор основных SQL запросов: [Электронный ресурс]. URL: <https://itvdn.com/ru/blog/article/m-sql>

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры БИС СПбГУТ Андриановой Е. Е.*

УДК 004.62

В. Д. Мульдт (студент гр. ИСТ-611, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

В статье рассматривается разработка системы для людей с сахарным диабетом, которая позволяет генерировать блюда на основе выбранных рецептов и рассчитывать количество хлебных единиц рецепта и каждого отдельного ингредиента. Для выбора критериев оценивания системы проводится сравнительный анализ систем с функционалом подбора блюд.

сахарный диабет, наилучшие сочетания, генерация блюда, расчет хлебных единиц, мобильное приложение, наилучшие сочетания ингредиентов, foodpairing api, модель нахождения сочетаний.

Актуальность разработки данной системы заключается в увеличении количества людей с сахарным диабетом. Так, на 2019 год данная цифра составляет около 500 миллионов человек (рис. 1) и имеет тенденцию роста. К 2045 году данная цифра может достигнуть 700 миллионов [1].

В данной работе рассматривается разработка информационной системы для людей с сахарным диабетом, которая позволит генерировать блюда и рассчитывать количество хлебных единиц (ХЕ) [2].

Для людей с сахарным диабетом крайне необходимо правильно подбирать и сочетать ингредиенты между собой, чтобы количества употребляемых усваиваемых углеводов не превышала вводимую дозу инсулина перед едой, установленную лечащим врачом. Формула (1) представляет собой формулу расчета хлебных единиц:

$$ХЕ = \frac{\text{кол. — во углеводов в 100 г.} * \text{вес продукта}}{100 \text{ г.}}, \quad (1)$$

Для определения требований к проектируемой информационной системе рассмотрим существующие информационные системы в глобальной

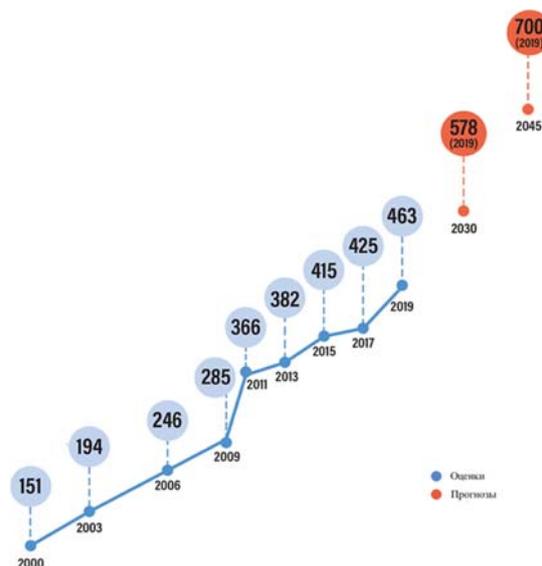


Рис. 1. Статистика увеличения количества людей с сахарным диабетом

сети интернет. Поиск информационных систем для людей с сахарным диабетом с функцией подбора блюда выполнен как на отечественном, так и на зарубежном рынке для увеличения количества результатов.

В результате изучения выделенных информационных систем выделены следующие критерии для сравнительного анализа: возможность выбора блюда, возможность выбора ингредиентов, в подробном описании рецепта блюда указано время приготовления, возможность регулирования количества используемых ингредиентов порционно, состав микроэлементов (белки, жиры, углеводы), а также указаны хлебные единицы.

В таблице представлено сравнение информационных систем на основе выделенных критериев. Если в системе присутствует необходимый функционал, то в ячейке таблицы ставиться знак «+», в противном случае – знак «-».

ТАБЛИЦА. Сравнение аналогов информационных систем

Ресурс	Критерии					
	Выбор блюда	Выбор ингредиентов	Время приготовления	Регулирование ингредиентов	Микроэлементы	ХЕ
«Еда»	+	+	+	+	+	-
«Поваренок.ру»	+	+	-	+	-	-
Plant Jammer	+	+	-	+	+	-
Epicurious	+	-	+	+	-	-
Diabetes-FoodHub	+	+	+	-	+	-

Ни одна из представленных систем не работает с таким определением, как ХЕ и не позволяет вести их расчёт, что является затруднительным для пользователя и ему приходится самостоятельно вручную рассчитывать данный параметр на основе количества углеводов. В результате принято решение о разработке системы, которая позволит рассчитывать количество ХЕ и поможет пользователю.

В 2017 году компания Foodpairing представила базу ингредиентов и сочетаний между ними, которая помимо всего прочего предоставляет информацию о количестве углеводов в ингредиенте [3]. На основе данной информации появляется возможность разработки системы расчета ХЕ.

Также компания предоставляет доступ к сети вкусов, которая определяет наилучшие вкусовые сочетания между ингредиентами.

Работа пользователя начинается с экрана выбора блюда (рис. 2).

Далее пользователю предоставляется возможность выбора базовых основных ингредиентов (их количество зависит от типа выбранного блюда),

после данного шага, пользователь выбирает ингредиенты, которые являются наилучшими сочетаниями (рис. 3).

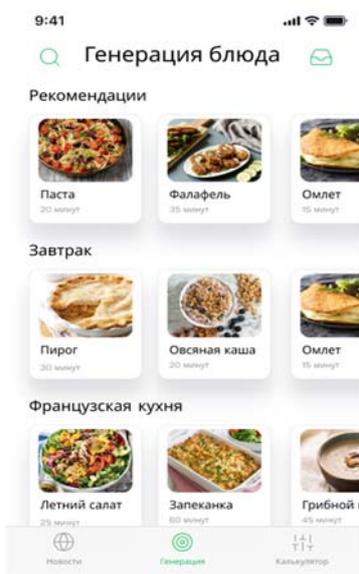


Рис. 2. Экран выбора блюда

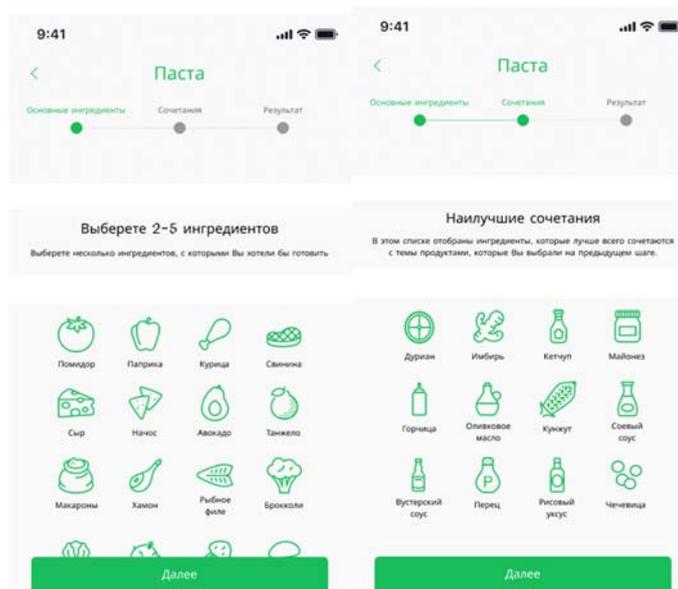


Рис. 3. Экраны выбора ингредиентов

В результате система генерирует и предлагает пользователю рецепт с выбранными ранее ингредиентами. Вместе с рецептом предлагается карточка с разграммовкой каждого ингредиента и рассчитанным количеством хлебных единиц (рис. 4).

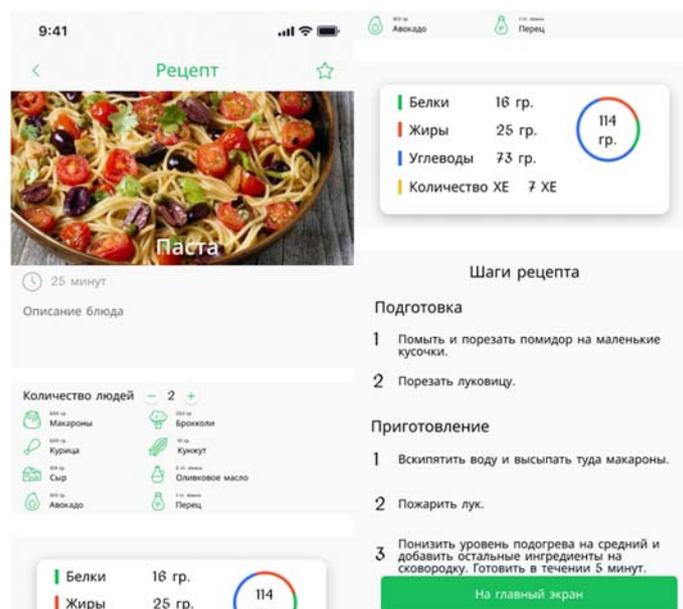


Рис. 4. Результат генерации и расчета ХЕ

Для изменения такого параметра, как ХЕ, предусмотрен функционал, где в режиме реального времени пользователь может изменять количество

грамм выбранного ингредиента и видеть, как изменяется количество ХЕ (рис. 5).

В результате сохранения изменений происходит перерасчет весового параметра всех остальных ингредиентов и общего количества ХЕ (рис. 6).

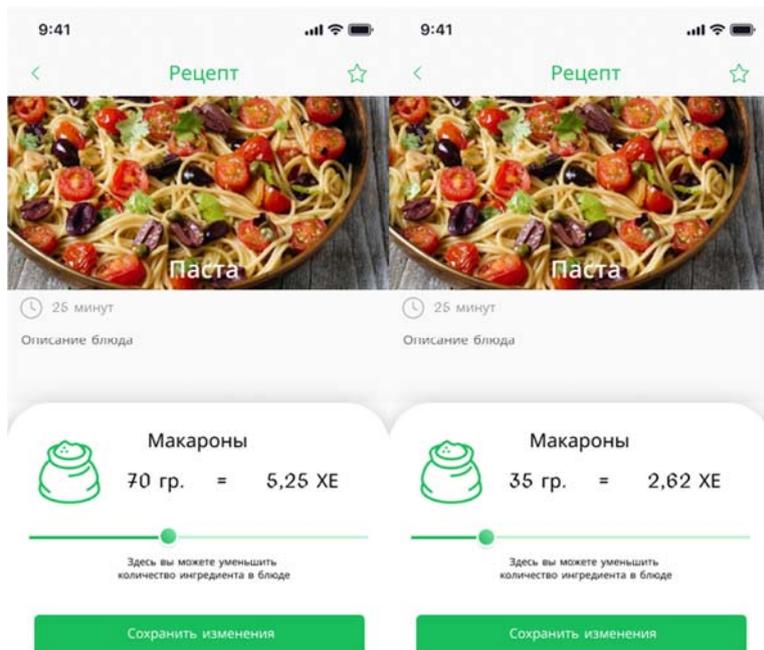


Рис. 5. Изменение количества ХЕ

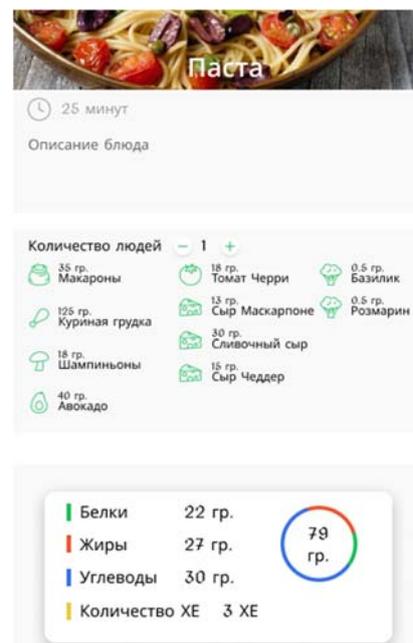


Рис. 6. Результат изменения параметров рецепта

В результате разработанная информационная система позволяет рассчитывать количество хлебных единиц, с возможностью выбора различных ингредиентов определенного блюда. В рамках развития данной системы возможно добавление функционала новостей, калькулятора хлебных единиц, личного кабинета, модуля избранных блюд.

Список использованных источников

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 9th ed. // Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2019. – 176 с.
2. Как считать ХЕ при сахарном диабете 1 и 2 типа? [Электронный ресурс]. URL: <https://diamarka.com/blog/sovety-pokupatelyam/kak-schitat-khe-v-lyubimykh-blyudakh/> (дата обращения 17.05.2020).
3. Foodpairing API. [Электронный ресурс]. URL: <https://developer.foodpairing.com> (дата обращения 17.05.2020).

Статья представлена научным руководителем, старшим преподавателем кафедры ИУС СПбГУТ Котловой М. В.

УДК 004.9(075)

А. Ю. Осипова (студентка, СПбГУТ)

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДИЗАЙНА ПОМЕЩЕНИЙ

В статье проанализированы направления развития и возможности информационных систем планирования помещений.

планирование помещений, пользовательский интерфейс, функция, кнопка.

Дизайн интерьера – один из самых важных вопросов любого человека, у которого есть собственное жилье. В силу своей занятости или материального положения, многие люди не уделяют должного внимания интерьеру. В то время как именно расположение мебели, ее тип и цветовая гамма оказывают воздействие на человека. Создание в помещении положительно настроенной атмосферы – одна из главных задач дизайна интерьера.

Так как не все люди имеют возможность воспользоваться услугами профессионального дизайнера, существуют программы для планирования помещений, рассчитанные на пользователей, не имеющих специальных знаний в области дизайна.

Программа для дизайна интерьера – это библиотека, включающая инструменты для создания помещений различного типа. Работа в онлайн-сервисе планирования помещений строится следующим образом [1]:

- чертеж плана помещения по заданным параметрам;
- выбор отделочных материалов по цвету и текстуре;
- расстановка предметов мебели и предметов интерьера;
- визуализация проекта в 3D-изображении;
- выявление недостатков и их коррекция;
- расчет стоимости материалов.

Инструментальная среда планировщиков интерьера включает в себя простые в управлении инструменты, позволяющие создавать эстетичные и удобные с точки зрения эксплуатации жилого помещения интерьерные композиции. К данным инструментам относятся [2]:

- измерительные и чертежные инструменты (линейка, карандаш, лупа);
- камера для трехмерной визуализации интерьера, позволяющая оценить модель проекта с разных ракурсов и внести изменения;
- библиотека мебели, отделочных материалов с возможностью выбора цвета, текстуры и фактуры покрытия, сантехники, дверных и оконных конструкций, лестниц и ограждений, декоративных украшений;

- библиотеки устройств, предназначенных для организации освещения, обогрева и кондиционирования воздуха;
- опции, позволяющие автоматически выбирать оптимальные для квартир и домов схемы освещения, цветовые темы и мебельные наборы для помещения определенного типа;
- функции сохранения визуализации интерьера в разных форматах (PDF, текстовых документах, видео, чертежах, эскизах с экспликациями).

Расширенный функционал планировщиков интерьера позволяет управлять конкретными объектами на плане:

- подбирать оптимальное месторасположение и изменять угол наклона объектов;
- видоизменять дизайн за счет создания мебельных модулей, подбора орнаментов и узоров для оформления используемых тканей, обоев, стеновых панелей и других атрибутов обстановки;
- устанавливать специальные объекты в комнатах (аквариум, комнатные фонтаны, камины).

Интерфейс онлайн-планировщиков помещений включает в себя рабочее окно, в котором строится план в зависимости от характеристик, устанавливаемых пользователем, и личный кабинет пользователя.

Вверху рабочего окна находится панель, которая может содержать кнопки с функциями открытия ранее созданных планов, входа в личный кабинет, отмены и повторения действия, копирования плана или отдельного объекта, настройки отображения плана и отдельных объектов, печати плана, открытия окна справки, открытия окна настроек.

Справа или слева располагается каталог объектов для строительства, покрытий для стен и пола, мебели.

Помимо каталога на рабочем окне располагается панель управления планом. Она включает кнопки переключения между 2D и 3D режимами представления плана; кнопку, позволяющую отображать план от первого лица; кнопки приближения и отдаления плана, а также изменения угла поворота для просмотра; кнопку размещения плана в центре рабочего окна; кнопку добавления линеек на рабочее окно; кнопки управления планом.

При нажатии на какой-либо предмет, расположенный на плане, может отображаться дополнительная панель, отображающая ширину, глубину, высоту предмета, а также угол поворота и высоту расположения от пола. Также при нажатии на предмет, непосредственно рядом с ним отображаются кнопки управления: переокрасить, скопировать, удалить, повернуть, добавить в избранное.

Личный кабинет пользователя находится на отдельной странице и включает в себя следующие функции:

- сохранение и просмотр снимков планов, сделанных в процессе разработки;

- открытие, удаление, переименование, копирование ранее созданных планов;
- загрузка текстур;
- просмотр объектов, добавленных в избранное;
- создание нового плана;
- просмотр галереи с идеями для планов.

Таким образом, интерфейсы онлайн-планировщиков имеют схожую структуру. Процесс работы в системах протекает в рабочем окне, которое включает все имеющиеся в системе функции. Личный кабинет располагается на отдельной странице и содержит функции, связанные с управлением планами, созданными конкретным пользователем. Планировщики имеют идентичные функции, отличающиеся только расположением в рабочем окне.

Интерфейсы имеют отличия непосредственно в UX/UI-дизайне. В процессе анализа сделан положительный вывод о том, что многие системы имеют минималистичный дизайн и нейтральные цвета интерфейса, что благоприятно влияет на работу пользователя, так как не отвлекает от процесса создания плана и не раздражает зрение.

По результатам исследования информационных систем планирования помещений, выявлены такие недостатки дизайна интерфейсов, как перегруженность интерфейса панелями и кнопками, неоднозначное понимание иконок и кнопок, неудобная работа инструментов для работы с чертежом, некорректное выполнение некоторых функций, отсутствие русскоязычной версии интерфейса, ограниченный набор функций.

Список использованных источников

1. Возможности программы для создания дизайна интерьера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://homius.ru/programma-dlya-dizayna-kvartiryi.html> (дата обращения 08.05.2020).
2. Программы для дизайна интерьера: обзор функциональных возможностей профессиональных инструментов дизайнеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://happymodern.ru/programmy-dlya-dizajna-interjera/> (дата обращения 08.05.2020).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИиКД СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Мусаевой Т. В.

УДК 629.584; 681.518

Н. В. Полпудникова (студентка гр. ИСТ-841м, СПбГУТ)

АЛГОРИТМЫ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

В последнее время технология создания автономного необитаемого подводного аппарата привлекла к себе большое внимание из-за широкого использования в военных и коммерческих применениях. Такое подводное техническое средство нужно для разведки и эксплуатации морских ресурсов, гидрогеологических исследований, инспекции подводных кабелей, обнаружение и разминирование шахт, и наблюдение за безопасностью в гавани и заливах. В докладе проанализированы существующие алгоритмы построения траектории движения автономного подводного аппарата. Показано, что угроза столкновения в условиях высокой неопределенности при движении в подводном режиме является самой насущной. Рассмотрен метод маневра в условиях возникновения ситуации, препятствующей безопасному движению АНПА. Также представлен алгоритм планирования пути в реальном времени для АНПА в неизвестной подводной среде.

автономный необитаемый подводный аппарат; планирование пути; автоматическое перестроение траектории; подводные препятствия; угроза столкновения; безопасность подводного маневрирования; управление движением АНПА.

При эксплуатации АНПА [1, 2] многие проблемы должны эффективно решаться, такие как локализация, планирование пути, обнаружение цели и препятствий. Среди этих проблем планирование пути в реальном времени является основным и необходимым, когда один АНПА или группа из нескольких АНПА выполняет задачу в сложных подводных средах. Задача планирования пути в реальном времени состоит в том, чтобы найти оптимальный или субоптимальный свободный от столкновений быстрый и эффективный путь от начального положения к целевому месту в подводной среде, что является очень трудновыполнимой задачей из-за сложности подводных сред.

Угроза столкновения в условиях высокой неопределенности при движении АНПА в подводном режиме является самой насущной и значимой задачей, поскольку важно выполнять поставленные задания так, чтобы АНПА добрался до цели и без повреждений.

В качестве важного исследовательского аспекта технологий АНПА планирования пути включает в себя сокращение пройденного пути, сокращение времени в пути, сглаживание траектории и сохранение безопасного расстояния до препятствий. Однако научные работы, касающиеся планиро-

вания пути, основаны на препятствиях правильной формы (например, прямоугольник, круг, сфера). На самом деле формы препятствий в большинстве случаев нерегулярны. Кроме того, эти алгоритмы не учитывают ограничения поворота АНПА, включая радиусы поворота и угловые скорости, и поэтому запланированные планы не являются ни плавными, ни трудными для отслеживания АНПА.

В последние десятилетия в планировании пути для автономных подводных аппаратов применялся ряд подходов, таких как алгоритм Дейкстры, алгоритм A^* , алгоритм полярной гистограммы, метод сетки, алгоритм поля искусственного потенциала, метод наведения путевой точки, нечеткий метод подхода, генетический алгоритм и оптимизация роя частиц. Ниже приведены существующие алгоритмы планирования пути движения автономного подводного аппарата:

1. Алгоритм A^* .
2. Алгоритм оптимизации роя частиц.
3. Алгоритм метода погони [3].
4. Алгоритм метода прямого наведения [3].
5. Алгоритм метода наведения в «субточку» [3].

Таким образом, представленные алгоритмы планирования пути движения автономного подводного аппарата лягут в основу создания метода по обеспечению безопасности движения АНПА в подводных просторах мирового океана.

Маневр в условиях возникновения ситуации, препятствующей безопасному движению АНПА, представлен на рис., где $P_s(x_s, y_s)$ – позиция для проектирования временных путевых точек. Текущий курс АНПА (ψ_0) обозначен красной стрелкой; $P_c(x_c, y_c)$ – начальная точка обхода препятствия для АНПА; $P_\omega(x_\omega, y_\omega)$ – временная путевая точка; $P_d(x_d, y_d)$ – пункт назначения; $P_{cl}(x_{cl}, y_{cl})$ – положение конечного рулевого управления; D_o – ближайшее расстояние между АНПА и препятствием при обходе этого препятствия.

Временная путевая точка рассчитывается, когда АНПА столкнется с препятствиями, или, когда АНПА выйдет из безопасного поля маршрута, если техническое средство будет держать текущий угол курса. P_s – место для проектирования временных путевых точек, где расстояние между АНПА и ближайшим препятствием, например, составляет около 60 метров; 1–2 с отводится на время работы алгоритма; P_c – положение АНПА, когда он начинает движение к временной путевой точке с постоянной скоростью вращения R_T . Временная путевая точка P_ω оказывается позади, когда АНПА прибывает к ней, далее АНПА снова поворачивает к месту назначения с тем же радиусом поворота [4].

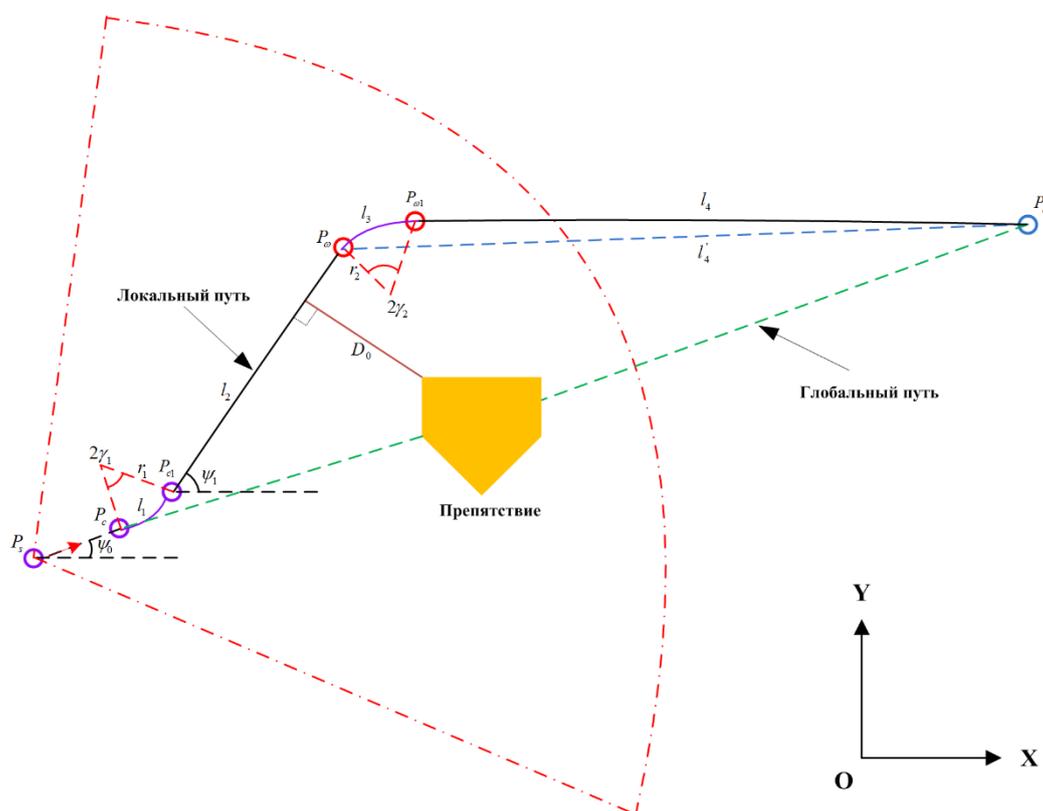


Рис. Маневр в условиях возникновения ситуации, препятствующей безопасному движению АНПА

Новый путь состоит из двух частей, одна из которых находится от начала обходной позиции препятствия $P_c(x_c, y_c)$ до временной промежуточной точки $P_\omega(x_\omega, y_\omega)$, а другая от временной промежуточной точки до пункта назначения $P_d(x_d, y_d)$. Первая часть пути является точной, но другая грубо оценивается, поскольку среда неизвестна. В этом алгоритме запланированный путь является гладким, он генерируется под руководством временных путевых точек и пунктов назначения, а дуги l_1 и дуги l_3 являются траекториями поворота.

Алгоритм системы принятия решений по обеспечению безопасности движения АНПА состоит из четырёх стадий: обнаружение препятствия; принятие решения о необходимости маневрирования; маневрирование подводного аппарата; движение подводного аппарата до цели. Данный алгоритм содержит следующие шаги:

Шаг 1. Параметры инициализации (приведение программы или устройства в состояние готовности к использованию).

Шаг 2. Обнаружение препятствия выполняется по заранее заданному алгоритму (Алгоритм обработки информации для распознавания препятствия [5]).

Шаг 3. Запрос о нахождении препятствия на траектории проходимой подводным аппаратом. Если препятствие не обнаружено переход в Шаг 9, иначе в Шаг 4.

Шаг 4. Определение расстояния от АНПА до препятствия, где d – самое короткое расстояние между путём (траектория) АНПА и препятствием. При обнаружении препятствия АНПА в данный момент времени следует не по глобальному пути, а по локальному.

Шаг 5. Проверяется условие безопасной дистанции. Если дистанция соответствует прохождению АНПА без повреждений, то переход в Шаг 9, иначе в Шаг 6.

Шаг 6. Нахождение подходящей путевой точки по алгоритму планирования пути, например, по волновому алгоритму.

Шаг 7. Следование АНПА до найденной путевой точки.

Шаг 8. Прохождение (устранение) путевой точки АНПА по условиям Шага 3.

Шаг 9. Преодоление дистанции (расстояние) АНПА до места назначения (цель) за определённое время, t с.

Шаг 10. Уточнение, прибыл ли АНПА в место назначения. Если да, то Конец, иначе переход в Шаг 3.

Таким образом, алгоритм реального момента времени может быстро реагировать на динамические среды. Кроме того, используя волновой алгоритм можно заранее спланировать траекторию обхода препятствий, поэтому АНПА будет поддерживать постоянную скорость в течение всего пути в течение всего процесса перемещения. Путь, намеченный этим методом, является гладким с учетом особенности поворота АНПА.

В заключение можно сказать, что в построении траектории движения автономного необитаемого подводного аппарата могут быть использованы стандартные режимы. Заранее заложенный маршрут обеспечивает более эффективное и безопасное прохождение пути в подводном пространстве. Прокладка маршрута основывается на параметрах ограничивающих движение факторов и гидрометеорологических характеристик, полученных благодаря навигационной системе. На основе полученных данных составляется навигационная карта, которая ограничивает поля движения подводного аппарата. Метод по обеспечению безопасности движения автономного необитаемого подводного аппарата считается необходимым инструментом для построения алгоритма системы управления движением робототехнического комплекса.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 56960-2016 Аппараты необитаемые подводные. Классификация. М. : Стандартинформ, 2016. 27 с.
2. ГОСТ Р 19176-85 Системы управления техническими средствами корабля. Термины и определения. М. : ИПК Издательство стандартов, 1999. 12 с.
3. Павлов Д. А. Алгоритм управления АНПА в горизонтальной плоскости методом наведения в «субточку» // Системы управления и обработки информации. 2015. № 4 (39). С. 23–33.

4. Zheping, Y. A Real-Time Path Planning Algorithm for AUV in Unknown Underwater Environment Based on Combining PSO and Waypoint Guidance / Zheping Yan, Jiyun Li, Yi Wu, Gengshi Zhang // Licensee MDPI, Basel, Switzerland, 2018. – Received: 27 October 2018; Accepted: 18 December 2018; Published: 21 December 2018. – Sensors 2019, 19, 20. – 14 p. – DOI: 10.3390/s19010020.

5. Павин А. М. Разработка алгоритмов поиска и обследования искусственных протяженных объектов с помощью автономного необитаемого подводного аппарата : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Павин Александр Михайлович. Владивосток, 2010. 22 с.

Статья представлена научным руководителем, профессором кафедры АПС СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Курносовым В. И.

УДК 654.739

В. С. Потреваев (студент гр. ИСМ-81з, СПбГУТ)

Г. Н. Смородин (к.т.н., доцент, СПбГУТ)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МОДЕЛЬНОМ БИЗНЕСЕ

Показаны тенденции использования технологий виртуальной и дополненной реальности в модельном бизнесе. Систематизированы технические решения по реализации технологий виртуальной и дополненной реальности в модельном бизнесе и индустрии одежды. Приведена классификация востребованности технологий смешанной реальности для различных категорий модельного бизнеса.

смешанная реальность, дополненная реальность, фотограмметрия, ритейл, рендеринг.

В индустрии моды активно проводятся исследования, направленные на разработку ориентированных на потребителя товаров моды с высокой добавленной стоимостью, в том числе одежды по индивидуальному заказу, с использованием цифровых технологий [1]. Виртуальная среда для работы с одеждой стала возможной благодаря усовершенствованиям в технологии, связанной с киберпространством. Были разработаны трехмерные сканеры и программы трехмерного виртуального моделирования одежды, и такая технология была включена в ИТ, таким образом оцифровывая индустрию моды. Модные компании постоянно автоматизировали рабочие процессы, чтобы предотвратить снижение производительности, которое произошло из-за сокращения рабочей силы. Многие компании внедрили автоматизированные системы для повышения эффективности работы и снижения затрат в технических областях [2]. Существующая индустрия моды зависит от 2D-

изображений для дизайна одежды и не учитывает должным образом физические характеристики потребителей. Разработка программного обеспечения для виртуального моделирования одежды, которое сыграло важную роль в цифровизации на основе информационных технологий в индустрии моды, привело к постоянным технологическим усовершенствованиям для систем, которые могут фактически адаптировать 2D-дизайн к 3D-проектированию. Такие адаптации сильно повлияли на индустрию моды в целом.

Текстильная и модная индустрия использует автоматизированное проектирование / автоматизированное производство (CAD / CAM) в качестве метода планирования и конструирования моделей одежды. Эти системы основаны на технологии, которая позволяет виртуально копировать фактические текстильные и трикотажные изделия, сокращать количество процессов, необходимых для производства текстильных и модных изделий, и создавать точные и разнообразные изделия. Компания i-Fashion разработала систему для отображения на большом дисплее результатов программы моделирования подгонки аватара с использованием полной компьютерной графики тела пользователя, сформированной с помощью трехмерного сканирования всего тела пользователя. Microsoft представила простую технологию наложения 3D-платьев на изображение пользователя, которое было снято с помощью устройства ввода Kinect. Поскольку использование виртуальных систем симуляции одежды неуклонно растет, многие интернет-магазины моды принимают их. В прошлом системы виртуального моделирования могли моделировать только квадратные кусочки ткани. Однако затем были разработаны программы моделирования виртуальной одежды, которые демонстрируют повышенную точность, эффективность и конкурентоспособность [2].

Виртуальная реальность создает среду реального мира с использованием компьютерных технологий и обеспечивает взаимодействие между людьми и компьютерами за счет их участия в виртуальном мире. Дополненная реальность, которая была получена из исследований виртуальной реальности, объединяет невидимую информацию, созданную с использованием компьютерной модели, с реальной информацией для обеспечения взаимодействия. Цель дополненной реальности состоит в том, чтобы позволить пользователям реально испытывать различные типы цифрового контента.

Исследование дополненной реальности, которая создает смешанную реальность путем объединения реального мира с виртуальным миром, началось, когда Иван Сазерленд разработал прозрачный HMD (дисплей на голове), основанный на реальном мире. В определении дополненной реальности Рональдом Азумой упоминается несколько ключевых элементов, благодаря которым можно получить общее значение дополненной реальности. Система дополненной реальности объединяет реальные изображения и виртуальные изображения и обеспечивает взаимодействие в реальном времени.

Технология дополненной реальности, которая расширяет реальную информацию путем интеграции виртуальных изображений, использовалась в различных областях. Такая технология дополненной реальности может применяться в различных реальных средах, таких как распознавание местоположения, распознавание организма, искусственный интеллект, материализация пяти чувств и мобильные технологии. Дополненная реальность стала популярной в качестве технологии отображения следующего поколения, особенно подходящей для повсеместного использования. В примерах на рис. 1 показано мобильное увеличение объектов и дополненная реальность с использованием изображений различных объектов.

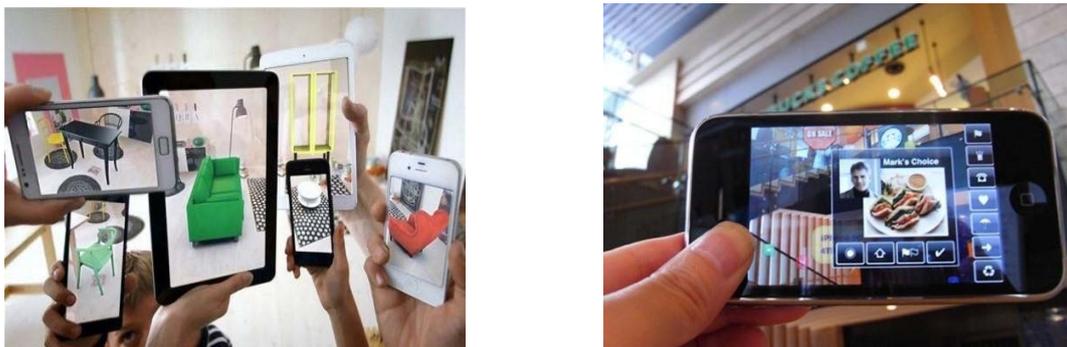


Рис. 1. Дополненная реальность для мобильных устройств

Цель технологии виртуализации цифровой одежды – воспроизвести одежду в 3D с помощью компьютерной графики. Таким образом, цифровая технология одежды имеет потенциал для продвижения электронных инноваций в моде. Методы производства одежды могут быть разделены на аналоговые, гибридные и цифровые. В аналоговом способе одежды используются традиционные методы дизайна одежды и изготовления одежды, использующие производство панелей (рисунков) для изготовления одежды путем разрезания и шитья готовых панелей. Методы смешанного моделирования одежды объединяют цифровые технологии в различные аналоговые процессы одежды. С помощью этой системы дизайн одежды осуществляется с помощью программного обеспечения для проектирования САПР, а производство панелей – с помощью программного обеспечения для проектирования САПР. Цифровые методы одежды сочетают в себе технику трехмерного воспроизведения одежды с инновационным подходом к ее трансформации с целью индивидуализации фасона и размера. С добавлением этой новой технологии проблемы дизайна одежды могут быть идентифицированы до процесса изготовления, что позволяет вносить исправления в панели. Таким образом, цифровые технологии сокращают процесс производства модной одежды и стоимость процесса, они уже были использованы для планирования различных продуктов. На рис. 2 показан способ производства цифрового платья для одежды, причем к классическому способу добавлен компьютерный этап воспроизведения платья.

Система i-fashion отображает результаты программы моделирования аватара [3]. Он показывает полную компьютерную графику тела пользователя на большом дисплее, снятую с помощью трехмерного сканирования всего тела пользователя. Технологию i-fashion можно отнести к категории 3D-симуляторов одежды. Эта система обеспечивает технику для сокращения времени, необходимого для фактического производства одежды; Кроме того, различные физические характеристики одежды, которые иначе не были бы обнаружимы, могут быть количественно проверены с помощью моделирования.

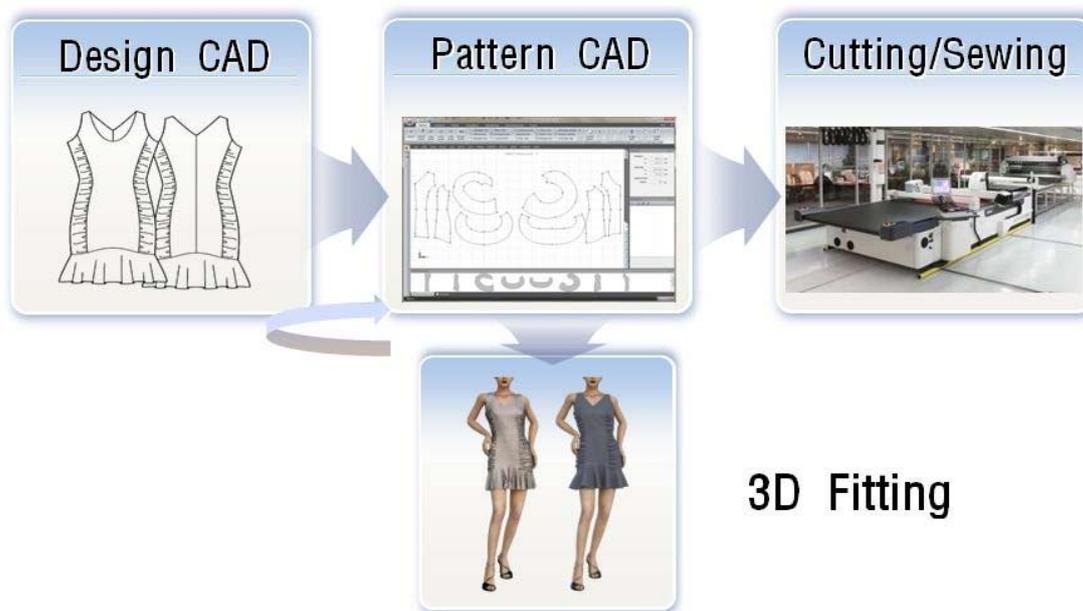


Рис. 2. Процесс создания виртуальной одежды

Система i-fashion направлена на создание технологии, необходимой для планирования, проектирования, производства и маркетинга одежды, путем сочетания опыта в области текстиля и моды с технологиями. Цель i-fashion – не просто объединить ИТ с модой, но создать новый метод маркетинга одежды. i-fashion может облегчить производство, используя модели человеческого тела и моделирование драпировки через Интернет, используя такие инструменты, как ActiveX и Java. Однако рис. 3 иллюстрирует, что сканирование дисплея может занять значительное время во время презентации универмага, и как чувство единства размыто, когда пользовательские изображения выражаются с помощью компьютерной графики.

Технология дополненной реальности синтезирует изображения виртуальных объектов со сценами реального мира. Существующие системы координации моды используют виртуальную среду и QR-коды. Это исследование предлагает систему координации, которая может эффективно координировать различные моды, которые соответствуют телу пользова-

теля, используя волшебное зеркало на основе дополненной реальности. Когда система координации не активирована, отображается неизменное изображение пользователя. Когда пользователь приближается или касается дисплея, он активирует систему координации. Информация, отображаемая на экране, состоит из 3D-одежды в реальном времени, макияжа и функции имитации волос, которые могут немедленно предоставить информацию о моде, запрошенную пользователем.



Рис. 3. Работа технологии компании i-Fashion

В целом, можно утверждать, что применение технологий смешанной реальности приводит к революционным изменениям в индустрии модной одежды, позволяя еще до этапа производства одежды получить одобрение ее потенциального пользователя [4]. Это позволяет перейти от массового пошива к выпуску индивидуальных решений, учитывающих различные пожелания потенциальных заказчиков.

Список использованных источников

1. Lee W. Y., Yang S. H. A Proposal for RFID Chip Database of Magic Mirror's Total Fashion Coordination // *The Research Journal of the Costume Culture*. 2010 Vol. 18. N 5. PP. 942–959.
2. Kim J. R., Joung S. T., Jung S. T. Cloth Simulation System for 3D Fashion Shopping Mall based on Web // *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*. 2009. Vol. 13. N 5. PP. 877–886.
3. Kim S. M., Park Y. S., Park C. K. Introduction to the Fundamental Technologies for i-Fashion // *Fashion Information and Technology*. 2008. Vol. 5. PP. 64–72.
4. Яковлев Б. С., Пустов С. И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2013. Вып. 3. С. 484–492.

УДК 004.5

М. Е. Тимофеева (студентка гр. ИСТ-631, СПбГУТ)

ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ИНТЕРФЕЙСА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

В данной статье рассматриваются интерфейсы существующих мобильных приложений. Описываются элементы приложений, их взаимодействие, и как это влияет на человека. В статье перечисляются удачные моменты использования элементов интерфейсов, их положительное влияние на работу человека с приложением. Также идет анализ элементов интерфейса, которые затрудняют работу с приложением, и как это можно исправить.

пользовательский интерфейс, мобильное приложение, дизайн интерфейса, элементы интерфейса.

Люди начинают все чаще пользоваться приложениями для телефона, которые позволяют следить за своим здоровьем. Существует огромное множество программ, дающих советы по правильному питанию, физическим упражнениям и поддержанию хорошего самочувствия. Однако далеко не каждый человек может легко начать и тем более продолжать соблюдать здоровые привычки.

Чтобы создать удобный и интуитивно понятный пользователю интерфейс мобильного приложения, необходимо проанализировать уже существующие приложения, понять принципы их работы. Можно выделить 6 мобильных приложений:

- «Начни бегать. Бег для начинающих»;
- «Runkeeper – пробежки с GPS»;
- «RunTracker»;
- «Водное напоминание – Напомни пить воду»;
- «Вода: напоминание пить воду»;
- «Дыхательный таймер».

Из недостатков можно отметить следующие примеры. Приложение «Дыхательный таймер» имеет слишком много пустого места. Большинство элементов находятся в верхнем левом углу, что оставляет дополнительное пустое пространства справа, а слева оставлено слишком мало места, таким образом элементы «прилипают» к левому краю экрана.

Также стоит исправить эргономичность приложения. Элементы находятся в верхней части экрана и чаще всего слева. Если этими программами

будет пользоваться человек с доминантной правой рукой, а таких большинство, ему придется тянуться большим пальцем в самую дальнюю часть экрана.

Элементы приложений довольно маленькие, значит пользователю придется как можно точнее нажимать на них, это повышает вероятность ошибиться.

Цвет у каждого приложения индивидуален, и конкретно правильного выбора цвета для них нет. Тем не менее цвет также надо применять правильно. В приложении «Начни бегать. Бег для начинающих» главного, синего, цвета слишком много на экране с выбором уровня тренировок. Синего цвета так много, что он уже не выделяет нужные элементы, а наоборот делает их менее заметными.

Шрифт в приложении довольно маленький. Особенно текст теряется на экране выбора уровня тренировок, поскольку там он выполнен в белом цвете на неконтрастном фоне. Поскольку приложение предназначено для бега, пользователь будет чаще всего использовать его на ходу. Поэтому элементы должны быть большими и очевидными [1].

При всем этом, форма элементов приложения на экране тренировки необычная и наглядная. Круг вокруг таймера напоминает циферблат часов, а то, что в нем находится сам таймер, подтверждает, что это дополнительный показатель отсчета времени.

Цвета кнопок приложения «RunTracker» на экране тренировки слишком яркие и не сочетаются между собой. Они настолько яркие, что, скорее, отвлекают человека от более важной информации. Возникает хромостереопсис.

Стоит отметить достоинства приложений. Лучше всего элементы располагаются в приложении «Runkeeper – пробежки с GPS». Все элементы на своих местах, пустое пространство есть, но оно отделяет логически все важные элементы и не допускает перенасыщения информацией. В программе есть элементы-указатели, например, индикатор текущего экрана. Индикатор навигации сразу дает понять, куда надо смахнуть пальцем экран, чтобы увидеть другие экраны.

В приложении «Водное напоминание – Напомни пить воду» также есть интересные элементы, облегчающие восприятие информации. Например, информация о количестве выпитой воды находится в круге по центру. Это говорит о том, что эта информация самая главная на экране. В круге находится кнопка, чтобы увеличить количество воды. Она имеет плавные края без углов, таким образом хорошо вписываясь в круг. Окончанием этой композиции служит шкала прогресса, выполненная в виде дуги вокруг главного круга. Таким образом это показывает, что эти два элемента связаны между собой, и пользователь ассоциирует их друг с другом. Во всем приложении круги еще не раз встречаются, это объединяет все приложение общими элементами.

Огромное количество иконок в приложении «Вода: напоминание пить воду» позволяет очень быстро и наглядно показать количество выпитой за день воды. Пиктограммы при умелом использовании оказываются особенно удобными сокращениями, одновременно репрезентативными и легко узнаваемыми. При регулярном контакте с программой, в том числе и с пиктограммами, пользователь быстро запоминает их значение и легко находит нужную информацию [2]. Программа использует множество пиктограмм, применяя еще и цветовые различия. Пиктограммы большие, в них легко попасть пальцем.

Таким образом наиболее грамотно спроектированными приложениями можно назвать «Runkeeper – пробежки с GPS», «Водное напоминание – Напомни пить воду» и «Вода: напоминание пить воду». Их интерфейсы понятны и интуитивны, а их изучение занимает минимальное количество времени.

Список использованных источников

1. Купер А. Рейман Р., Кронин Д. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия : пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2009. – 688 с.
2. Розенфельд Л., Морвиль П. Информационная архитектура в Интернете, 2-е издание : пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2005. – 544 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИиКД СПбГУТ, кандидатом педагогических наук Гуниной Е. В.

УДК 004.891.2

Л. С. Филимонов (студент гр. ИСМ-81з, СПбГУТ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОТДЕЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ НА БАЗЕ СОЧЕТАНИЯ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА СЛОВ

Рассмотрена возможность проектирования и разработки интеллектуальной системы поддержки принятия решений на базе сочетания методов имитационного моделирования и векторного представления слов, выполнено имитационное моделирование маршрутизации заявок в отделе технической поддержки, проанализированы результаты экспериментов до и после внедрения модуля векторного анализа.

интеллектуальные системы поддержки принятия решений, экспертные системы, имитационное моделирование, векторный анализ слов, Anylogic.

74-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕСНА – 2020»

Качество работы отдела технической поддержки информационной системы зависит от множества показателей, таких как: среднее время первого ответа; количество заявок, решенных в срок; среднее время обработки заявок и т. д. При этом существует множество ситуаций, когда неправильно принятое решение приводит к ухудшению качества, а именно увеличению времени обработки заявки и предоставления решения. Это может произойти, например, вследствие некорректной маршрутизации заявки на специалиста. Для минимизации данных рисков можно использовать системы поддержки принятия решения.

Интеллектуальная система поддержки принятия решений (ИСППР) – это такая система, которая ассистирует лицу, принимающему решения в принятии решений, используя инструментарию анализа больших данных, моделирования и визуализации, обладает дружелюбным интерфейсом, устойчива по качеству, интерактивна и гибка по настройкам.

Проектировать интеллектуальную систему поддержки принятия решения будем в имитационной платформе AnyLogic [1], которая позволяет создавать детализированные виртуальные среды для обучения и тестирования интеллектуальных систем.

В AnyLogic используется специализированный язык описания моделей, их составляющих и различных связей между ними. Данный язык имеет графическое представление, что облегчает пользователю применение данного инструмента имитационного моделирования. Кроме того, имеется ряд встроенных стандартных библиотек, являющимися сборниками типов агентов, которые созданы для моделирования определенной предметной области. При необходимости пользователь может создать собственную библиотеку агентов для решения конкретной задачи.

Техническая поддержка данной информационной системы представляет из себя четыре отдела с численностью сотрудников от 3 до 8 человек. Заявки об инцидентах или запросы на обслуживание поступают в информационную систему класса Service Desk от пользователей.

В зависимости от выбранной пользователем категории Service Desk, согласно четко заданным алгоритмическим правилам, назначает данную заявку на один из отделов технической поддержки информационной системы. На данном этапе возможна проблемная ситуация, при которой пользователь, регистрируя заявку, примет ошибочное решение при выборе категории. Вследствие чего заявка будет направлена в один из отделов некорректно, что приведет к увеличению времени до решений данного инцидента и к простоям бизнеса. Для снижения рисков возникновения подобных ситуаций может быть предложено внедрение методов векторного представления слов, с помощью которых алгоритм сможет предлагать пользователю более корректную категорию, основываясь на лингвистическом анализе описания заявки.

Результаты имитационного моделирования (рис. 1) позволяют оценить эффективность работы отдела.

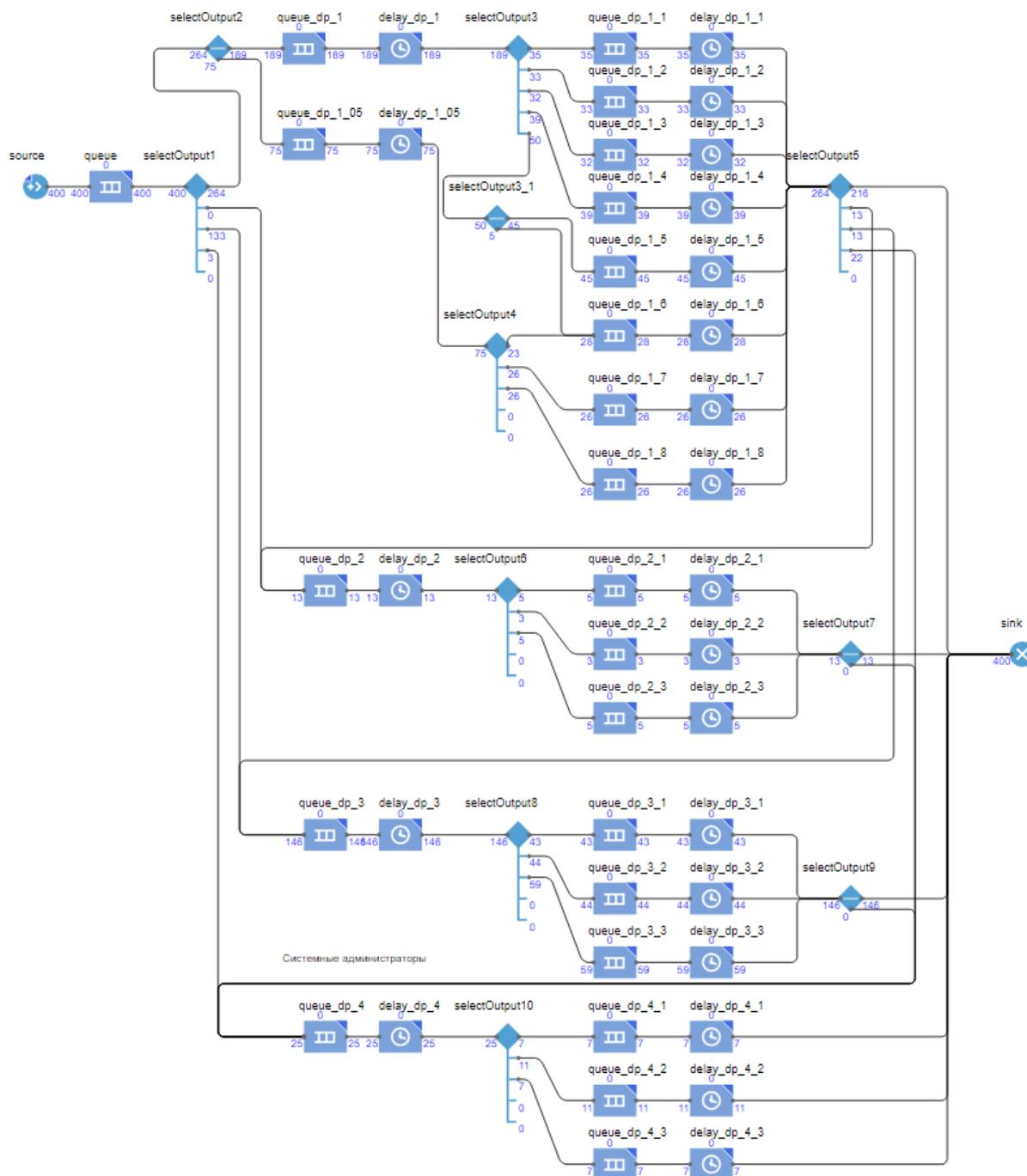


Рис. 1. Результаты имитационного моделирования.

Согласно результатам моделирования можно установить, что:

Максимальная длина очереди по отделам колеблется в диапазоне от 1 до 38 заявок. Минимальная очередь наблюдается в отделе 2 и 4 (1 и 1 соответственно), максимальная очередь в отделе 3 (38 заявок). В отделе 1 очередь заявок делится на две независимые очереди и их максимальная длина составляет 10 и 6 заявок соответственно.

Максимальная длина очереди специалистов отделов задана в параметрах модели. Максимального значения достигли специалисты первого отдела (1–6), а также специалисты третьего отдела (1–3). Остальные специалисты поддержки достигли максимальной величины очереди от 1 до 3 (отдел 1 – специалисты 7,8; отдел 2 – специалисты 1–3, отдел 4 – специалисты 1–3).

Коэффициент нагрузки по специалистам в отделе 1 колеблется от 0,897 до 0,614. Средний коэффициент по отделу составляет 0,767.

Коэффициент нагрузки по специалистам в отделе 2 колеблется от 0,292 до 0,099. Средний коэффициент по отделу составляет 0,267.

Коэффициент нагрузки по специалистам в отделе 3 колеблется от 0,94 до 0,708. Средний коэффициент по отделу составляет 0,792.

Коэффициент нагрузки по специалистам в отделе 4 колеблется от 0,472 до 0,299. Средний коэффициент по отделу составляет 0,364.

Дополнительно установлено, что из 400 запущенных в модель агентов отделом 1 эскалировано в другие отделы 48 агентов, что составляет 12 % от общего числа заявок. Большая часть этих заявок могла быть сразу направлена на целевые отделы, но категория заявки была определена пользователем некорректно. Из-за этого увеличивается нагрузка на специалистов первого отдела, увеличивается очередь заявок в этот отдел, время обработки данных заявок и время ожидания в очереди целевых для данного отдела заявок.

Как показывают исследования [2], применяя методы векторного представления, можно добиться результата в 73–85 % успешно выбранных категорий. Используя эти данные, внесем изменения в модель и рассмотрим результаты моделирования.

В качестве модуля, осуществляющего анализ описания заявки по методам векторного представления, в модели выступают следующие элементы библиотеки: `queue_we_1`, `delay_we_1`, `selectOutput_we_1`, `queue_we_2`, `delay_we_2`, `selectOutput_we_2`, `queue_we_3`, `delay_we_3`, `selectOutput_we_3`. Результаты моделирования представлены на рис. 2 (см. ниже).

Данные обоих экспериментов для удобства анализа представлены в таблице (см. ниже).

Проанализировав результаты экспериментов, можно сделать вывод, что при внедрении модуля, осуществляющего подбор корректной категории заявки, на основании которой происходит первичная маршрутизация заявки на отдел исполнителей, с помощью использования методов векторного представления и лингвистического анализа достигнуто:

1. Уменьшение максимальной длины очереди отдела 1 на 43,75 %, уменьшение максимальной длины очереди отдела 3 на 21,05 %. Максимальные длины очереди в отделах 2 и 4 не претерпели изменений.

2. Среднее значение максимальной длины очереди по специалистам отдела 1 уменьшилось на 10,5 %. Данные значения для отделов 2,3,4 не претерпели изменений.

3. Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 1 снизился на 9,7 %. Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 2 вырос на 14,98 %. Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 3 вырос на 1,77 %. Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 4 на 0,3 %.

Внедрение данной интеллектуальной системы поддержки принятия решения позволяет снизить нагрузку на отдел 1, который решает большую часть заявок, при этом уменьшить время ожидания пользователей в связи с уменьшением длины очереди в отделах 1 и 3. Показатели отделов 2 и 4 изменились незначительно, в связи с малой загрузкой данных отделов изначально.

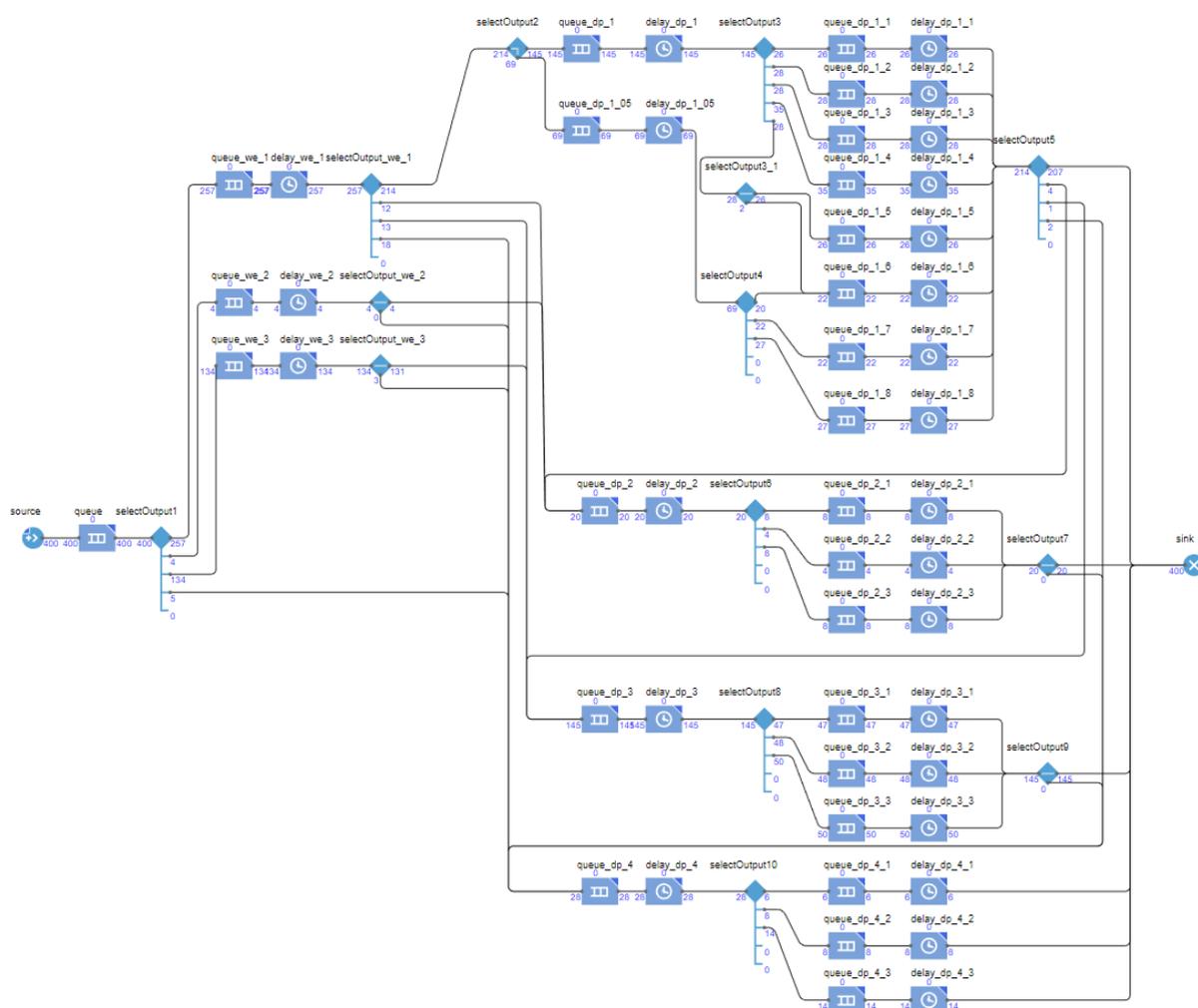


Рис. 2. Результаты моделирования с учетом модуля анализа описания заявки по методам векторного представления

ТАБЛИЦА. Сравнение результатов экспериментов

Показатели	Эксперимент №1	Эксперимент №2
Максимальная длина очереди отдела 1	16	9
Максимальная длина очереди отдела 2	1	1
Максимальная длина очереди отдела 3	38	30
Максимальная длина очереди отдела 4	1	1
Среднее значение максимальной длины очереди специалистов отдела 1	4,25	3,8
Среднее значение максимальной длины очереди специалистов отдела 2	1	1
Среднее значение максимальной длины очереди специалистов отдела 3	5	5
Среднее значение максимальной длины очереди специалистов отдела 4	1,3	1,3
Макс. коэффициент нагрузки специалистов отдела 1	0,897	0,949
Мин. коэффициент нагрузки специалистов отдела 1	0,614	0,507
Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 1	0,767	0,692
Макс. коэффициент нагрузки специалистов отдела 2	0,292	0,415
Мин. коэффициент нагрузки специалистов отдела 2	0,099	0,24
Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 2	0,267	0,307
Макс. коэффициент нагрузки специалистов отдела 3	0,94	0,89
Мин. коэффициент нагрузки специалистов отдела 3	0,708	0,724
Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 3	0,792	0,806
Макс. коэффициент нагрузки специалистов отдела 4	0,472	0,418
Мин. коэффициент нагрузки специалистов отдела 4	0,299	0,277
Средний коэффициент нагрузки специалистов отдела 4	0,364	0,365

Список использованных источников

1. Компания AnyLogic. URL: <https://www.AnyLogic.ru/features/artificial-intelligence/> (дата обращения 27.04.2020).

2. Черноусов Е. О., Чикунов Н. С., Исследование и разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решения для службы удаленной технической поддержки на основе методов word-embedding / Инновационная наука. 2017. № 12. С. 66–70.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук Литвиновым В. Л.

УДК 004.056

В. А. Цветкова (студентка гр. ИСТ-731, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ВЫДАЧЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ

На проведение аудита информационной безопасности специалист затрачивает много времени, так как требуется провести большое количество математических расчетов. В статье рассматриваются вопросы разработки информационной системы, позволяющей автоматизировать данный процесс. Основные задачи: автоматизировать оценку рисков, а также выбор методов защиты от выявленных угроз.

информационная безопасность, аудит безопасности, оценка рисков, методы защиты.

В классическом управлении рисками [1] принято выделять пять ключевых этапов:

- 1) выявление риска и оценка вероятности его реализации и масштаба последствий;
- 2) выбор методов и инструментов управления выявленным риском, что является ключевым этапом;
- 3) разработка риск-стратегии с целью снижения вероятности реализации риска и минимизации возможных негативных последствий;
- 4) реализация риск-стратегии;
- 5) оценка достигнутых результатов и корректировка риск-стратегии.

Первые три пункта являются важной и основной частью аудита информационной безопасности. Однако, после проведенного анализа существующего программного обеспечения [2, 3], позволяющего автоматизировать процесс оценки рисков, было выявлено несколько слабых мест. В основном, данные программные продукты возможно использовать не в любой ситуации по причине его громоздкости или неадаптированности к конкретному случаю.

Ниже предлагаются принципы построения и методика разработки экспертной системы, которая позволяет автоматизировать процесс оценки рисков ИБ и предлагает подходящие методы защиты, основываясь на проведенной ранее оценке. Система будет реализована как веб-приложение.

Первым этапом разработки является моделирование системы. Удобно использовать язык UML [4], так как он универсален и позволяет отобразить различные аспекты системы.

Процесс построения диаграммы прецедентов [4] помогает выработать конкретный процесс работы системы, его структурировать и определить, для кого создается система, то есть кто будет с ней взаимодействовать. Под прецедентом понимается вариант использования.

Разработанная диаграмма прецедентов представлена на рис. 1.

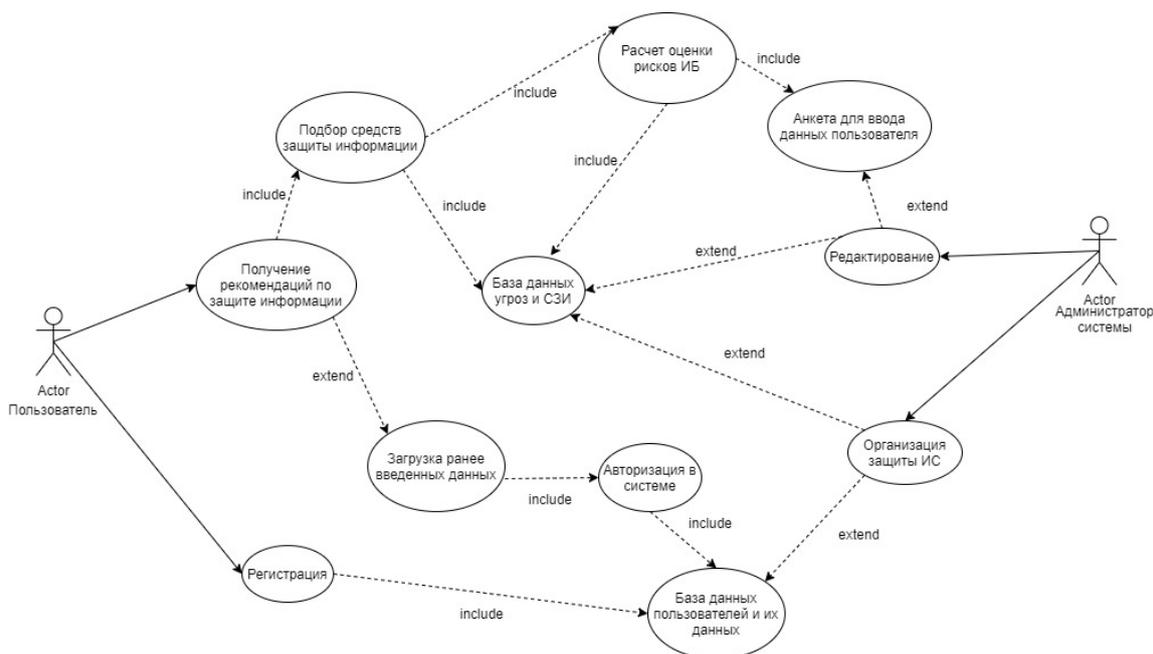


Рис. 1. Диаграмма прецедентов разрабатываемой ИС

Из данной диаграммы видно, что с системой возможно взаимодействие двух человек: непосредственно пользователя и администратора системы. Основными объектами, необходимыми для работы системы, являются: анкета, которую заполняет пользователь, базы данных и модули оценки рисков и подбора средств защиты.

В анкету пользователь вводит данные об активах (их стоимость и методы хранения), и на основании введенных данных система подбирает возможные уязвимости, соответствующие им угрозы и методы защиты от них.

Принцип работы любого модуля удобно представить при помощи диаграммы последовательности. На рис. 2 представлена диаграмма последовательности при заполнении пользователем анкеты. По ней можно увидеть, что система обрабатывает внесенные данные, проверяет их на корректность,

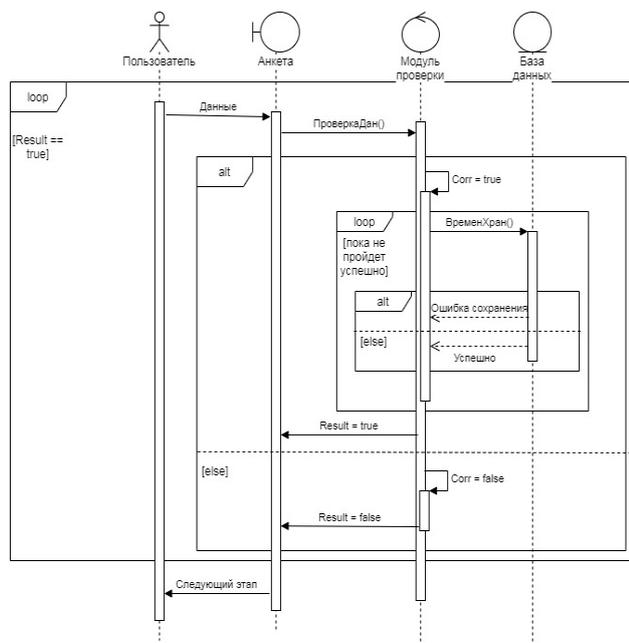


Рис. 2. Диаграмма последовательности для ввода данных в анкету

и, в случае если все верно, записывает в базу данных.

На рис. 3 представлена диаграмма последовательности для процесса оценки рисков.

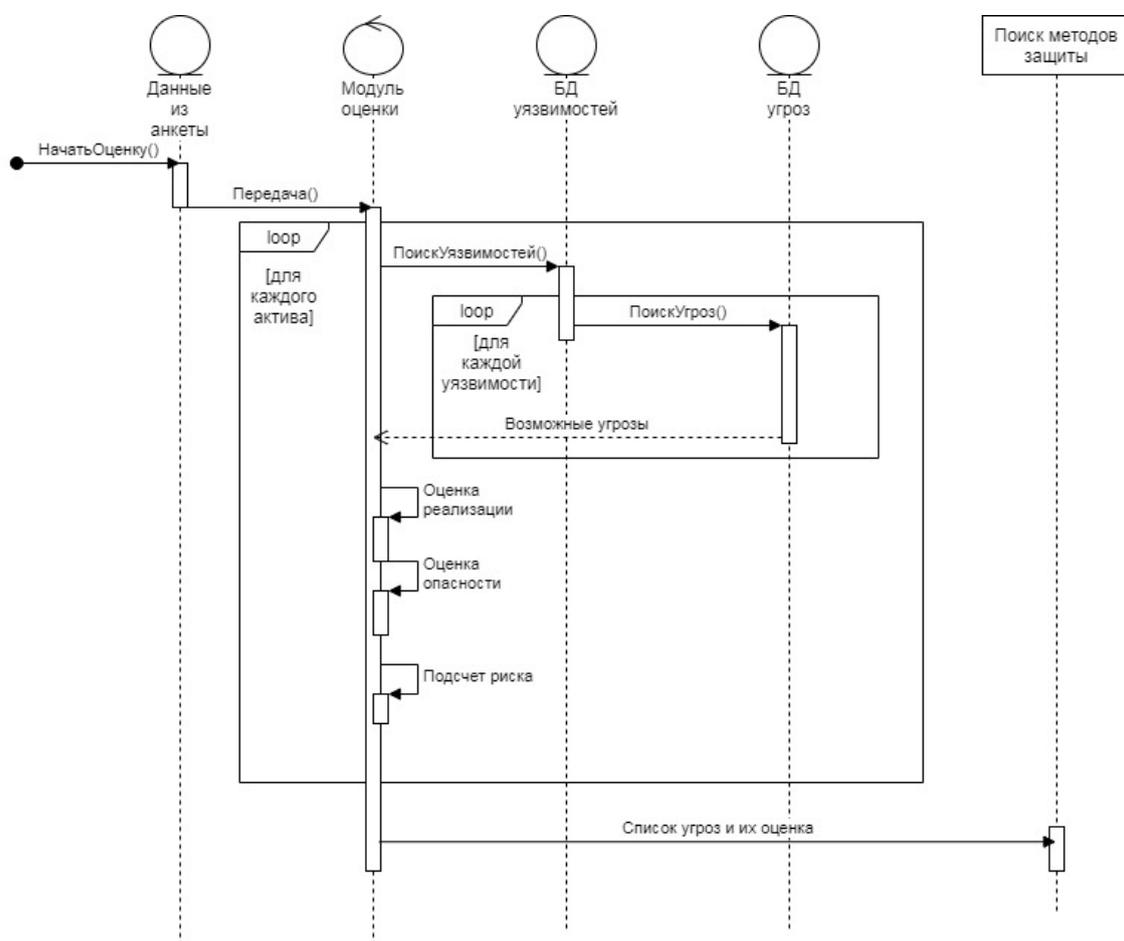


Рис. 3. Диаграмма последовательности для оценки рисков ИБ

Этот модуль использует данные, введенные пользователем на предыдущем этапе. Из базы данных выбираются уязвимости и угрозы, производится оценка риска. Удобнее всего рассчитывать уровень риска по формуле (1), так как все используемые в ней понятия определены в ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 [5].

$$[УР] = [ВУгр] * [ПрУязв] * [РУщ], \quad (1)$$

где УР – уровень риска, ВУгр – вероятность угрозы, ПрУязв – простота использования уязвимости, РУщ – размер ущерба.

В задачи дальнейшей разработки входит разработка подробной структуры базы данных и её реализация, разработка веб-интерфейса и математического аппарата основных модулей.

Список использованных источников

1. Милославская Н. Г., Сенаторов М. Ю., Толстой А. И. Управление рисками информационной безопасности. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2014. – 126 с.
2. Программное обеспечение для проведения оценки рисков [Электронный ресурс] // SecurityLab.ru. – URL: <https://www.securitylab.ru/blog/personal/secinsight/20280.php> (дата обращения 06.06.2020).
3. Программные продукты для управления рисками информационной безопасности [Электронный ресурс] // Искусство управления информационными рисками /анализ-риска.рф – URL: <http://анализ-риска.рф/content/prilozhenie-no-10-programmnye-produkty-dlya-upravleniya-riskami-informacionnoy-bezopasnosti> (дата обращения 08.06.2020).
4. Буч Г., Рамбо Дж., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя, 2-е издание. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 496 с.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности. – М. : Стандартиформ, 2011. – 4с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры БИС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Кривцовым А. Н.

УДК 004.655.3

А. А. Черепанова (студентка гр. ИСТ-833, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА СОТРУДНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ В СРЕДЕ ORACLE SQL DEVELOPER

В данной статье рассматривается разработка информационной системы железнодорожной станции, затрагивается актуальная тема усовершенствования и автоматизации железнодорожных процессов. В качестве СУБД для реализации базы данных была использована интегрированная среда Oracle SQL Developer.

информационная система, база данных, СУБД, предметная область, ER-диаграмма, реляционная модель, Oracle SQL Developer, сущность, атрибут, связь, запрос.

В настоящее время железнодорожный транспорт занимает ведущее место в единой транспортной системе страны по объему выполнения грузовых и пассажирских перевозок. Размеры этих перевозок непрерывно растут, и для успешного их освоения необходимо развитие и совершенствование информационных технологий, в частности баз данных, для каждой отдельной железнодорожной станции. Станции представляют сложный комплекс устройств, где сосредоточены почти все подразделения железнодорожного

транспорта, оснащенные новейшей техникой, комплексной механизацией и автоматизацией перевозочного процесса.

Таким образом, данная работа будет являться одним из примеров решения актуальной на сегодняшний день проблемы, заключающейся в усовершенствовании и автоматизации железнодорожных процессов.

Целью работы является разработка доступной информационной системы железнодорожной станции, которая бы, в первую очередь, удовлетворяла современным требованиям пассажирских перевозок. Задачами исследования являются анализ предметной области, инфологическое моделирование, даталогическое моделирование, проверка работоспособности базы данных при помощи запросов.

На первом этапе необходимо провести анализ предметной области. Понятие предметной области включает в себя отражение в информационной системе совокупности и объектов реального мира с их связями, относящимися к некоторой области знаний и имеющими практическую ценность для пользователя [1]. Здесь выделяются объекты, о которых необходимо собирать сведения. Для железнодорожной станции такими объектами являются работники, занимаемые ими должности, дети работников, пассажиры, билеты, поезда, расписания поездов и маршруты.

На втором этапе проектирования базы данных, то есть после словесного описания предметной области, проводится инфологическое моделирование. Оно представляет собой описание сущностей, их атрибутов, среди которых выбираются ключевые, а также связей между сущностями. По значению ключевых атрибутов в дальнейшем будет происходить идентификация записей в таблицах. Основным инструментом разработки инфологических моделей в настоящий момент является ER-диаграмма или модель «сущность-связь». В этом случае работа начинается с идентификации сущностей и связей между ними, интересующих данную организацию в наибольшей степени [1]. Рассмотрим принцип построения на примере.

Объект РАБОТНИК, выявленный на этапе анализа предметной области, преобразуется в сущность, изображаемую в виде таблицы на ER-диаграмме. В качестве ключевого атрибута выбран ТАБЕЛЬНЫЙ НОМЕР, так как он является уникальным для каждого сотрудника любого типа должности. Ключ выделяется подчеркиванием, прочие атрибуты сущности записываются ниже.

Далее опишем связи между работником и должностью. Сущность «Работник» образует с сущностью «Должность» идентифицирующую связь «многие-к-одному», так как один работник может работать по одной должности, но в одной должности может находиться несколько сотрудников. Также некоторые работники имеют детей. Сущность «Работник» образует с сущностью «Ребенок» связь «один-ко многим», так как один работник мо-

жет иметь несколько детей, но один ребенок может иметь только одного родителя. Аналогичным образом описываются все остальные сущности и связи. Созданная ER-диаграмма представлена на рис. 1.

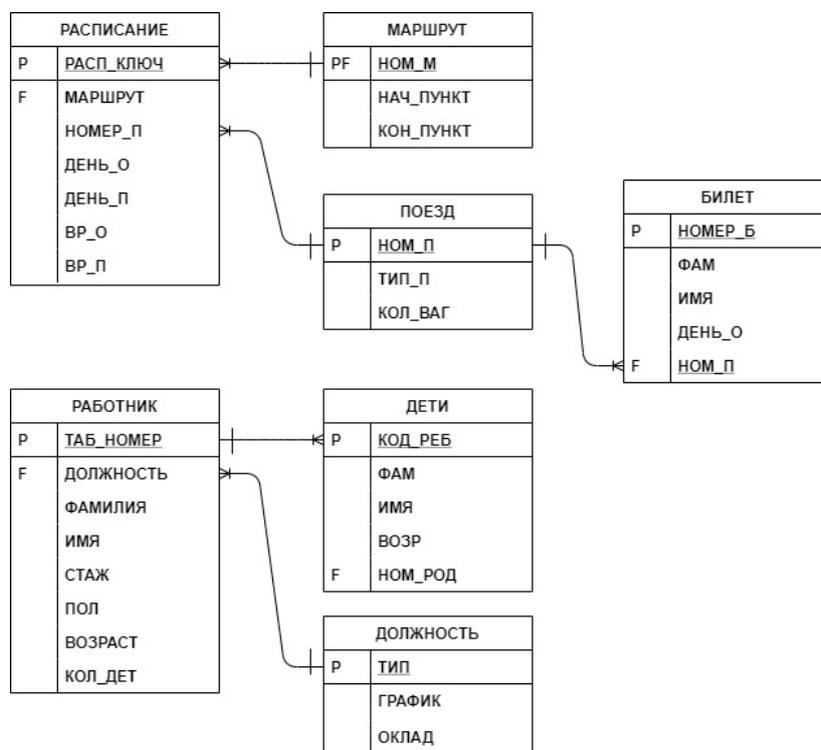


Рис. 1. ER-диаграмма информационной системы

На следующем этапе важную роль играет выбор системы управления базами данных (СУБД), так как от этого будет зависеть организация, контроль и администрирование базы данных. Также стоит принять во внимание, что база данных должна хранить огромное количество информации и поддерживать клиент-серверные приложения.

В результате анализа была выбрана интегрированная среда разработки Oracle SQL Developer. Это бесплатное приложение написано на языке Java и может использоваться как под Windows, так и под другими операционными системами, например, Linux. Кроме того, оно не требует установки на компьютер. Все пользовательские настройки в нем хранятся в файлах XML.

Далее создаются таблицы, в которых хранится информация об объектах, представленных в БД. Для этого потребуется перечень сущностей и отношений из ER-модели и перечень неповторяющихся данных [1]. В каждом столбце таблицы хранится определенный тип данных, в каждой ячейке — значение атрибута. Каждая строка таблицы представляет собой набор связанных значений, относящихся к одному объекту или сущности. Каждая строка в таблице может быть помечена уникальным идентификатором «P»,

называемым первичным ключом (*Primary Key*), а строки из нескольких таблиц могут быть связаны с помощью внешних ключей, которые в свою очередь помечаются флажком «F» (*Foreign Key*). В последнюю очередь создается реляционная модель базы данных, являющейся отражением ER-диаграммы. Реляционная модель представлена на рис. 2.

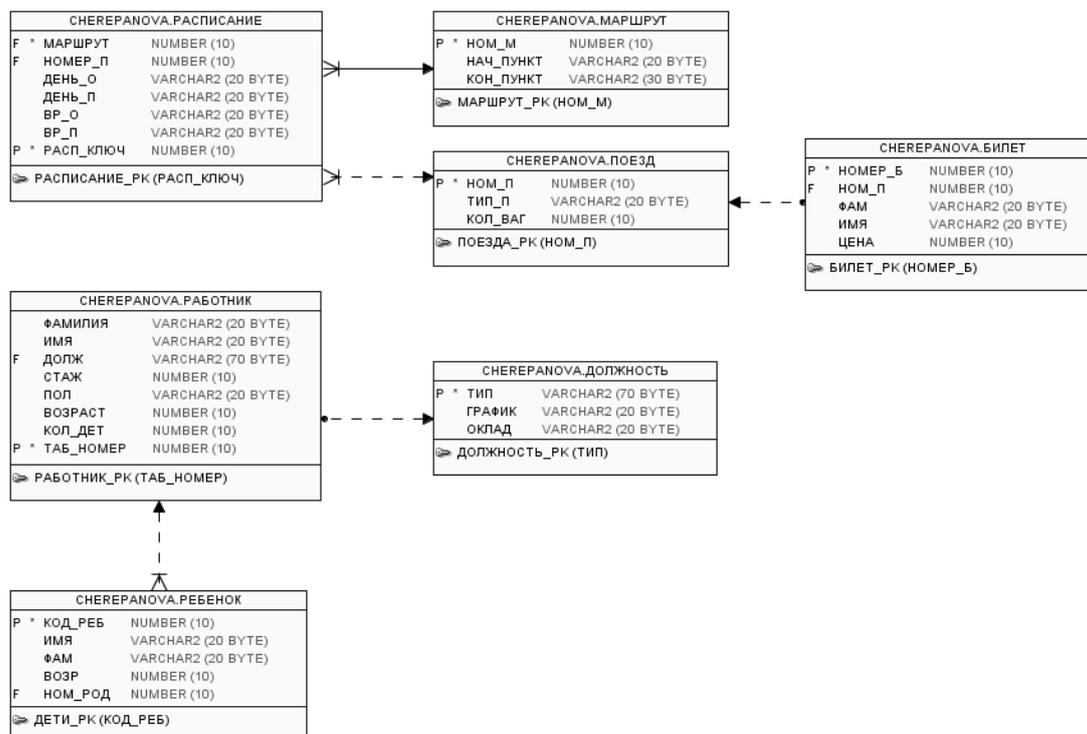


Рис. 2. Реляционная модель информационной системы

Также важным этапом является проверка целостности данных – соответствие имеющейся в базе данных информации её внутренней логике, структуре и всем явно заданным правилам. Необходимыми условиями являются целостность сущностей, заключающейся в наличии и уникальности первичных ключей во всех таблицах, и целостность ссылок. Она обеспечивается существованием для каждого значения внешнего ключа, появившегося в дочерней таблице, соответствующего значения первичного ключа в родительской таблице. Для проверки данных условий необходимо провести заполнение таблиц, после чего провести проверку на работоспособность базы данных при помощи некоторых запросов[2].

Запрос строится на основе одной или нескольких взаимосвязанных таблиц, что позволяет комбинировать содержащуюся в них информацию. Например, выведем перечень сотрудников, имеющих детей младше 5 лет, и общее число таких сотрудников. Для создания этого запроса воспользуемся командой SELECT языка SQL и с помощью оператора JOIN последовательно объединим таблицы работник и ребенок. Результат запроса представлен на рис. 3.

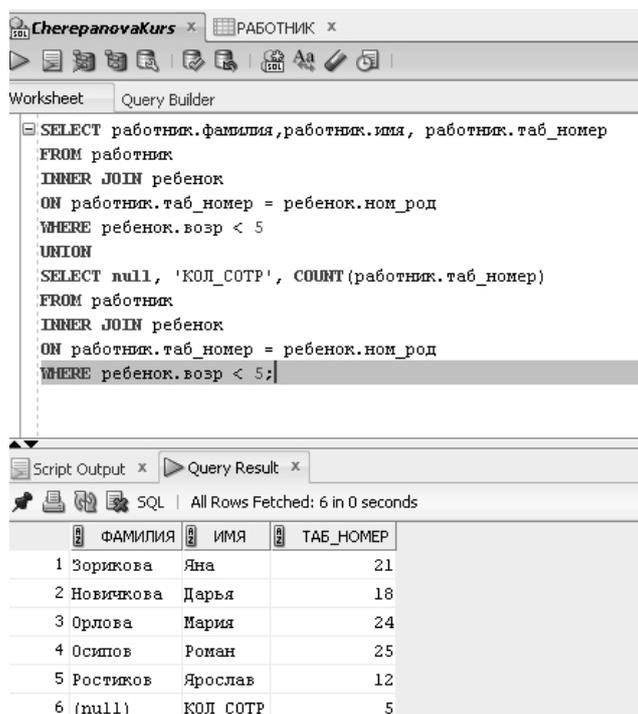


Рис. 3. Перечень работников

Таким образом, в результате данной исследовательской работы была разработана информационная система железнодорожной станции, включающая в себя все необходимые компоненты и элементы. Созданная база данных предназначена как для эффективного учета сотрудников станции, так и высококачественного обслуживания пассажиров. Она является одним из примеров решения актуальной на сегодняшний день проблемы, заключающейся в усовершенствовании и автоматизации железнодорожных процессов.

Список использованных источников

1. Вольфсон М. Б. Базы данных [Электронный ресурс] // М. Б. Вольфсон ; рец. В. И. Котов ; Федер. агентство связи, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». – СПб. : СПбГУТ, 2008. – 91 с. : ил.

2. Марков А. С., Лисовский К. Ю. Базы данных. Введение в теорию и методологию : учебник. – М. : Финансы и Статистика, 2006. – 512 с. : ил.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры БИС СПбГУТ Андриановой Е. Е.*

УДК 004.891.2

М. В. Шальков (студент гр. ИСМ-813, СПбГУТ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ POWERSHELL CORE ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Для успешной деятельности информационных систем необходимо иметь возможность оперативно реагировать и устранять все возникающие в процессе эксплуатации отклонения в работе системы и не допускать их эскалации. В работе описывается проблема мониторинга и способов оповещения о его результатах, а также её решение при помощи разработки сценариев с использованием кроссплатформенной среды PowerShell Core. Приведены алгоритмы отслеживания ключевых составляющих бизнес-сервисов, а также алгоритмы методов оповещения.

powershell, мониторинг, информационные системы, скрипты.

В настоящее время довольно актуальна проблема поддержания работоспособности информационной системы и обеспечения бесперебойной работы бизнес-процессов компании. Несмотря на те достижения, которые были достигнуты в области информационных технологий за последний десяток лет, огромное количество организаций регулярно сталкивается с проблемой недоступности сервисов компании, и как следствие, несет убытки в период простоя. В компаниях, количество узлов в которых измеряется десятками и сотнями, крайне необходимо получать оперативную информацию об отклонениях в работе системы.

Одним из самых распространенных случаев отказа системы – нехватка свободного места на логических дисках. К примеру, корпоративная почтовая система Microsoft Exchange останавливает движение почты и работу сервисов, полностью парализуя свою работу, если на системном диске недостаточно свободного места. В случае с базами данных, где хранятся почтовые ящики пользователей, ситуация может стать критической, так как в этом случае базы данных будут отключены, а процедура изменения её размеров крайне нетривиальна.

Также, не смотря на распространенность решений с отказоустойчивостью, крайне необходимо вовремя отследить изменение доступности узлов в сети, так как в это время система находится в уязвимом состоянии и следующий отказ может быть катастрофическим. Оперативная информация позволит специалистам, отвечающим за тот или иной компонент системы, в короткое время обратить внимание на проблему и использовать максимум времени для её предотвращения.

Для выполнения задач мониторинга существует огромное количество различных программных средств, как свободных, так и распространяемых на коммерческой основе. Существенным недостатком таких систем является, как ни странно, их «универсальность», которая приводит к перегруженности в функциональном плане, что в свою очередь усложняет работу с продуктом и приводит к возникновению сложностей при решении нестандартных задач. В статье предлагается разработка сценариев, предназначенных для решения конкретных задач с использованием средств языка сценариев PowerShell Core.

Изначально, Microsoft Windows PowerShell – это бесплатная оболочка командной строки и интерпретируемый язык высокого уровня для создания сценариев ОС Windows. С появлением универсальной платформы разработки с открытым кодом .NET Core, разрабатывается PowerShell Core. В качестве альтернативы с открытым исходным кодом для Windows PowerShell, из которого он и развился, он быстро становится выбором механизма автоматизации для множества администраторов, а также и разработчиков. Будучи истинной кроссплатформенной оболочкой, PowerShell Core исключительно подходит для множества различных типов операционных систем и рабочих нагрузок [1]. API, используемые .NET Core и .NET Framework совместно, определены как часть .NET Standard.

Пример 1. Необходимо выполнить опрос доступности списка конечных узлов посредством использования протокола ICMP. Список представляет собой текстовый файл с перечисленными в нем FQDN узлов, необходимых для опроса.

```

C: > Users > shalkov > Desktop > AvailableHosts.ps1 > ...
1  $Out = @()
2  $Change = @()
3  $List = Get-Content "$PSScriptRoot\Hosts.txt" | Select-Object -Unique # список узлов
4  try { # загрузка базы данных
5      $Import = Get-Content "$PSScriptRoot\Hosts.json" -ErrorAction Stop | ConvertFrom-Json
6  } catch { # создание новой базы данных, если старая не обнаружена
7      New-Item "$PSScriptRoot\Hosts.json" -ItemType File -Force -Confirm:$false
8  }
9
10 foreach ($h in $List) { # перебор узлов
11     $Data = [pscustomobject]@{ # создание базовой таблицы для узла
12         HostName = [string]$h # имя узла
13         Available = [bool]$true # по умолчанию - доступен
14         Date = '{0:dd.MM.yyyy}' -f (Get-Date) # дата выполнения
15         if (!(Test-Connection $h -Quiet)) { # проверка на доступность и следом повторная
16             if (!(Test-Connection $h -Quiet)) {$Data.Available = $false}
17         } # если узел недоступен, статус в таблице меняется на false
18         if ($Data.HostName -notin $Import.hostname) { # если в базе не найден
19             if (-not $Data.Available) {$Change += $Data} # добавить в результат
20         } else { # если найден, сравнить с предыдущим и в случае изменения добавить в отчет
21             $DBData = $Import | Where-Object {$_.hostname -eq $Data.HostName}
22             if ($Data.Available -ne $DBData.Available) {$Change += $Data} else {$Data = $DBData}
23         }
24         $Out += $Data # сохранить к итоговому данным
25     }

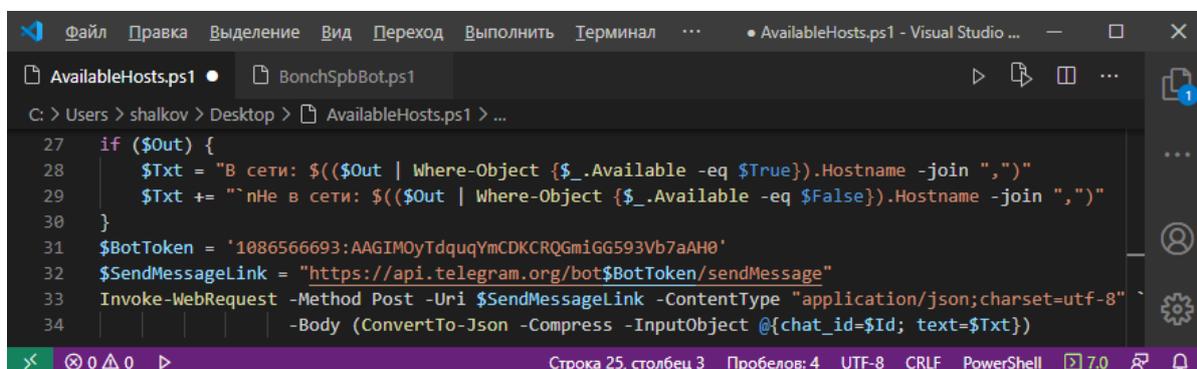
```

Рис. 6. Пример кода получения информации о доступности узлов

В качестве базы данных для хранения информации о предыдущем состоянии узлов, используется выгрузка в формате json. Создается объект в памяти со стандартными полями для каждого узла, после чего выполняется проверка его доступности. На основе полученных данных выполняется поиск узла в базе и сверяется текущий статус.

По окончании работы сценария все изменения находятся в переменной \$Out, данные из которой можно использовать для оповещения, например, посредством отправки сообщения в telegram. Для создания бота в telegram, необходимо найти через поиск @BotFather и получить токен [2]. Для отправки сообщения определенному пользователю, требуется уточнить User ID у бота @getmyid_bot.

Ниже приведен пример кода (рис. 2), где полученная ранее информация отправляется в виде текстового сообщения пользователю telegram (рис. 3).



```
27 if ($Out) {
28     $Txt = "В сети: $($Out | Where-Object {$_.Available -eq $True}).Hostname -join ",)"
29     $Txt += "`nНе в сети: $($Out | Where-Object {$_.Available -eq $False}).Hostname -join ",)"
30 }
31 $BotToken = '1086566693:AAGIM0yTdquqYmCDKCRQGmiGG593Vb7aAH0'
32 $SendMessageLink = "https://api.telegram.org/bot$BotToken/sendMessage"
33 Invoke-WebRequest -Method Post -Uri $SendMessageLink -ContentType "application/json;charset=utf-8"
34     -Body (ConvertTo-Json -Compress -InputObject @{chat_id=$Id; text=$Txt})
```

Рис. 7. Пример кода для отправки сообщения через telegram

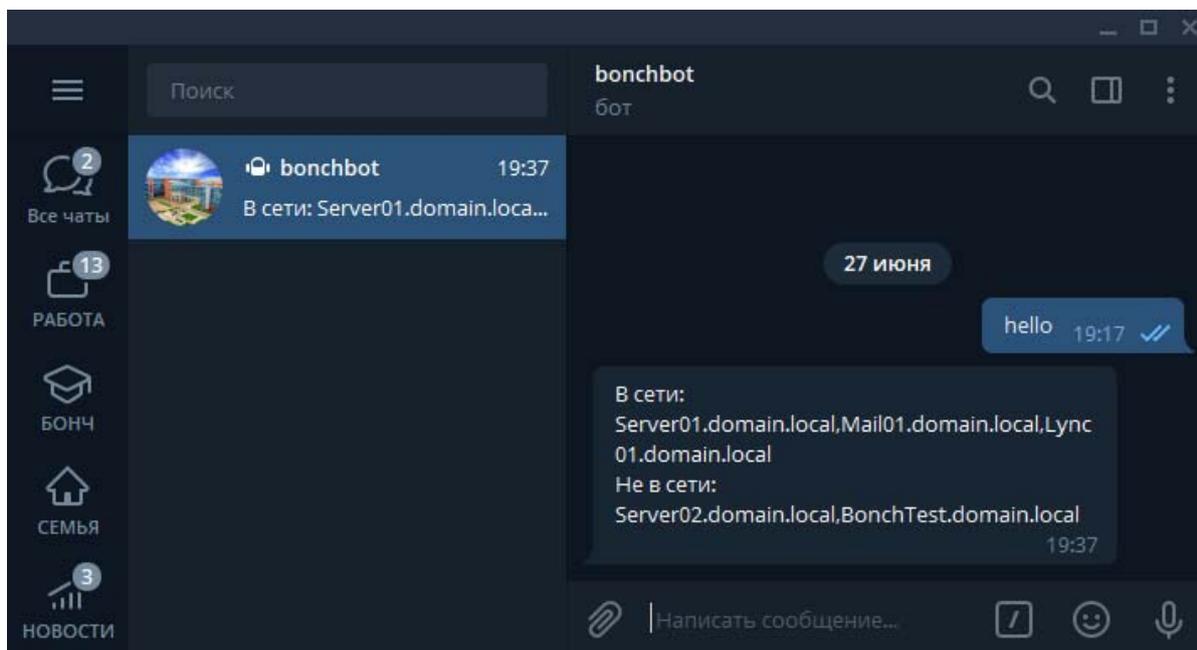


Рис. 8. Пример сообщения от бота

Пример 2. Необходимо получить информацию о логических дисках на узлах из списка. Сценарий создает запрос к службе удаленного узла и получает сведения о логических дисках. В коде выполняется преобразование величин в Гб, а также создаются дополнительные поля с отображением свободного места в процентах и статус (рис. 4).

```

1 $Servers = Get-Content "$PSScriptRoot\Hosts.txt" | Select-Object -Unique # список узлов
2 $Out = @() # пустой массив для полученных данных
3
4 foreach ($s in $Servers) { # перебор списка узлов
5     try { # область выполнения, если ошибки не обнаружено
6         Get-CimInstance -ClassName win32_logicaldisk -ComputerName $s -ErrorAction Stop | # запрос данных
7             Where-Object DriveType -eq 3 | ForEach-Object { # выбор логических дисков
8                 $Disk = $_ | Select-Object DeviceID, # буква диска
9                     VolumeName, # название диска
10                    PSComputerName, # имя узла
11                    @{l="SizeGb";e="{0:n2}" -f ($_.size / 1gb)}, # размер диска в Гб
12                    @{l="FreeSpaceGb";e="{math}::Round($_.freespace / 1gb, 2)}, # свободное место в Гб
13                    @{l="FreeSpacePercent";e="{math}::Round($_.freespace*(100/$_.size))} # %
14                }
15                $Out += $Disk | Select-Object DeviceID,
16                    VolumeName,
17                    PSComputerName,
18                    SizeGb,
19                    FreeSpaceGb,
20                    FreeSpacePercent,
21                    @{l='Status';e={if ($_.FreeSpacePercent -le 30) {"Предупреждение"} else {"Нормально"}}}
22            }
23        } catch { # в случае ошибки выполнения, создать запись с её причиной
24            if (Test-Connection $s -Quiet) {
25                $Out += [pscustomobject]@{'PSComputerName'=$s;'Status'='Ошибка'}
26            } else {
27                $Out += [pscustomobject]@{'PSComputerName'=$s;'Status'='Недоступно'}
28            }
29        }
30    }
31 }
  
```

Рис. 9. Пример кода получения информации по логическим дискам

В результате полученные данные, хранящиеся в переменной \$Out, также необходимо передать специалисту для анализа. Предлагается выполнить это с помощью отправки почтового сообщения (рис. 5).

```

1 $head = @'
2 <style>
3 td,th{border:0px solid black;border-collapse:collapse;}
4 th{color:white;background-color:black;}
5 </style>
6 '@ # стиль таблицы HTML в отчете
7 # конвертация итоговой таблицы с данными в HTML и добавление цветовой индикации
8 $Body = $Out | ConvertTo-HTML -PreContent "Информация по дискам:" -head $head | Out-String
9 $Body = $Body -replace ">Ошибка<", " bgcolor=#FF0000>Ошибка<" `
10 -replace ">Предупреждение<", " bgcolor=#FF8A2F>Предупреждение<" `
11 -replace ">Нормально<", " bgcolor=#00D000>Нормально<"
12 # формирование настроек для отправки отчета
13 $Properties = @{
14     From = "available@local"
15     To = "admin@bonch.ru"
16     SmtpServer = 'mail01.domain.local'
17     Subject = 'Изменение доступности узлов'
18     Credential = New-Object System.Management.Automation.PSCredential("Login", `
19         (ConvertTo-SecureString "Password" -AsPlainText -Force))
20     Encoding = 'UTF8'
21     Body = $Body
22     BodyAsHtml = $null
23 }
24 Send-MailMessage @Properties -ErrorAction Stop
  
```

Рис. 10. Пример кода отправки отчета с помощью почтового сообщения

По окончании выполнения сценария на почтовый ящик поступит отчет, визуально отображающий текущее состояние по свободному месту на дисках перечисленных узлов (рис. 6).

Сб 27.06.2020 18:08
available@local
Изменение доступности узлов
Кому Отдел ИТ Сотрудник Э

Информация по дискам:

DeviceID	VolumeName	PSComputerName	SizeGb	FreeSpaceGb	FreeSpacePercent	Status
C:	System	Server01.domain.local	50,48	19,27	38	Нормально
D:	Service	Server01.domain.local	9,97	5,93	60	Нормально
		Server02.domain.local				Недоступно
C:	System	Lync01.domain.local	199,48	57,18	29	Предупреждение
		DC01.domain.local				Ошибка
C:	boot	Mail01.domain.local	99,26	42,93	43	Нормально
D:	Data	Mail01.domain.local	365,66	27,97	8	Предупреждение
E:	Data 2	Mail01.domain.local	931,51	280,63	30	Предупреждение

Рис. 11. Отчет по состоянию свободного места на логических дисках

Таким образом, в работе рассмотрены примеры использования PowerShell Core для решения задач мониторинга состояния компонентов информационной систем, а также методов оповещения.

Список использованных источников

1. Глава 1. Введение в PowerShell Core [Электронный ресурс]. URL: <http://on-reader.mdl.ru/PowershellCore62Cookbook/content/Ch01.html> (дата обращения 20.06.2020).
2. Боты: информация для разработчиков [Электронный ресурс]. URL: <https://tlgrm.ru/docs/bots> (дата обращения 20.06.2020).
3. Документация по PowerShell [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/powershell/> (дата обращения 23.06.2020).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИУС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Литвиновым В. Л.

УДК 004.514

Е. А. Шафоростова (студентка гр. ИСТ-631, СПбГУТ)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В МУЗЫКАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

В данной статье рассмотрены проблемы применения информационных технологий и дистанционного обучения в музыкальном образовании. Системы дистанционного обучения по музыке особенно актуальны, потому что для родителей и учеников проблематично связаться с преподавателем во внеучебное время и получить полные ответы по вопросам выполнения домашнего задания, а также возникают ситуации, когда такой вид образования становится необходимостью.

Преподаватели могут предложить новые методики работы с информационными технологиями на уроках музыки, но для разработки системы дистанционного обучения также необходим вклад специалистов другого профиля. Именно синтез разных направлений, таких как музыкальное образование и информационные системы позволит сделать большой шаг в развитии дистанционного музыкального обучения.

Также, в статье сформулированы критерии, которым должна соответствовать система дистанционного обучения в музыкальном образовании. Эта система учитывает специфику музыкального обучения и имеет интерфейс, удобный для такой группы пользователей, как преподаватели музыкальных дисциплин.

проектирование интерфейсов, музыкальное воспитание, системы дистанционного обучения, музыкально-компьютерные технологии, информационные технологии.

В настоящее время в музыкальном образовании происходят кардинальные изменения. Эта область всегда считалась консервативной, гордилась своими традициями и неохотно впускала информационные технологии в образовательный процесс. Но последние события показывают, что классические методы обучения и новые подходы могут эффективно применяться в различных ситуациях, например, в таких как дополнительное онлайн-образование или карантинные ограничения в 2020 году.

Целью исследования в данной статье является анализ применения информационных технологий и дистанционного обучения в музыкальном образовании. Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ современного применения информационных технологий в музыкальном образовании; определить критерии, которым должна соответствовать система дистанционного обучения в музыкальном образовании.

Одно из востребованных направлений музыкального образования – дистанционное. Существует мнение, что дистанционно учить музыке очень сложно, и раньше считалось, что эффективным может быть только очное

обучение музыке, «глаза в глаза», но с развитием современных информационных технологий появилось множество изменений. С помощью Интернета и специально разработанных методик можно успешно обучать музыкальной грамоте дистанционно любую группу желающих.

Также для родителей и учеников является проблемой взаимодействие с преподавателем во внеучебное время и получение полных, исчерпывающих ответов по вопросам выполнения домашнего задания, поэтому системы дистанционного обучения по музыке особенно актуальны.

В процессе исследования создана следующая классификация рассматриваемых ресурсов:

- 1) электронные библиотеки;
- 2) тестовые задания;
- 3) электронные дневники;
- 4) тренажеры;
- 5) электронные учебники;
- 6) использование цифровых устройств.

В таблице 1 «Музыкальные ресурсы» (см. ниже) представлены информационные системы, которые могут использоваться для развития музыкальных навыков. Это развивающие игры, тренажеры, сборники диктантов и другие.

У представленных примеров есть определенные достоинства: удобный интерфейс, приятная цветовая гамма. Но есть и недостатки: отсутствие акцентов в интерфейсе, несовпадение с учебным планом, иностранный язык. Таким образом, ни один ресурс не является полноценной системой дистанционного обучения, который музыкальные школы могли бы использовать.

Поэтому сформулированы критерии качества, в которых учитываются технические характеристики, целевая аудитория и назначение объекта.

Критерии разделены на три группы: функциональные, визуальные и критерии оценки содержания образовательного материала. Они приведены в таблице 2 (см. ниже).

Опираясь на проведенный анализ и перечисленные критерии, предложено разработать систему дистанционного образования, которая учитывает специфику музыкального обучения.

ТАБЛИЦА 1. Музыкальные ресурсы

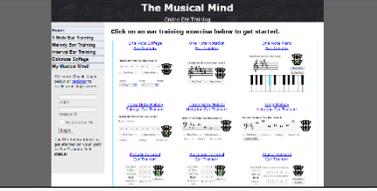
Наименование	Описание ресурса	+	–	Изображение
Виртуальный класс преподавателя музыкально-теоретических дисциплин Никитиной О. С. [1]	Музыкально-развивающие игры онлайн.	Поиск по заданиям	Неудобный интерфейс	
Сольфеджио. Онлайн [2]	Сайт «Сольфеджио. Онлайн». Онлайн тренажер по сольфеджио.	Удобный интерфейс	Не подходит школьной программе	
SolFa [3]	Проект Владимира Громадина, кандидата искусствоведения, на котором представлены образцы диктантов и последовательностей разного уровня сложности.	Приятная цветовая гамма	Неудобный интерфейс	
The musical mind [4]	Иностранный ресурс для тренировки слуха.	Удобный интерфейс	Отсутствие стиля	
Musical U [5]	Иностранный ресурс для развития различных музыкальных навыков, развитие которых входит в курс сольфеджио.	Удобный интерфейс	Доступен только на английском языке	

ТАБЛИЦА 2. Критерии оценки качества

Визуальные критерии	1	2	3	4	5	6	7	8
	Визуальное оформление	Наглядность пиктограммы/ названия	Удерживает внимание	Информативность о назначении	Отсутствие впечатления визуальной перегруженности	Стилевое единство	Стандартизация (единообразие оформления страниц)	Крупный шрифт
	Граф-дизайн, шрифтовое оформление, анимационные средства управления вниманием	Понятно ли по пиктограмме, какие функции в себе содержит элемент	Достаточно ли элемент удерживает внимание пользователя согласно его функциям, не теряется ли элемент в рабочем поле интерфейса	Понятно ли пользователю как пользоваться определенным элементом, существуют ли подсказки, если элемент сложно-составной	Могут ли устать глаза пользователя от внешнего вида элемента	Единство фреймов, шрифтов, цветовой гаммы	Единство фреймов, шрифтов, цветовой гаммы	Все надписи должны быть достаточно крупными для чтения

Продолжение Таблицы 2

Функциональные критерии	1	2	3	4	5
	Применяемость элементов интерфейса	Простота взаимодействия	Перегруженность функциями	Порядок приоритетного взаимодействия	Навигация (средства доступа к ресурсам портала)
	Как часто используется элемент пользователем	Содержит ли элемент последовательность действий во взаимодействии с ним или нет. «Пространственная группировка объясняет пользователям, каким образом одни задачи, данные и инструменты связаны с другими, и может намекать на правильную последовательность действий» [6]	Элемент отвечает за одну или несколько функций	С каких элементов пользователь начинает работу и помогает ли система организовать работу с ней в нужной последовательности	Удобное меню, наличие карты портала, средства поиска по ключевым словам

Продолжение Таблицы 2

Критерии оценки представленного образовательного материала	1	2	3	4
	Тематическая определенность (однородность материалов по тематике)	Точная адресация (оперирование понятиями пользователя)	Актуальность материала	Полнота представленного материала
	Информация о том, о чем ресурс	Информация о том, для кого создан ресурс, для какой аудитории, адаптация языка к аудитории	Обновление представленного в системе материала в соответствии с разработкой новых методик и подходов в обучении	Может ли пользователь получить на ресурсе всю необходимую для него информацию

В прототипе интерфейса разрабатываемой системы важно тщательно подбирать цветовую гамму, настраивающую на работу с музыкальным материалом. Также четко должно быть выверено количество информации на каждой странице. Теоретическая информация должна быть представлена в формате социальных сетей, что свежо, лаконично и не утомительно для обучаемых. Теоретические понятия будут отдельно вынесены, так как такая объемная информация обычно занимает большие площади и требует концентрации внимания. На странице отправки ответа будет представлена формулировка задания, чтобы сократить время затраты на поиск. Для хорошей организации учебного процесса ресурс содержит расписание, что очень важно для родителей. Таким образом, интерфейс должен быть знаком и удобен потенциальным пользователям, включать в себя знакомые элементы и привычное их расположение, а также содержать достаточно информации, которая может им пригодиться. Учитывая, что сейчас работа ведется по большей части в социальных сетях, система должна содержать похожее расположение элементов навигации, но включать в себя более подробное описание ссылок.

Список использованных источников

1. Виртуальный класс преподавателя музыкально-теоретических дисциплин Никитиной О. С. [Электронный ресурс] // teoretik4.ucoz.ru. – URL: <http://teoretik4.ucoz.ru/> (дата обращения 19.03.2019).
2. Сольфеджио. Онлайн [Электронный ресурс] // сольфеджио-онлайн.рф. – URL: <http://сольфеджио-онлайн.рф/> (дата обращения 19.03.2019).
3. SolFa [Электронный ресурс] // solfa.ru. – URL: <http://solfa.ru/> (дата обращения 19.03.2019).
4. The musical mind [Электронный ресурс] // musicalmind.org. – URL: <http://www.musicalmind.org/> (дата обращения 19.03.2019).
5. Musical U [Электронный ресурс] // musical-u.com. – URL: <https://www.musical-u.com/> (дата обращения 19.03.2019).

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ИиКД СПбГУТ Бояшовой Е.П.*