

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»

ООО «НИИ Кибернетики Сибири»

ООО «Промавтоматика»

ООО «Центр информационной безопасности»

Кафедра информатики, вычислительной техники
и информационной безопасности

ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ

**Материалы XXVI Международной научно-технической
конференции**

23 мая 2025 г., г. Барнаул

ISBN 978-5-7568-1527-6



Изд-во АлтГТУ

Барнаул • 2025

Об издании – [1](#), [2](#) © Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, 2025
© Лаборатория информационно-измерительных систем АлтГТУ, 2025
© Кафедра информатики, вычислительной техники и информационной
безопасности АлтГТУ, 2025

УДК 681.2: 62-50:65,05

И 37

Измерение, контроль, информатизация: материалы XXVI Международной научно-технической конференции (23 мая 2025 г., г. Барнаул) / Под ред. Л. И. Сучковой. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2025. – 216 с. – URL : https://journal.altstu.ru/konf_2025/2025_1/143/. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7568-1527-6

Ответственный редактор – Сучкова Л.И., д.т.н., профессор

В сборнике публикуются материалы XXVI Международной научно-технической конференции «ИКИ-2025» (доклады и/или их тезисы), проходившей в г. Барнауле в Алтайском государственном техническом университете 23 мая 2025 г. В материалах рассмотрены как вопросы расчета и проектирования информационных, контрольно-измерительных и управляющих систем и их компонент, так и практического применения подобных систем в производстве, медицине, экологии, экономике, образовании, научных исследованиях и других областях науки, техники и народного хозяйства. Материалы представляют интерес для широкого круга ученых и специалистов, работающих в данном направлении.

Материалы конференции

Минимальные системные требования

Yandex (20.12.1) или Google Chrome (87.0.4280.141) и т.п.

скорость подключения - не менее 5 Мб/с, Adobe Reader и т.п.

Дата подписания к использованию 02.07.2025. Объем издания – 6,2 Мб.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.

И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, <https://www.altstu.ru>.

ISBN 978-5-7568-1527-6

© Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2025

© Лаборатория информационно-измерительных систем АлтГТУ, 2025

вперед (оглавление)

© Кафедра информатики, вычислительной техники и информационной безопасности АлтГТУ, 2025

1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО- ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

УДК 004.832:658.512

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМУЛИРОВАННЫХ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

С.Ю. ТЫРЫШКИН

Аннотация: В статье рассматриваются особенности применения эмулированных квантовых вычислителей (ЭКВ) в системах управления технологическими процессами. Описаны основные принципы работы ЭКВ и их преимущества перед классическими вычислительными системами. Рассмотрены ключевые аспекты интеграции ЭКВ в существующие инфраструктуры управления, включая проблемы совместимости и масштабируемости. Приведены примеры практического использования ЭКВ для оптимизации производственных процессов и повышения эффективности технологических операций.

Ключевые слова: эмулированный квантовый вычислитель, управление технологическими процессами, оптимизация производства, интеграция технологий.

FEATURES OF USING EMULATED QUANTUM COMPUTERS IN TECHNOLOGICAL PROCESS CONTROL

S.Yu. Tyryshkin

Abstract: The article discusses the features of using emulated quantum computers (EQC) in technological process control systems. The main principles of EQC operation and their advantages over classical computing systems are described. Key aspects of integrating EQC into existing management infrastructures, including compatibility and scalability issues, are considered. Practical examples of using EQC for optimizing production processes and increasing efficiency of technological operations are provided.

Keywords: Emulated Quantum Computer, Technological Process Management, Production Optimization, Technology Integration

Введение. Современные производственные процессы требуют всё большего уровня автоматизации и оптимизации. Традиционные методы управления и анализа данных уже не способны справиться с растущей сложностью задач. Одним из перспективных направлений развития является использование квантовых вычислений, которые обладают потенциа-

С.Ю. Тырышкин

лом значительно ускорить решение сложных оптимизационных проблем [1-4]. Однако, несмотря на значительные достижения в области квантовых компьютеров, их коммерческое применение пока ограничено из-за высокой стоимости и сложности эксплуатации. Альтернативным решением становятся эмулированные квантовые вычислители (ЭКВ), которые позволяют моделировать работу квантового компьютера на классических вычислительных платформах. В данной статье мы рассмотрим особенности использования ЭКВ в контексте управления технологическими процессами, а также обсудим их потенциальные преимущества и вызовы.

Основные принципы работы эмулированных квантовых вычислителей. Эмулированные квантовые вычислители представляют собой программное обеспечение, которое имитирует работу настоящего квантового компьютера на классическом оборудовании. Это позволяет исследователям и разработчикам экспериментировать с квантовыми алгоритмами без необходимости иметь доступ к физическому квантовому устройству. Основными компонентами ЭКВ являются кубиты — элементарные единицы квантовой информации, которые могут находиться в состоянии суперпозиции и запутанности. Эти свойства позволяют квантовым компьютерам одновременно обрабатывать несколько состояний системы, что делает их особенно эффективными для решения определённых классов задач.

Преимущества использования эмулированных квантовых вычислителей. Одним из ключевых преимуществ ЭКВ является возможность тестирования и разработки квантовых алгоритмов до появления полноценных квантовых компьютеров. Это даёт компаниям и исследовательским группам возможность подготовиться к будущему внедрению квантовых технологий и разработать оптимальные стратегии их использования. Другое важное преимущество заключается в том, что ЭКВ могут быть интегрированы в существующие ИТ-инфраструктуры предприятий, минимизируя затраты на модернизацию оборудования.

Кроме того, ЭКВ предлагают значительное ускорение выполнения определённых типов вычислительных задач по сравнению с традиционными методами. Например, квантовые алгоритмы, такие как алгоритм Шора для факторизации чисел или алгоритм Гровера для поиска в базах данных, демонстрируют экспоненциальное ускорение по сравнению с аналогичными классическими алгоритмами. Это делает ЭКВ привлекательными для применения в задачах оптимизации производственных процессов, где время обработки данных критически важно.

Проблемы и вызовы интеграции эмулированных квантовых вычислителей. Несмотря на очевидные преимущества, интеграция ЭКВ в системы управления технологическими процессами сталкивается с рядом трудностей. Одной из основных проблем является ограниченная мощность

современных классических компьютеров, которые используются для эмуляции квантовых процессов. Чем больше кубитов задействовано в моделируемом квантовом компьютере, тем больше ресурсов требует система. Это накладывает ограничения на размер и сложность решаемых задач [1].

Другая проблема связана с необходимостью адаптации существующих алгоритмов управления под специфические требования квантовых вычислений. Многие традиционные подходы к управлению технологическими процессами основаны на детерминистских моделях, тогда как квантовые алгоритмы часто оперируют вероятностными результатами. Это требует разработки новых методов интерпретации и использования результатов квантовых вычислений в рамках традиционных систем управления [2].

Наконец, вопрос безопасности данных остаётся актуальным. Поскольку ЭКВ работают на классических компьютерах, они подвержены тем же уязвимостям, что и обычные информационные системы. Защита конфиденциальной информации становится важным аспектом при внедрении квантовых технологий в производственные процессы [3].

Примеры практического использования эмулированных квантовых вычислителей. *Оптимизация производственного расписания.* Один из примеров успешного применения ЭКВ — это оптимизация производственного расписания. Задача состоит в распределении ресурсов таким образом, чтобы минимизировать время выполнения всех операций и избежать конфликтов между различными этапами процесса. Квантовые алгоритмы, такие как вариационный квантовый отжиг (VQE), показывают хорошие результаты в решении этой задачи благодаря своей способности находить глобально оптимальное решение среди множества возможных вариантов.

Управление цепочками поставок. Другой пример касается управления цепочками поставок. Здесь задача заключается в минимизации затрат и времени доставки товаров от поставщиков к потребителям. Использование квантовых алгоритмов позволяет учитывать большее количество факторов и ограничений, что приводит к более эффективным стратегиям управления логистикой.

Мониторинг и контроль качества продукции. ЭКВ также находят применение в задачах мониторинга и контроля качества продукции. Квантовые алгоритмы могут использоваться для анализа больших объёмов данных, поступающих с датчиков, установленных на производственном оборудовании [4]. Это позволяет выявлять аномалии и дефекты продукции на ранних стадиях, что способствует повышению общего качества выпускаемой продукции.

Заключение. Использование эмулированных квантовых вычислителей открывает новые возможности для оптимизации и улучшения управления

технологическими процессами. Несмотря на существующие технические и организационные трудности, перспективы внедрения квантовых технологий в промышленность выглядят весьма многообещающими. Дальнейшие исследования и разработки в этой области позволят преодолеть текущие ограничения и сделать квантовые вычисления неотъемлемой частью современных систем управления производством.

Источники информации:

1. Barends, R. et al, “Superconducting quantum circuits at the surface code threshold for fault tolerance,” Nature 508, 2014, pp. 500–503.
2. Yuanhao Wang, Ying Li, Zhang-qi Yin, Bei Zeng, “16-qubit IBM universal quantum computer can be fully entangled,” arXiv:1801.03782v3 [quantum-ph], 2018.
3. Lily Chen, Stephen Jordan, Yi-Kai Liu, Dustin Moody, Rene Peralta, Ray Perlner, Daniel Smith-Tone, “Report on Post-Quantum Cryptography,” NIST Interagency Report 8105, 2016, 15 p.
4. Тырышкин, С. Ю. Эмуляция квантовых вычислительных процессов для автоматизированных систем управления на классическом ПК / С. Ю. Тырышкин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. — 2024. — № 12. — С. 130–134. — ISSN 2223-2966. — DOI 10.37882/2223-2966.2024.12.36.

Сведения об авторах:

Тырышкин Сергей Юрьевич, доцент, к.т.н., ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, e-mail: service.vip-spe@yandex.ru

УДК 519.2

ФИЛЬТРАЦИЯ В ЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМАХ С МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫМИ ВОЗМУЩЕНИЯМИ И НЕИЗВЕСТНЫМ ВХОДОМ

В.И. СМАГИН, А.О. ГОРЕВОЙ

Аннотация: в работе рассматривается задача синтеза фильтра для дискретного объекта с мультипликативными возмущениями и неизвестным входом. Задача решена с использованием компенсационного подхода, в основе которого лежит компенсация неизвестного возмущения.

Ключевые слова: Оценки фильтрации, дискретная система, мультипликативные возмущения, неизвестный вход

FILTERING IN LINEAR DISCRETE SYSTEMS WITH MULTIPLICATIVE PERTURBATIONS AND UNKNOWN INPUT

V.I. Smagin, A.O. Gorevoi

Abstract: The paper considers the problem of filter synthesis for a discrete system with multiplicative perturbations and an unknown input. The problem is solved using a compensatory approach based on compensation for unknown input.

Keywords: filtering estimates, discrete system, multiplicative perturbations, unknown input

Модель объекта описывается разностным уравнением:

$$x(k+1) = Ax(k) + Bx(k)\theta(k) + f + q(k), \quad x(0) = x_0, \quad (1)$$

где $x(k) \in \mathbb{R}^n$ – вектор состояния; A, B – $n \times n$ -матрицы; f – неизвестный постоянный вектор; $q(k), \theta(k)$ – независимые гауссовские случайные последовательности с характеристиками: $M\{q(k)\} = 0$,

$$M\{q(k)q^T(j)\} = Q\delta_{k,j}$$

$$M\{\theta(k)\} = 0, \quad M\{\theta^2(k)\} = \delta_{k,j}.$$

Канал наблюдений имеет вид

$$y(k) = Sx(k) + v(k), \quad (2)$$

$y(k) \in \mathbb{R}^l$ – вектор измерений; S – матрица размерности $l \times n$; $v(k)$ – белая гауссовская случайная последовательность ошибок измерений, с характеристиками: $M\{v(k)\} = 0$, $M\{q(k)v^T(j)\} = 0$,

$$M\{v(k)v^T(j)\} = V\delta_{i,j}.$$

В.И. Смагин, А.О. Горевой

Предполагается, что для матриц (S, A) выполняются условия наблюдаемости. Случайный вектор x_0 не зависит от процессов $\theta(k)$, $q(k)$ и $v(k)$ и определяется следующими характеристиками:

$$M\{x(0)\} = \bar{x}_0, \quad M\{(x(0) - \bar{x}_0)(x(0) - \bar{x}_0)^T\} = P_0.$$

Для системы (1) и канала наблюдений (2) требуется построить фильтр, вычисляющий оценку вектора состояния, не использующий оценки неизвестной постоянной составляющей возмущений, а также требуется синтезировать дискретный линейный экстраполятор, вычисляющий оценку на один такт вперед.

Рассмотрим сначала задачу фильтрации для случая, когда матрицы A, B, Q, V, S в описании объекта постоянные.

Для решения задачи фильтрации в случае постоянных параметров осуществим преобразование дискретной системы (1). Для этого исключается постоянная составляющая возмущений f из описания объекта посредством вычитания из уравнения (1) такого же уравнения, но со сдвигом на один такт. Результатом является следующее уравнение:

$$\begin{aligned} x(k+1) = & (A + E_n)x(k) - Ax(k-1) + Bx(k)\theta(k) - \\ & - A_s x(k-1)\theta(k-1) + q(k) - q(k-1) \end{aligned} \quad (3)$$

Расширение пространства состояния системы осуществляется посредством добавления к уравнению (3) тождества

$$x(k) = x(k). \quad (4)$$

Введя обозначения

$$X(k) = \begin{pmatrix} x(k) \\ x(k-1) \end{pmatrix}, \quad \bar{B}^{(1)} = \begin{pmatrix} B & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \bar{B}^{(2)} = \begin{pmatrix} 0 & -B \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

система (3), (4) представляется в векторно-матричной форме

$$X(k+1) = \bar{A}X(k) + \bar{B}^{(1)}X(k)\theta(k) + \bar{B}^{(2)}X(k)\theta(k-1) + \bar{q}(k), \quad X(0) = X_0, \quad (6)$$

где $\bar{A}$, — $2n \times 2n$ -матрица имеет блочную структуру

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} A + E_n & -A \\ E_n & 0 \end{pmatrix}, \quad (7)$$

случайный вектор $X_0 = (x_0^T \quad x_{-1}^T)^T$ имеет следующие характеристики:

$$M\{X(0)\} = \bar{X}_0, \quad M\{(X_0 - \bar{X}_0)(X_0 - \bar{X}_0)^T\} = \bar{P}_0, \quad (8)$$

где $\bar{X}_0 = (\bar{x}_0^T \bar{x}_{-1}^T)^T$. Отметим, что здесь дополнительно вводится n -мерный вектор x_{-1} , который является независимым от $q(k)$ и $v(k)$.

В рассмотренной модели (6) процесс $\bar{q}(k)$ не является белой гауссовской последовательностью, так как процессы $\bar{q}(k)$ и $\bar{q}(k-1)$ будут коррелированы:

$$M\{\bar{q}(k)\bar{q}^T(j)\} = \begin{cases} \bar{Q}, & \text{если } j = k, \\ \bar{\bar{Q}}, & \text{если } j = k-1, \\ 0, & \text{если } 0 \leq j < k-1, \end{cases} \quad (9)$$

где

$$\bar{Q} = \begin{pmatrix} 2Q & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \bar{\bar{Q}} = \begin{pmatrix} -Q & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Канал наблюдений для расширенной системы (8) можно представить в виде

$$y(k) = \bar{S}X(k) + v(k), \quad (11)$$

где

$$\bar{S} = (S \quad 0). \quad (12)$$

В качестве уравнения для вычисления оценки вектора состояния расширенной системы выберем уравнение по своей структуре, совпадающее с фильтром Калмана:

$$\hat{X}(k+1) = \bar{A}\hat{X}(k) + K(k)(y(k+1) - \bar{S}\bar{A}\hat{X}(k)), \quad \hat{X}(0) = \bar{X}_0. \quad (13)$$

Введем обозначение $\bar{P}(k) = M\{e(k)e^T(k)\}$, где $e(k) = \hat{X}(k) - X(k)$.

Тогда матрица $\bar{P}(k)$ определится из уравнения:

$$\begin{aligned} \bar{P}(k+1) = & (\bar{A} - K(k)\bar{S}\bar{A})\bar{P}(k)(\bar{A} - K(k)\bar{S}\bar{A})^T + (\bar{A} - K(k)\bar{S}\bar{A})Q_e(K(k)\bar{S} - E_{2n})^T + \\ & + K(k)VK^T(k) + (K(k)\bar{S} - E_{2n})Q_e^T(k)(\bar{A} - K(k)\bar{S}\bar{A})^T + \\ & + (K(k)\bar{S} - E_{2n})\hat{Q}K(k)\bar{S} - E_{2n})^T, \quad \bar{P}(0) = \bar{P}_0, \end{aligned}$$

где

$$\hat{Q} = \bar{Q} + \bar{B}^{(1)}(\bar{P}(k) + \hat{X}(k)\hat{X}^T(k))\bar{B}^{(1)T} + \bar{B}^{(2)}(\bar{P}(k) + \hat{X}(k)\hat{X}^T(k))\bar{B}^{(2)T},$$

$$Q_e = M\{e(k)\bar{q}^T(k)\} = (K(k-1)\bar{S} - E_{2n})\bar{\bar{Q}}.$$

Коэффициенты передачи фильтра (17) определяются по формуле:

$$K(k) = \tilde{P}(k) \bar{S}^T (\bar{S} \tilde{P}(k) \bar{S}^T + V)^{-1}, \quad (14)$$

где

$$\begin{aligned} \tilde{P}(k) &= \bar{A} \bar{P}(k) \bar{A}^T + \bar{Q} (E_{2n} - \bar{S}^T K(k-1)^T) \bar{A}^T + \bar{A} (E_{2n} - K(k-1) \bar{S}) \bar{Q} + \bar{Q}', \\ \bar{Q}' &= \bar{Q} + \bar{B}^{(1)} (\bar{P}(k) + \hat{X}(k) \hat{X}^T(k)) \bar{B}^{(1)T} + \bar{B}^{(2)} (\bar{P}(k) + \hat{X}(k) \hat{X}^T(k)) \bar{B}^{(2)T}. \end{aligned}$$

Моделирование выполнено для следующих данных:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0.05 & 0.9 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0.025 & 0.1 \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} 0.01 & 0 \\ 0 & 0.02 \end{bmatrix},$$

$$V = 2, \quad S = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad x_0 = \begin{bmatrix} 1.0 \\ 1.5 \end{bmatrix}, \quad P_0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

Качество фильтрации оценивалось посредством сравнения стандартных ошибок отклонений оценок вектора состояния. Предложенный метод фильтрации, обобщающий метод [1], основанный на компенсационном подходе, сравнивался с алгоритмом, в котором неизвестный вход оценивается по методу МНК [2, 3]. Стандартные ошибки отклонений оценок фильтрации состояний системы для первой и второй компоненты вектора состояний σ_1 и σ_2 приведены в таблице. Результаты моделирования получены при k с усреднением по 1000 реализациям.

Таблица 1 – Стандартные ошибки отклонений оценок σ_i вектора состояния

номер компоненты	Алгоритм	
	Компенсационный	МНК
	σ_i	σ_i
1	0,82	0,93
2	1,80	3,61

Выводы. Разработан алгоритм фильтрации для линейной дискретной модели с мультипликативными возмущениями и неизвестным входом, который позволяет осуществлять фильтрацию процессов. Как показали результаты моделирования предложенный алгоритм позволяет повысить точность оценивания компонент вектора состояния. Алгоритм фильтрации может быть использован при проектировании программных средств автоматизации.

Источники информации

1. Смагин В.И. Оценивание состояний нестационарных дискретных систем при неизвестном входе с использованием компенсаций // Изв. вузов Физика. 2015. Т. 58. №7. С. 122–127.
2. Witczak M. Fault diagnosis and fault-tolerant control strategies for non-linear systems. Chapter 2. Unknown input observers and filters // Lecture Notes in Electrical Engineering. Springer International Publishing, Switzerland. 2014. P. 19–56.
3. Li A. Yu. Liub S., Zhongc M., Steven X. Ding state estimation for stochastic discrete-time systems with multiplicative noises and unknown inputs over fading channels // Applied Mathematics and Computation. 2018. vol. 320. pp. 116–130.

Сведения об авторах:

Томский государственный университет: Смагин Валерий Иванович – д.т.н, профессор, vsm@mail.tsu.ru; Горевой Александр Олегович – студент, gorevaya134@gmail.com.

УДК 004.021

О СЖАТИИ НЕЙРОСЕТЕЙ С АРХИТЕКТУРОЙ «ТРАНСФОРМЕР»

С.Д. НИКИТИН, А.И. МАМОНТОВ

Аннотация: рассматриваются формулы, используемые в нейросетях с архитектурой «Трансформер». Эти формулы содержат множество линейных полиномов, коэффициенты которых можно округлять и представлять целыми числами без значительной потери точности. Анализируются округленные коэффициенты конкретной нейросети. Выясняется, что многие коэффициенты близки к нулю и что набор содержит множество похожих комбинаций соседних коэффициентов. Эти наблюдения используются для сжатия нейросетей.

Ключевые слова: линейные полиномы, целые числа, нейронная сеть, трансформер

ON COMPRESSION OF NEURAL NETWORKS WITH THE TRANSFORMER ARCHITECTURE

S.D. Nikitin, A.I. Mamontov

Abstract: The paper considers formulas used in neural networks with the Transformer architecture. These formulas contain many linear polynomials whose coefficients can be rounded and represented as integers without significant loss of accuracy. The rounded coefficients of a specific neural network are analyzed. It turns out that many coefficients are close to zero and that the set contains many similar combinations of neighboring coefficients. These observations are used to compress neural networks.

Keywords: linear polynomials, integers, neural network, transformer

Нейронные сети с архитектурой «Трансформер», такие как GigaChat, широко используются для информатизации и цифровизации. Эти сети имеют значительные размеры, поэтому их сжатие является актуальной задачей.

Входными данными классической нейронной сети «Трансформер» [1] является текст. Он разбивается на токены – минимальные смысловые единицы – слова, части слов или даже символы. Каждый из этих токенов заменяется на число в соответствии со словарем, что позволяет преобразовать текст в вектор целых чисел. Затем все целые числа преобразуются в векторы с помощью алгоритма встраивания (embedding). Значения векторов встраивания для каждого токена из словаря модели определяются в процессе обучения. Для учета порядка слов алгоритм позиционного кодирования добавляет информацию о позиции токена в векторы встраивания. Полученный вектор векторов (матрица) поступает в энкодер.

С.Д. Никитин, А.И. Мамонтов

Энкодер последовательно применяет к матрице N блоков. Каждый блок выдаёт матрицу первоначального размера и может рассматриваться [2] как функция $f_\theta: \mathbb{R}^{n \times d} \rightarrow \mathbb{R}^{n \times d}$, где $\mathbb{R}^{n \times d}$ – пространство матриц размером $n \times d$, а θ – совокупность обучаемых параметров, состоящая из весовых матриц W и параметров слоя нормализации γ, β .

Сначала определяются три вектора для механизмов внимания конкретных «голов»:

$$\mathbf{q}_{h,i} = W_{q,h}^T \mathbf{x}_i, \mathbf{k}_{h,i} = W_{k,h}^T \mathbf{x}_i, \mathbf{v}_{h,i} = W_{v,h}^T \mathbf{x}_i,$$

где $\mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^d$ – вектор признаков на позиции i , $W_{q,h}, W_{k,h}, W_{v,h} \in \mathbb{R}^{n \times r}$ – обучаемые матрицы весов для проекции векторов признаков на новое пространство размерности r .

Коэффициенты внимания рассчитываются следующим образом:

$$\alpha_{i,h,j} = \text{softmax}_j \left(\frac{(\mathbf{q}_{h,i}, \mathbf{k}_{h,j})}{\sqrt{r}} \right),$$

$$\text{где } \text{softmax}(\mathbf{t})_j = \frac{e^{t_j}}{\sum_{l=1}^r e^{t_l}}.$$

Вычисленные коэффициенты внимания используются для взвешивания значений $\mathbf{v}$:

$$\mathbf{u}'_i = \sum_{h=1}^H W_{c,h}^T \sum_{j=1}^n \alpha_{i,h,j} \mathbf{v}_{h,j},$$

где $W_{c,h}^T$ – матрица, которая преобразует результат каждой «головы» из $\mathbb{R}^r$ в $\mathbb{R}^d$.

Далее происходит добавление остаточного соединения (residual connection) и нормализация по следующей формуле:

$$\mathbf{u}_i = \text{LayerNorm}(\mathbf{x}_i + \mathbf{u}'_i; \gamma_1, \beta_1), \text{ где } \gamma_1, \beta_1 \in \mathbb{R}^d.$$

Функция LayerNorm нормализует вектор по компонентам:

$$\text{LayerNorm}(\mathbf{z}; \gamma, \beta) = \gamma \odot \frac{\mathbf{z} - \mu_z}{\sigma_z} + \beta,$$

где μ_z – среднее значение вектора, σ_z – стандартное отклонение вектора,

$$\mu_z = \frac{1}{d} \sum_{l=1}^d \mathbf{z}_l, \sigma_z = \sqrt{\frac{1}{d} \sum_{l=1}^d (\mathbf{z}_l - \mu_z)^2},$$

γ, β – обучаемые параметры, которые масштабируют и смещают нормализованный вектор, $\odot$ – покомпонентное произведение.

После добавления остаточного соединения и нормализации идёт полносвязный слой с активацией ReLU:

$$\mathbf{z}'_i = W_2^T \text{ReLU}(W_1^T \mathbf{u}_i),$$

где $W_1 \in \mathbb{R}^{d \times m}$, $W_2 \in \mathbb{R}^{m \times d}$ – обучаемые матрицы, а ReLU – нелинейная функция активации, определяемая как $\text{ReLU}(x) = \max(0, x)$.

На выходе полносвязного слоя снова используются остаточное соединение и слой нормализации:

$$\mathbf{z}_i = \text{LayerNorm}(\mathbf{u}_i + \mathbf{z}'_i; \gamma_2, \beta_2), \text{ где } \gamma_2, \beta_2 \in \mathbb{R}^d.$$

Выход последнего блока энкодера $\mathbf{z}_i$ поступает в декодер. У декодера схема аналогичная, но внутри каждого из N блоков два слоя внимания, один из которых использует выход энкодера. Декодер использует этот выход энкодера для генерации выходных данных всей сети.

Итак, в трансформере много умножений матриц на вектор вида $A\mathbf{x}$. Существуют различные разновидности архитектуры «Трансформер», но и в них много умножений матриц на вектор вида $A\mathbf{x}$. Эти умножения представляют собой записанные в столбик линейные полиномы $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j$. При определенных условиях коэффициенты подобных полиномов можно округлять без значительной потери точности результата вычисления всего полинома (см., например, [3]).

Мы округляем (квантуем) каждый параметр-вес (weight) нейросети x по формуле:

$$x_{\text{new}} = \frac{\text{round}(x * 2^{b-1})}{2^{b-1}}$$

и экспериментируем с различными значениями b , при этом параметры смещения (bias) не затрагиваются.

Для удобства исследования была выбрана нейросеть DistilBERT. Эта нейросеть на 40% меньше оригинальной BERT, на 60% быстрее и при этом сохраняет 97% функциональности.

В качестве тестовой задачи была выбрана задача бинарной классификации сообщений («твиттов») о катастрофах. Требуется определить, является ли сообщение ложным («фейковым») или истинным.

Ниже приведена таблица 1, отражающая результаты экспериментов.

Таблица 1 – Снижение точности при потере информации

Значение b	10	9	8	7	6	5	4
Точность до квантования, %	81.80	81.80	81.80	81.80	81.80	81.80	81.80
Точность после квантования, %	81.87	81.27	81.87	82.13	81.93	75.16	53.42
Размер по памяти параметров модели, Мб	126.12	113.74	102.11	77.51	70.75	66.25	64.00

Максимальное сжатие параметров модели при меньшем снижении точности было достигнуто при $b = 6$. На рисунке для некоторых слоёв DistilBERT приведены графики распределения округлённых параметров, представленных целыми числами, то есть вычисленных по формуле $\text{round}(x * 2^{b-1})$.

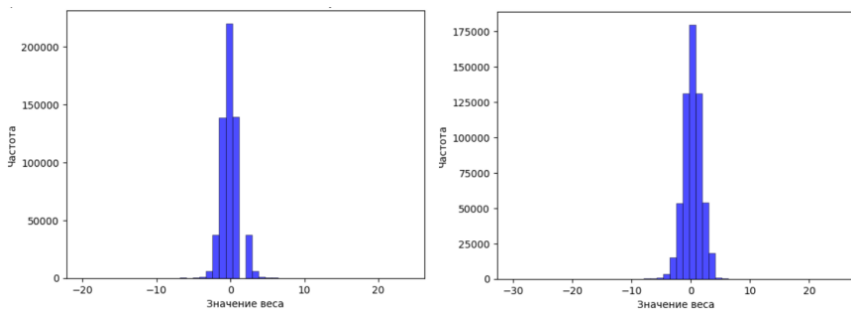


Рисунок 1 – Распределения округлённых параметров

Веса, представленные целыми числами, распределены от -30 до 23 , поэтому можно использовать тип данных Int8, который хранит значения от -128 до 127 . Однако есть компоненты слоёв, где веса варьируются от -319 до 70 , и в таких случаях следует применять тип данных Int16.

На основе анализа распределений обучаемых параметров можно предложить следующий способ хранения параметров нейросети. Все обучаемые параметры хранятся с помощью упорядоченного словаря, который сопоставляет каждый слой с его тензором параметров. Вместо типа данных Float32 для хранения параметров-весов используются Int8 и Int16. Такой подход позволил уменьшить объем памяти после квантования до 70.75 Мб при $b = 6$, тогда как изначальный объем составлял 255.41 Мб.

Оказалось, что представленные с помощью целых чисел слои нейросети содержат множество похожих комбинаций соседних коэффициентов. Это проявляется при сжатии с помощью библиотеки zlib. При $b = 6$ объем памяти после применения zlib составил 40.17 Мб. Аналогичные результаты мы получили для нейронной сети RoBERTa.

Источники информации

1. Vaswani A. et al. Attention is all you need // Advances in Neural Information Processing Systems 30: Annual Conference on Neural Information Processing Systems 2017, December 4-9, 2017, Long Beach, CA, USA, 2017, pp. 5998–6008.

2. Thickstun J. The transformer model in equations. University of Washington, Tech. Rep, 2021. URL <https://johnthickstun.com/docs/transformers.pdf> (дата обращения 27.04.2025).

3. Мамонтов А.И. О способах экономии компьютерной памяти при классификации данных с помощью полносвязных нейронных сетей // Вестник МЭИ 2021. – № 3. – С. 103–109.

Сведения об авторах:

НИУ «МЭИ»: **Никитин Сергей Денисович** – студент, nikitinsd@mpei.ru,
Мамонтов Андрей Игоревич – к.т.н., доцент, MamontovAI@mpei.ru.

УДК 53.082.532

ОБЗОР СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

А.И. КИРИЛЛОВ, Е.Ю. ШЕЛКОВНИКОВ

Аннотация: в работе рассмотрены способы контроля влажности окружающей среды на лобовом стекле автомобильного транспортного средства. Показаны основные особенности различных типов датчиков дождя современных производителей. Выполнена постановка задачи для разработки отечественного оптического датчика дождя на базе микроконтроллера с применением призмы.

Ключевые слова: автомобильное транспортное средство, контроль влажности, датчик дождя, импортозамещение, климат-контроль.

METHODS REVIEW OF NATURAL ENVIRONMENTAL OBJECTS CONTROL FOR VEHICLE

A.I. Kikrillov, E.Yu. Shelkovnikov

Abstract: The paper considers methods of monitoring the humidity of the environment on the windshield of a motor vehicle. The main features of various types of rain sensors from modern manufacturers are shown. The task for developing a domestic optical rain sensor based on a microcontroller using a prism is set.

Keywords: automobile vehicle, humidity control, rain sensor, import substitution, climate control.

Контроль объектов природной среды снаружи и внутри транспортного средства (ТС) является частью систем помощи водителю и способствует повышению безопасности и комфорта [1, 2]. В качестве таких объектов могут выступать температура, влажность, качество воздуха, солнечный свет и др. Контроль данных объектов используется в ряде блоков ТС: климат-контроль; автоматическое включение фар в темное время суток или в туннеле; автоматическое включение передних стеклоочистителей и регулирование их скорости в зависимости от внешних условий и др.

В настоящее время перед отечественной промышленностью остро стоит актуальная проблема импортозамещения зарубежного оборудования, в том числе в сфере автомобилестроения [3, 4], что требует не только инженерной разработки основных и вспомогательных блоков для выпускаемой продукции, но и проведения научно-исследовательских работ, так как большинство сведений о структуре и принципах функционирования таких блоков являются «закрытыми» и не имеют открытых литературных данных.

А.И. Кириллов, Е.Ю. Шелковников

Одним из таких блоков является система климат-контроля, в частности, контроль влажности переднего лобового стекла. Для контроля влажности внутри ТС используется датчик запотевания; а снаружи – датчик дождя. В первом случае к имеющимся датчикам температуры системы климат-контроля устанавливают датчик влажности салона [5]. Для разработки датчика дождя необходимо выполнить анализ существующих типов датчиков ведущих производителей, понять принципы их работы.

Целью работы является анализ существующих датчиков дождя и принципов их работы, а также выбор наиболее оптимального типа датчика для дальнейшей разработки.

Существует множество различных типов датчика дождя, основанных на разных физических принципах: механические [6], резистивные [7, 8], емкостные [9-12], оптические с ПЗС-камерой [13-15], оптические с оптоэлектронной парой [16-20] и микроволновые [21].

В механических датчиках используется мембрана для улавливания вибраций от капель дождя. Данный тип датчиков не учитывает встречный поток воздуха, который также будет создавать вибрацию мембраны, что приведет к неработоспособности устройства.

Емкостные датчики работают по принципу измерения импеданса между двумя электродами. При попадании капель на стекло изменяется емкость и импеданс, соответственно. Необходимо отметить, что электроды должны находиться почти на внешней поверхности стекла ТС для повышения чувствительности, т.е. датчик должен быть уже встроен в лобовое стекло на этапе его производства. Это приведет к его удорожанию.

Измерение активного сопротивления между двумя электродами является наиболее простым способом, но требует контактного измерения. Данные контакты подвержены накоплению пыли и, как следствие, ложное изменение сопротивления.

Оптические способы с применением ПЗС-камер сложны по своей сути, поскольку требуют обработки больших массивов данных в режиме реального времени. Так же данный способ очень чувствителен к изменению внешнего окружения: солнечный свет, тени от деревьев, свет фонарей и т.д.

Применение эффекта Доплера в микроволновом датчике дождя позволяет бесконтактно обнаруживать движущиеся объекты, но накладывает ограничения на размер капель дождя из-за длины волны излучателя, т.е. датчик имеет ограниченное применение.

Среди оптических датчиков с применением оптоэлектронных пар так же есть различные способы пропускания светового пучка от излучателя до приемника. Так использовался барьер между излучателем и приемником [16]. А также – наклонная плоскость с приемниками и

передатчиками [17, 20]. Но обе конструкции не имеют защиты от солнечного засвета и требуют сложной калибровки под разные виды стекол (например, многослойные). Наилучшим типом датчика дождя представляется волноводный с применением призмы [18, 19].

На рис. 1 приведена схема работы оптического датчика дождя с применением призмы для ТС. Для крепления призмы к стеклу используется акриловая прозрачная клейкая лента [22].

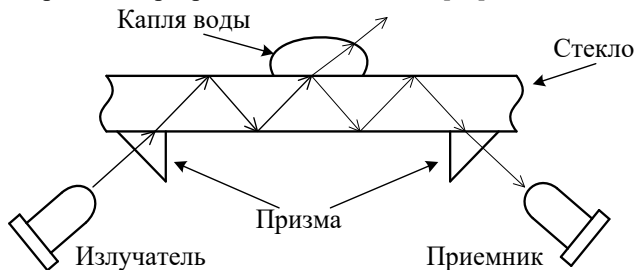


Рисунок 1 – Структурная схема прохождения пучка света в оптическом датчике дождя

Принцип работы относительно прост. При попадании капли на стекло часть света от излучателя рассеивается в атмосферу и на приемник попадает меньше этого света. В первом приближении, можно подключить к приемнику компаратор, с выхода которого управлять стеклоочистителем ТС. Но данная схема не учитывает множества факторов: интенсивности дождя, температурного влияния на излучатель и приемник, совместной работа стеклоочистителя и датчика дождя (датчик дождя должен размещаться в рабочей зоне стеклоочистителя).

В связи с этим, необходимо автоматизировать работу датчика, например, с применением микроконтроллера (МК). Такой принцип применяется в зарубежных датчиках дождя ведущих производителей:

- “Hella”, парт-номер 6PW012343721 [23, 24];
- “Mercedes”, парт-номер A2049017801 [25];
- “Bosch”, парт-номер 1397212134 [26].

Структурная схема представленных датчиков представлена на рис. 2.

Необходимо отметить, что для компенсации внешнего источника (солнечного) света и температуры применяются несколько приемников и излучателей (как минимум по 2 штуки). В этом случае каждый датчик должен иметь свой уникальный алгоритм работы, так как конструкции рассмотренных датчиков дождя имеют разное расположение излучателей и приемников.

Также существует отечественный датчик дождя ЗАО «Энергомаш», который устанавливается самостоятельно на ТС [27]. Но он не имеет

призмы, а только излучатели и приемники, которые расположены под наклонном [28].

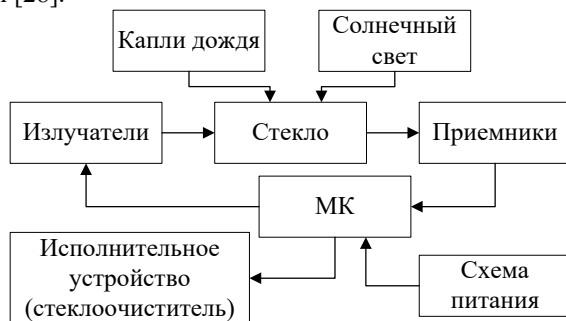


Рисунок 2 – Структурная схема современного оптического датчика

Как упоминалось выше, такой датчик имеет сложную калибровку под разные виды стекол. При этом сам производитель пишет о том, что данный датчик «не работает с атермальными и электрообогреваемыми стеклами». Данное заявление уже говорит о том, что датчик «устарел» и требуется его модернизация.

Выводы. Контроль влажности окружающей среды для автомобильного транспортного средства необходим для повышения безопасности и комфорта водителя. Данный контроль преимущественно осуществляется в блоке климат-контроля транспортного средства с использованием датчика запотевания лобового стекла и датчика дождя. Наиболее оптимальным выбором типа датчика для дальнейшей разработки является волноводный с применением призмы, так как в современных датчиках ведущих производителей используется именно этот тип. При этом отечественный аналог уступает импортным поскольку не имеет призмы, что снижает надежность и универсальность датчика. В связи с этим, разработка отечественного датчика дождя на доступной элементной базе является актуальной задачей импортозамещения для отечественной автомобильной промышленности. Применение микроконтроллера позволит автоматизировать работу датчика дождя и уменьшить его габариты, что важно в условиях ТС, т.к. датчик не должен ухудшать видимость (поле зрения) водителя.

Источники информации

1. Гаевский Виталий Валентинович, Иванов Андрей Михайлович. "Проблемы применения интеллектуальных систем помощи водителю на одноколейных транспортных средствах" Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева, №3 (122), 2018, С. 121-129.

А.И. Кириллов, Е.Ю. Шелковников

2. Сысоева Светлана. "Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. Часть 1. Новые технологии и применения датчиков автомобильных систем помощи водителю" Компоненты и Технологии, №61, 2006, С. 34-44.

3. Корнеева Дина Владиславовна, Овчинников Андрей Витальевич. "Оценка перспектив импортозамещения на российском рынке автокомпонентов" Проблемы прогнозирования, №6, 2024, С. 102-115. doi:10.47711/0868-6351-207-102-115

4. Михайлин, Н. В. Импортозамещение в автомобильной промышленности России в условиях развития НИОКР и локализации производства как фактор обеспечения её экономической безопасности / Н. В. Михайлин // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 6.

5. Патент на изобретение «Система и способ устранения запотевания ветрового стекла» RU2680053C2. Опубликовано: 14.02.2019 Бюл. №5.

6. Kobayashi K., Kato M., Fujisawa K., Nagamine Y., and Nakajima F., Rain sensor in an automatic wiper drive control system for an automotive vehicle, US Patent 4584508A, 1986.

7. M. Joshi, K. Jogalekar, D. N. Sonawane, V. Sagare and M. A. Joshi, "A novel and cost effective resistive rain sensor for automatic wiper control: Circuit modelling and implementation," 2013 Seventh International Conference on Sensing Technology (ICST), Wellington, New Zealand, 2013, pp. 40-45, doi: 10.1109/ICSensT.2013.6727613.

8. VanDam S. A., Windshield wiper rain sensor system, Patent US5780719A, July 1998.

9. Veerasamy V. S., Rain sensor with fractal capacitor, Patent US7551094B2, August 2011.

10. Hochstein P. A., Capacitive rain sensor for windshield, Patent US6094981, 2000.

11. Buschur J. J., Windshield rain sensor, Patent US5668478, September 1997.

12. Jarajreh M., Nortcliffe A. L., and Green R., Fuzzy logic and equivalent circuit approach to rain measurement, Electronics Letters. (2004) 40, no. 24, 1533–1534, <https://doi.org/10.1049/el:20046896>, 2-s2.0-10944229029.

13. Lynam N. R., Rain sensor with fog discrimination, Patent US6353392B1, May 2002.

14. Hochstein P. A., Stereo imaging rain sensor, Patent US 6596978B2, 2003.

15. Zhang G, Wang G, Chen J, Jiang W, Hao X, Deng T. An automatic control system based on machine vision and deep learning for car windshield clean. Sci Rep. 2025 Feb 10;15(1):4857. doi: 10.1038/s41598-025-88688-9.

16. Schmid B., Rain sensor with bonded chips, Patent US6526820B1, March 2003.

17. Han S. Y., Rain sensor, Patent US8471513B2, June 2013.

18. Tanaka S., Transparent substrate having rain sensor, Patent US5991049, November 1999

19. Robert J. Nelson, Rain sensor operation on solar reflective glass, Patent US6232603B1, 2001.

20. Kyoo Nam Choi, "Rain Sensor with Stacked Light Waveguide Having Tilted Air Gap", Journal of Sensors, vol. 2014, Article ID 543530, 9 pages, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/543530>.

21. Kemp M., Kruger A., and Niemeier J., Design considerations and signal processing for a microwave rain gauge sensor, Proceedings of the IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT '12), May 2012, 1–4.

22. Крепление датчика дождя. Описание. URL: <https://www.ck-kembrii.ru/articles/datchik-dojdia.html?ysclid=maimd5ntcn155880501> (дата обращения: 10.05.2025)

23. Rain Light Sensor. URL: <https://www.hella.com/microsite-electronics/en/Products/Rain-Light-Sensor-4973/> (дата обращения: 10.05.2025).

24. Датчик дождя – Nissan Qashqai 2,0 4X4. URL: <https://www.drive2.ru/l/9204083> (дата обращения: 12.05.2025)

25. Датчик дождя на W204 – Mercedes-Benz C-Class. URL: <https://www.drive2.ru/l/529200719958377981/> (дата обращения: 12.05.2025).

26. Вопрос про датчик дождя – Peugeot 308. URL: <https://www.drive2.ru/l/556422978594670010> (дата обращения: 12.05.2025).

27. Прерыватели стеклоочистителя с датчиком дождя https://www.12v.ru/product/preryvateli/preryvateli_stekloochistitelya_s_datchikom_dozhdy/722_3777_05_s_datchikom_dozhdy/ (дата обращения 12.05.2025).

28. Установка реле с датчиком дождя 722.3777-05 – Lada 4x4 3D LADA URBAN. URL: <https://www.drive2.ru/l/457772321449487747/> (дата обращения 12.05.2025).

Сведения об авторах:

Удмуртский Федеральный Исследовательский Центр УрО РАН: Кириллов Андрей Игоревич, научный сотрудник, ratl17@mail.ru; Шелковников Евгений Юрьевич - д.т.н, профессор, главный научный сотрудник, evshelk@mail.ru.

УДК 591.044; 577.3

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРОВ БЛУМА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МАРШРУТИЗАЦИИ В IOT MESH-СЕТЯХ

Г.Р. ТАЗЕЕВ, А.Г. ЯКУНИН

Аннотация: в работе проводится оценка потенциала применения фильтров Блума, в частности счетных фильтров, для организации децентрализованной маршрутизации в динамических беспроводных IoT mesh-сетях. Кратко описывается принцип работы этих вероятностных структур данных и исследуются их ключевые свойства, делающие их перспективным инструментом для эффективного агрегирования сетевой информации и принятия локальных решений о пересылке пакетов. Анализируется, как компактность, высокая скорость операций и адаптивность фильтров Блума могут способствовать созданию легковесных и устойчивых механизмов организации маршрутизации в условиях ограниченных ресурсов и изменчивой сетевой топологии.

Ключевые слова: Фильтр Блума, IoT, Mesh-сети, Децентрализованная маршрутизация, Счетные фильтры Блума, Легковесные протоколы, Адаптивность.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING BLOOM FILTERS TO ORGANIZE ROUTING IN IOT MESH NETWORKS

G.R. TAZEEV, A.G. YAKUNIN

Abstract: the paper evaluates the potential application of Bloom filters, particularly counting Bloom filters, for organizing decentralized routing in dynamic wireless IoT mesh networks. The principle of operation of these probabilistic data structures is briefly described, and their key properties are investigated, which make them a promising tool for efficient aggregation of network information and local packet forwarding decisions. The paper analyzes how the compactness, high speed of operations, and adaptability of Bloom filters can contribute to the creation of lightweight and resilient routing mechanisms in conditions of limited resources and volatile network topology.

Keywords: Bloom Filters, IoT, Mesh Networks, Decentralized Routing, Counting Bloom Filters, Lightweight Protocols, Adaptability.

Современные производственные процессы и системы автоматизации критически зависят от эффективного сбора, передачи и обработки данных. В этом контексте Интернет вещей (IoT), представленный сетью микроконтроллерных устройств, формирующих mesh-сети, играет ключевую роль в мониторинге и управлении различными технологическими этапами. Для обеспечения надежного функционирования таких систем первостепенное значение приобретает эффективное и целостное взаимодействие между IoT-устройствами[1].

Г.Р. Тазеев, А.Г. Якунин

Традиционные проводные сети, несмотря на высокую надежность, накладывают существенные ограничения на динамическое расширение и требуют значительных затрат на инфраструктуру, что делает их негибкими для быстро меняющихся или труднодоступных производственных сред[2]. В качестве альтернативы широкое распространение получили беспроводные сети, предлагающие гибкость развертывания и мобильность узлов.

Однако беспроводные mesh-сети, особенно при масштабировании, сталкиваются с рядом проблем. К ним относятся ограниченная пропускная способность радиоканала, потенциальные уязвимости передачи данных и, что наиболее критично для динамичных топологий, проблемы, связанные с задержками и отказами маршрутов при изменениях топологии сети. Таким образом, обеспечение быстрой, безопасной и надежной передачи данных в беспроводных динамичных сетях становится ключевой задачей для полноценной реализации потенциала автоматизации производственных процессов, основанных на использовании IoT-устройств с беспроводным взаимодействием [2].

Протоколы маршрутизации являются ключевым элементом, обеспечивающим эффективную передачу данных в беспроводных IoT mesh-сетях [3]. Их основная задача — динамически определять оптимальные пути между узлами и адаптироваться к частым изменениям топологии сети, что критически важно для обеспечения надежной связи [3].

Для устройств Интернета вещей (IoT) предъявляются особые требования к **легковесности** протоколов маршрутизации. Ограниченные вычислительные ресурсы, доступные для сетевых задач на таких устройствах, накладывают существенные ограничения на объем информации, которую они могут эффективно передавать и обрабатывать [3]. Внедрение легких протоколов позволяет снизить нагрузку на ресурсы устройства, однако часто приводит к снижению производительности сетевого обмена при масштабировании и изменении конфигурации mesh-сети.

Существует ряд протоколов маршрутизации, разработанных или адаптированных для работы в беспроводных и мобильных сетях. Среди них выделяют: **проактивные** протоколы (например, OLSR), которые поддерживают актуальные таблицы маршрутизации, обеспечивая низкую задержку, но ценой высоких накладных расходов на управляющий трафик; **реактивные** протоколы (например, AODV), строящие маршрут по запросу, что минимизирует трафик при отсутствии запросов на обмен, но увеличивает задержку при первой отправке данных; и протоколы, **основанные на распространении информации** (напри-

мер, RPL), оптимизированные для низкого энергопотребления, однако потенциально избыточные по трафику [3, 4].

Однако, все эти протоколы сталкиваются с фундаментальными ограничениями при попытке масштабирования до большого числа ресурсно-ограниченных узлов в условиях высокой динамичности сети. Они часто требуют либо значительных накладных расходов на управляющий трафик, либо больших объемов памяти для хранения маршрутной информации, либо приводит к высоким задержкам при поиске маршрута [4]. Это подчеркивает необходимость поиска более эффективных и легковесных способов агрегирования и распространения сетевой информации.

Цель данной работы – анализ и оценка потенциала фильтров Блума, в частности счетных фильтров Блума, как инструмента для организации легковесной и адаптивной децентрализованной маршрутизации в условиях ограниченных ресурсов и изменчивой топологии беспроводных IoT mesh-сетей.

Фильтр Блума — это компактная структура данных, предназначенная для эффективной проверки принадлежности элемента к множеству. Он представляет собой битовый массив, где наличие элемента в множестве кодируется установкой единичных битов, соответствующих двоичному представлению примененной к этому элементу хеш-функции [5]. При этом нулевые биты хэш функции в этот массив не вносятся. Отличительной особенностью фильтра является вероятностный характер проверки, поскольку возможны ложноположительные срабатывания (запрос показывает, что элемент присутствует, хотя его нет). Однако фильтр исключает появление ложноотрицательных срабатываний. Главное преимущество такого подхода — его чрезвычайная компактность по сравнению с обычными списками или хеш-таблицами [5].

Для динамических сценариев, характерных для mesh-сетей, особую ценность представляют счетные фильтры Блума (Counting Bloom Filters, CBF). В отличие от стандартных фильтров, CBF используют счетчики вместо битов, что позволяет не только добавлять элементы (инкрементировать счетчики), но и "удалять" их (декрементировать счетчики) при соответствующей логике. Это свойство критически важно для отражения изменений в составе множества, например, при появлении или исчезновении узлов в сети.

Применение фильтров Блума в контексте организации сетевых задач, включая маршрутизацию, обусловлено их уникальными характеристиками: компактностью представления агрегированного знания, эффективностью слияния данных и содействием децентрализованному

принятию решений. Эти свойства делают фильтры Блума перспективным инструментом для разработки легковесных, адаптивных и устойчивых сетевых решений.

Принцип организации маршрутизации на основе фильтров Блума обладает рядом потенциальных преимуществ, критически важных для IoT-сред:

- **эффективность использования ресурсов:** благодаря компактности фильтров значительно снижаются требования к памяти устройств и к объему управляющего трафика;
- **высокая адаптивность:** механизм динамического обновления и слияния фильтров обеспечивает быструю реакцию на изменения в сетевой топологии (появление/исчезновение узлов, изменение связей);
- **масштабируемость:** децентрализованный характер и отсутствие необходимости в глобальном знании сети делают подход масштабируемым для больших количеств узлов;
- **устойчивость к сбоям:** вероятностный характер фильтров Блума и отсутствие жестких зависимостей от конкретных путей повышают общую отказоустойчивость системы;
- **легкость реализации:** основные операции с фильтрами Блума являются простыми битовыми операциями, что облегчает их внедрение на устройствах с ограниченными возможностями.

Выводы. Оценка возможности применения фильтров Блума для организации децентрализованной маршрутизации в динамичных IoT mesh-сетях показывает их значительный потенциал. Предложенный принцип позволяет создавать легковесные, адаптивные и устойчивые протоколы, способные эффективно функционировать в условиях ограниченных ресурсов и изменчивой среды Интернета вещей. Компактность представления информации, эффективность ее агрегации и поддержка децентрализованного принятия решений делают фильтры Блума многообещающим инструментом для будущих исследований и разработок в области сетевых технологий для IoT.

Источники информации

1. Sedgewick R., Wayne K. Algorithms / Robert Sedgewick, Kevin Wayne // Addison-Wesley Professional. 2011. p. 953 URL: <https://github.com/Mcdonoughd/CS2223/blob/master/Books/Algorithms%204th%20Edition%20by%20Robert%20Sedgewick%2C%20Kevin%20Wayne.pdf>

2. Steven S. Skiena, The Algorithm Design Manual /Steven S.Skiena//Springer.2008. p.848 URL:<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-54256-6>

Г.Р. Тазеев, А.Г. Якунин

3. Hersent O., Boswarthick D., Elloumi O. The Internet of Things: Key Applications and Protocols / Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi // Wiley. 2012. p. 312 URL: <https://nasrinword.files.wordpress.com/2018/05/olivier-hersent-david-boswarthick-omar-elloumi-e28095the-internet-of-things-e28093-key-applications-and-protocols-ref-5.pdf>
4. Lea P., Josyala V. Internet of Things for Architects / Perry Lea, Venkata Josyula // Packt Publishing. 2018. p. 302 URL: <https://scanlibs.com/internet-things-architects/>
5. Blustein J., El-Maazawi A. Bloom filters – a tutorial, analysis and survey/ James Blustein, Amal El-Maazawi URL: <https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/computerscience/technical-reports/CS-2002-10.pdf>

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. Ползунова: **Тазеев Григорий Русланович** – магистрант 2 курса, grisha.tazeev@bk.ru; **Якунин Алексей Григорьевич** - д-р техн. наук, профессор, заведующий каф. информатики, вычислительной техники и информационной безопасности (ИБТиБ), almpas@list.ru.

УДК 004.65: 303.432.4

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ РЕКУРСИВНЫХ ФУНКЦИЙ СУБД POSTGRESQL

Е.К. ЧИНДЯСКИН, А.Г. ЯКУНИН

Аннотация: В работе рассматривается задача выявления потенциально уязвимых рекурсивных функций в исходном коде СУБД PostgreSQL, способных привести к переполнению стека при выполнении SQL-запросов. Предложен комбинированный подход, сочетающий статический анализ исходного кода с элементами последующей динамической верификации.

Ключевые слова: PostgreSQL; рекурсивные функции; переполнение стека; статический анализ; динамический анализ; граф вызовов; `check_stack_depth()`; `pg_regress`; LLVM; безопасность программного обеспечения.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR STUDYING THE OPERATION OF RECURSIVE FUNCTIONS OF THE POSTGRESQL DBMS

A.G. YAKUNIN, E.K. CHINDYASKIN

Abstract: the paper considers the problem of identifying potentially vulnerable recursive functions in the source code of the PostgreSQL DBMS, capable of leading to a stack overflow when executing SQL queries. A combined approach is proposed, combining static analysis of the source code with elements of subsequent dynamic verification.

Keywords: PostgreSQL; recursive functions; stack overflow; static analysis; dynamic analysis; call graph; `check_stack_depth()`; `pg_regress`; LLVM; software security.

Система управления базами данных (СУБД) PostgreSQL является мощной объектно-реляционной СУБД с открытым исходным кодом и характеризуется высокой надежностью, расширяемостью и активным сообществом разработчиков [1-5]. В рамках данного сообщества постоянно ведутся работы по дальнейшему совершенствованию данной СУБД и, в частности, по дальнейшему повышению надежности её работы, связанной использованием рекурсивных функций, широко используемых в системных механизмах. Для этих целей сейчас используются анализаторы кода, например, такие как Valgrind [6] и Sonarqube [7]. Первый из них является динамическим анализатором, имеет модульную структуру и его различные модули позволяют выявлять ошибки работы с памятью (модули `massif`, `memcheck`), строить дерево функций (модуль `callgrind`) и выполнять иной анализ работы исполняемого кода. Второй анализатор является анализатором статического типа и позволяет выявлять различные уязвимости, формировать де-

Е.К. Чиндяскин, А.Г. Якунин

тальные отчёты о качестве кода и предлагает рекомендации по их устранению.

Однако анализ как этих, так и других статических и динамических анализаторов показал, что ни один из них не ориентирован на выявление проблем, связанных с вызовом рекурсивных функций при выполнении SQL-запросов, в результате чего может происходить переполнение стека и нарушение нормального функционирования СУБД.

Цель данной работы - разработка методики для обнаружения потенциально опасных рекурсивных функций в исходном коде СУБД, которые могут быть вызваны через SQL-запросы и привести к переполнению стека.

Основу методики составляет статический анализ написанного на языке программирования C исходного кода СУБД с последующим тестированием выявленных в его процессе статического анализа рекурсивных функций. Методика состоит из следующих этапов.

1. Поиск всех функций ядра PostgreSQL с помощью средств статического анализа и построение графа их вызовов.
2. Фильтрация графа с целью выделения из него только рекурсивных функций, поскольку именно в таких функциях может при их некорректных вызовах или определенных значениях параметров вызова происходить переполнение стека.
3. Дополнительная фильтрация списка с целью оставления в нем только таких функций, которые не содержат встроенной защиты от переполнения стека.
4. Добавление в тело оставшихся в перечне функций непосредственно перед вызывающим рекурсию оператором кода, выводящего в файл лог сообщение об имени функции.
5. Запуск программы регрессионного тестирования, содержащей множество тестов с SQL-запросами, в лог-файлы которых с помощью встроенных механизмов журналирования будут выведены сообщения с именами всех участвовавших в запросах и содержащих рекурсии функций.
6. Выделение из сформированных в ходе регрессионного тестирования лог - файлов списка содержащих рекурсии функций;
7. Для каждой попавшей в список функций организация воспроизводимого аналогичного имевшемуся в тесте SQL-запроса с целью вызвать переполнение стека и привести сервер к неожиданному завершению работы.

Таким образом, по завершению исследований сформируется перечень функций СУБД PostgreSQL, которые при выполнении некоторых видов SQL-запросов могут нарушать нормальную работу СУБД.

Для реализации предложенной методики были использованы следующие инструменты.

Clang — современный компилятор C/C++/Objective-C [8], являющийся частью проекта LLVM [9]. Используется для построения графа вызовов

Opt — это модульный оптимизатор и анализатор проекта LLVM [10]. Он принимает формируемый Clang файл LLVM в качестве и выделяет из него рекурсивные функции. Оба инструмента, Clang и Opt, вызываются из специально написанного для этого скрипта detect-funcs.sh

Для удаления из результата работы Clang+opt не содержащих контролирующих глубину вложения в стек функции `check_stack_depth()`, а также для добавления в код функции вызовов `eelog(...)` для добавления в лог сообщения с именем функции был разработан Python-скрипт `detect-recursion.py`.

Встроенный в PostgreSQL фреймворк для регрессионного тестирования — `pg_regress` [11] использовался для автоматической проверки корректности SQL-тестов.

Функция `regex_match(...)` и отладчик `gdb` использовались для последующего тестирования выявленных на предыдущих стадиях подозрительных функций.

Заключение

Предложенная методика, сочетающая в себе статический анализ графа вызовов, проверку наличия встроенной защиты, динамическое логирование и эмпирическую валидацию с помощью SQL-запросов позволяет выявлять функции, которые вызываются при выполнении SQL-запросов и подвержены переполнению стека. Она может быть полезна разработчикам PostgreSQL, тестировщикам и участникам open source-сообщества, стремящимся повысить безопасность и стабильность СУБД на уровне исходного кода.

Источники информации:

1. Лузанов П., Рогов Е., Лёвшин И. PostgreSQL: первое знакомство . Версия 16. — М.: ДМК Пресс, 2024. — 192 с. <https://postgrespro.ru/education/books/introbook>
 2. Новиков Б. А. Основы технологий баз данных: учебное пособие. — 2-е изд. / Б.А. Новиков, Е.А. Горшкова, Н.Г. Графеева. — Москва: ДМК Пресс, 2020. - 582 с. - ISBN 978-5-97060-841-8. - URL: <https://www.ibooks.ru/bookshelf/372096/reading> (дата обращения: 26.05.2025). - Текст: электронный.
 3. Рогов Е. В. PostgreSQL 17 изнутри/Е.В.Рогов. — М.: ДМК Пресс, 2025. — 668 с.
- Е.К. Чиндяскин, А.Г. Якунин

4. Hans-Jürgen Schönig. Mastering PostgreSQL 13: Build, Administer, and Maintain Database Applications Efficiently with PostgreSQL 13, 4th Edition: на англ. яз. — Packt Publishing, 2020. – 476 с.

5. Официальный сайт команды российских разработчиков системы управления базами данных Postgres Pro на основе PostgreSQL. <https://postgrespro.ru/>

6. Динамический анализатор кода Valgrind. – URL: <https://valgrind.org/>

7. Статический анализатор кода Sonarqube. – URL: <https://www.sonarsource.com/products/sonarqube/>

8. Clang: a C language family frontend for LLVM. – URL: <https://clang.llvm.org/>

9. The LLVM Compiler Infrastructure. – URL: <https://llvm.org/>

10. Opt Command Line Guide. – URL: <https://llvm.org/docs/CommandGuide/opt.html>

11. Регрессионные тесты в Postgres Professional. – URL: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/17/regress>

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. Ползунова:
Чиндяскин Егор Константинович – магистрант 2 курса kyzevan23@mail.ru;
Якунин Алексей Григорьевич - д-р техн. наук, профессор, заведующий каф. информатики, вычислительной техники и информационной безопасности (ИВТиИБ)

Определение скорости фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при протекании в многослойных тонкопленочных структурах

УДК 621.317

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ФРОНТА ГОРЕНИЯ РЕАКЦИИ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ПРИ ПРОТЕКАНИИ В МНОГОСЛОЙНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУРАХ

К.А. ВОЛКОВ

Аннотация: Рассматриваются методы контроля скорости фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в многослойных тонкопленочных структурах. Описаны технологические параметры магнетронного распыления, влияющие на исследуемый функциональный параметр. Представлен метод с использованием оптических датчиков, улучшающий известные методы.

Ключевые слова: скорость фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, многослойные тонкопленочные структуры, магнетронное распыление, оптические датчики

DETERMINATION OF THE COMBUSTION FRONT VELOCITY OF THE SELF-PROPAGATION HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS REACTION IN MULTILAYER THIN-FILM STRUCTURES

K.A. Volkov

Abstract: Methods for monitoring the combustion front velocity of the self-propagating high-temperature synthesis reaction in multilayer thin-film structures are considered. Technological parameters of magnetron sputtering that affect the studied functional parameter are described. A method for monitoring using optical sensors is presented, improving the known methods.

Keywords: combustion front velocity of the self-propagating high-temperature synthesis reaction, multilayer thin-film structures, magnetron sputtering, optical sensors

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) — это экзотермический лавинный процесс, при котором реакция горения протекает за счет выделяющейся тепловой энергии. В тонкопленочных структурах реакция СВС представляет интерес благодаря высокой скорости распространения фронта реакции, возможности точного управления функциональными параметрами и перспективам применения в электронике, энергетике промышленности. Реакция инициируется локальным нагревом образца. В отличие от объемных систем, в тонкопленочных структурах процесс протекает в ограниченном слое (от десятков нанометров до нескольких микрон), что приводит к высокой скорости фронта горения до 10 м/с и значительному тепловыделению на единицу площади [1]. Основой тонкопленочных образцов являются металлические многослойные структуры: Ni/Al, Ti/Al, Pt/Al, состоящие из сотен чередующихся слоев. Основной технологией по-

К.А. Волков

Определение скорости фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при протекании в многослойных тонкопленочных структурах

лучения описываемых структур является магнетронное распыление [2]. Этот метод обеспечивает высокую чистоту, равномерность и точное управление толщиной слоев, что важно для управления параметрами СВС-реакции.

Нарушение оптимальных технологических условий напыления приводит к нестабильности протекания реакции, включая колебательные режимы или затухание волны реакции. Учитывая зависимость скорости горения фронта реакции СВС от множества технологических параметров, **целью работы** является разработать метод контроля скорости фронта реакции СВС в тонкопленочных структурах как для выходного контроля образцов, так и для изучения влияния технологических параметров магнетронного распыления, влияющих на скорость фронта реакции.

В настоящее время для экспериментального определения скорости распространения фронта горения реакции СВС в тонкопленочных структурах наиболее широко применяется метод высокоскоростной видеосъемки. Данный подход основан на регистрации последовательности кадров с частотой до 103 кадров в секунду, что позволяет визуализировать пространственно-временную динамику фронта реакции с высоким временным разрешением. Несмотря на высокую информативность, данный метод обладает рядом существенных недостатков:

- Высокая стоимость оборудования. По мимо высокоскоростной камеры требуются соответствующие макрообъективы и специальное освещение.
- Сложности интеграции с методами контроля других функциональных характеристик реакции СВС.

Известен способ контроля скорости фронта реакции СВС через измерение изменения электрического сопротивления тонкопленочной структуры, основанный на регистрации временной зависимости сопротивления при помощи запоминающего осциллографа [3]. Физической основой метода является изменение удельного сопротивления материала при фазовых превращениях, формировании интерметаллических соединений и изменениях в морфологии структуры в ходе экзотермической реакции. Основными спорными моментами способа контроля является:

- Постреакционные процессы (догорание, тление) которые могут вносить вклад в изменение сопротивления.

С учетом представленных недостатков известных методов контроля скорости горения фронта реакции СВС в многослойных тонкопленочных структурах предлагается метод с использованием оптических фоточувствительных датчиков – рисунок 1. Фронт реакции горения вначале воздействует на первый датчик, затем на второй. Зная

Определение скорости фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при протекании в многослойных тонкопленочных структурах

время прохождения импульса между двумя датчиками и расстояние между датчиками можно определить скорость фронта реакции СВС.

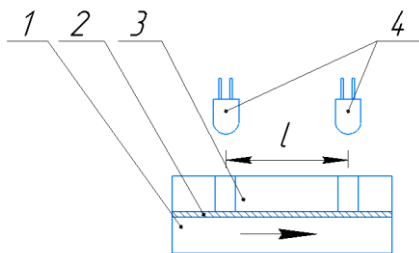


Рисунок 1 – Модель метода контроля скорости фронта горения реакции СВС: 1 – опора, 2 – исследуемый образец фольги, 3 – оптически непрозрачный материал с окнами, 4 – оптические датчики

Из источника [1] известно, что скорость фронта горения реакции может достигать 8-10 м/с. Предположим, что расстояние l между оптическими датчиками составляет 20 мм, тогда время t между двумя регистрируемыми импульсами составит 2-2,5 мс. Для точности измерений потребуются оптические датчики с быстродействием не менее 0,1 мс. Фоторезисторы уступают по скорости, подходящим решением является использование фототранзисторов. Реакция СВС происходит с излучением в видимом спектре, соответственно удобно использовать фототранзисторы, чувствительные к видимому спектру, что упростит их настройку и проверку. Например, фототранзисторы L-7113P3C, имеют время реакции 15 мкс, что подходит под требования по точности метода.

Структурная схема определения скорости горения фронта реакции представлена на рисунке 2. Система основана на оптической регистрации момента прохождения фронта реакции мимо двух разнесенных датчиков с последующей цифровой обработкой временных интервалов. Архитектура системы включает следующие основные компоненты:

- Два оптических датчика регистрации фронта горения реакции. Спектральный диапазон с пиком 940 нм.
- Два напряжения сравнения, которые подбираются при калибровке датчиков и задают уровни, соответствующие фронту реакции.
- Два блока сравнения напряжений. Преобразуют аналоговый сигнал с датчиков в цифровую форму.
- Контроллер внешних прерываний с системой реального времени для обработки цифровых сигналов.

К.А. Волков

Определение скорости фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при протекании в многослойных тонкопленочных структурах

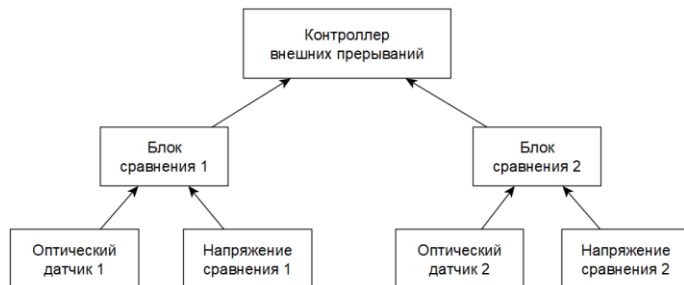


Рисунок 2 – Структурная схема определения скорости горения

Выводы. Исследованы различные методы контроля скорости фронта горения реакции СВС в многослойных тонкопленочных структурах. Разработан и верифицирован метод контроля на основе двух оптических датчиков. Разработана структурная схема обработки данных регистрации сигналов с датчиков с использованием блоков сравнения напряжений и контроллера прерываний с системой реального времени для повышения точности. Разработанный метод контроля пригоден для многократных применений как для выходного контроля образцов, так и для изучения влияния технологических параметров магнетронного распыления.

Источники информации

1. Indium Corporation [Электронный ресурс]. URL: www.Indium.com. (дата обращения 09.05.2025).
2. Шашин Д. Е., Сушенцов Н. И., Дьячков А. Д. и др. Применение магнетронного распыления для формирования многослойных структур AlNi // Вакуумная техника и технология. – 2023. Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2023. С. 180-184. EDN: AZOEOI.
3. Корж И.А., Кузнецов А.Н. Исследование скорости распространения фронта горения в нанопленках Ni-Al при проведении самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Микроакустика: техника ПАВ и ОАВ в АПОИ. влияние МЭМС-технологий на АПОИ. – 2019. С. 403-406.

Сведения об авторах:

Поволжский государственный технологический университет: Волков Кирилл Александрович аспирант, kirill_volkov_101@bk.ru.

2 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

УДК 620.179.147

ВИХРЕТОКОВЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ

В.А. АШИХМИН, А.Е. ГОЛЬДШТЕЙН

Аннотация: данная статья направлена на анализ возможности создания вихретокового измерителя электропроводности с заданными техническими характеристиками. Основные требования, предъявляемые данному прибору: материал объекта контроля – немагнитный металл; максимальная толщина диэлектрического слоя 1 мм (у серийных приборов до 0.2 мм); погрешностью не более 3%. В работе были получены зависимости параметров вносимого напряжения при измерении электропроводностей при различных толщинах диэлектрического покрытия.

Ключевые слова: вихревые токи, вихретоковый измеритель электропроводности, диэлектрическое покрытие, трансформаторный тип преобразователя.

EDDY CURRENT CONDUCTIVITY METER

V.A. Ashikhmin, A.E. Goldstein

Abstract: this article aims to analyze the possibility of creating an eddy current conductivity meter with specified technical characteristics. The main requirements for this device are as follows: the material of the object under control must be a non-magnetic metal; the maximum thickness of the dielectric layer is 1 mm (for serial devices, up to 0.2 mm); and the measurement error should not exceed 3%. The study obtained dependencies of the applied voltage parameters when measuring conductivities at various dielectric coating thicknesses.

Keywords: eddy currents, eddy current conductivity meter, dielectric coating, transformer type of transducer.

Введение. Вихретоковый измеритель электропроводности является актуальным и востребованным прибором в различных промышленных секторах, таких как электроника, авиационная и автомобильная промышленность, медицинское оборудование и многие другие. Этот прибор позволяет точно измерять удельную электрическую проводимость материалов, что важно для контроля качества и обеспечения эффективности работы различных устройств и систем.

Кроме того, вихретоковые измерители обладают преимуществами: безвредность, высокая производительность, надежность, точность и удобство автоматизации. Также основное преимущество вихретоковых измерителей электропроводности это отсутствие непосредственного контакта с поверхностью объекта контроля [1].

В.А. Ашихмин, А.Е. Гольдштейн

Целью работы является исследование возможности создания вихретокового измерителя электропроводности с заданными техническими и стоимостными характеристиками.

Для исследования была применена система вихретокового контроля СВК-03 (рис. 1).

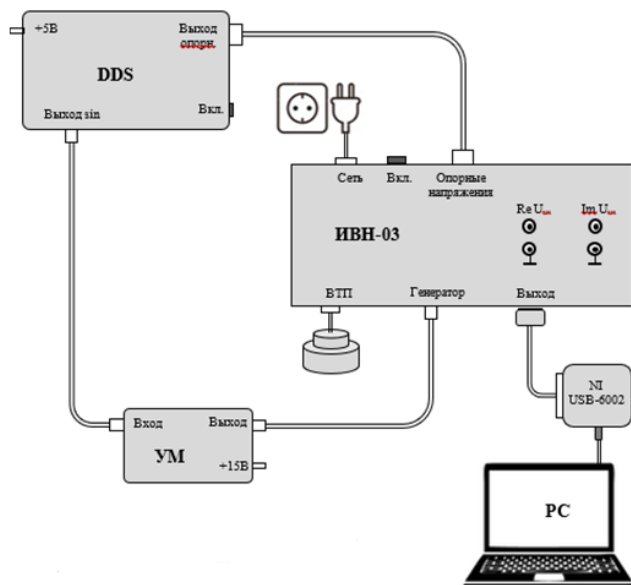


Рисунок 1 – Схема электрических соединений системы вихретокового контроля СВК-03

Данная система имеет в своем составе DDS генератор, усилитель мощности, исследуемый вихретоковый преобразователь, измеритель вносимых напряжений ИВН-03, и компьютер. Подключение измерителя вносимых напряжений к персональному компьютеру осуществляется с помощью устройства сбора данных NI USB-6002.

Напряжение измерительной обмотки состоит из двух частей $U = U_0 + U_{\text{вн}}$. Начальное напряжение U_0 наводится в измерительной обмотке в отсутствии объекта контроля за счет индуктивной связи между возбуждающей и измерительной обмотками ВТП. Для компенсации начального напряжения U_0 используется дополнительная обмотка – компенсационная [2].

Для начала следует отметить, что исследуемый мешающий фактор – это зазор (толщина диэлектрического слоя). Также следует отметить,

что частота тока возбуждения равна 100 кГц, потому что исследуемые объекты контроля обладают малой толщиной.

Основным информативным параметром вносимого напряжения при измерении электропроводности является фаза. Также при отстройке данного типа прибора необходимо проводить измерения диэлектрического зазора, в этом случае информативным параметром выступает амплитуда вносимого напряжения. Для уменьшения влияния на результаты измерения диэлектрического зазора было принято решение использовать амплитуду вносимого напряжения нормированной по значению зазора равного 0 мм (рис. 3) [1].

В ходе проведения экспериментальной части исследования были получены зависимости фазы φ вносимого напряжения от изменения электропроводности σ и от изменения диэлектрического зазора h (рис. 2).

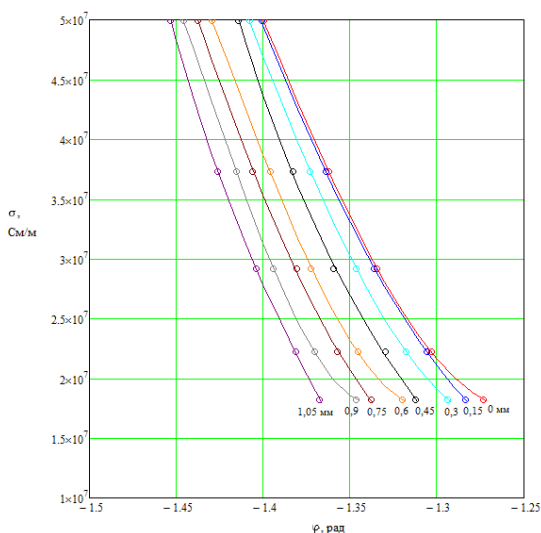


Рисунок 2 – Графики функций обратных преобразований фаз φ вносимых напряжений в электропроводности σ

Как уже было исследовано ранее при измерении электропроводности информативным параметром является фаза вносимого напряжения накладного ВТП. Следовательно, при изменении диэлектрического зазора и электропроводности объекта контроля наблюдается изменение фазы.

Для построения функций обратного преобразования фазы Φ вносимого напряжения накладного преобразователя в электропроводность σ использовались полиномы 3-ей степени:

$p(\sigma) = a_0 + a_1\sigma + a_2\sigma^2 + a_3\sigma^3$, где a_i – коэффициенты, зависящие от диэлектрического зазора.

Из графиков функций обратных преобразований фаз Φ вносимых напряжений в электропроводности σ при различных зазорах (рис. 2) видно, что полиномы 3-ей степени весьма точно описывают рассчитанные экспериментальные данные. Также математически была определена средняя ошибка аппроксимации для данных графиков зависимостей, она составила 0,055 %.

Для отстройки данного вихретокового измерителя электропроводности необходимо знать какой толщины диэлектрическое покрытие на объекте контроля, для этого использовалась отстройка от влияния толщины непроводящего покрытия, путем измерения амплитуды U_m вносимого напряжения в относительных единицах (рис. 3).

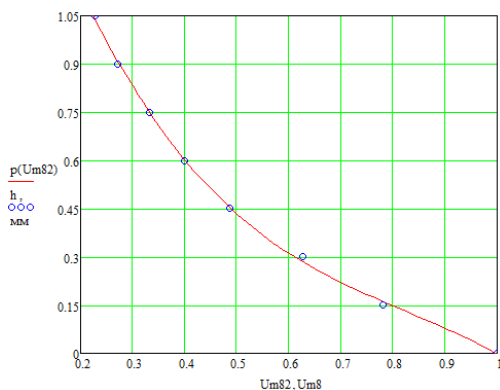


Рисунок 3 – График функции обратного преобразования относительной амплитуды U_m вносимого напряжения в диэлектрический зазор h

Из графика функции обратного преобразования относительной амплитуды вносимого напряжения в зазора (рис. 3) видно, что полином 3-ей степени $p(h) = 2,018 - 5,495h + 5,830h^2 - 2,355h^3$ весьма точно описывает рассчитанные экспериментальные данные относительной амплитуды. Средняя ошибка аппроксимации составила 0,58%.

Заключение. При программной реализации алгоритма вычислительного преобразования средняя относительная погрешность измерения В.А. Ашихмин, А.Е. Гольдштейн

ния электропроводностей составила 2,067% при зазоре от 0 до 1,05 мм. Данная относительная погрешность подтверждает возможность реализации вихретокового измерителя электропроводности с отстройкой от диэлектрического зазора до 1 мм, в отличие от серийно выпускаемых приборов, где максимально допустимый зазор не превышает 0,2 мм [4].

Источники информации:

1. Гольдштейн, А. Е. Физические основы измерительных преобразований: учебное пособие / А. Е. Гольдштейн. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 253 с.
2. Исследования функциональных зависимостей вносимого напряжения накладного вихретокового преобразователя от свойств электропроводящего объекта: Методические указания по выполнению лабораторной работы – Томск: Издательство томского политехнического университета, 2021. – 21 с.
3. ГОСТ 27333-87. Контроль неразрушающий. Измерение удельной электрической проводимости цветных металлов вихретоковым методом: – дата введения 01.07.1988. – Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1987. – 11с.
4. Вихретоковый измеритель электропроводности Константа К6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ankndt.ru/catalog/elektricheskiy-kontrol/izmeriteli-elektroprovodnosti/konstanta-k6-izmeritel-elektroprovodnosti>.

Сведения об авторах:

Национальный исследовательский Томский политехнический университет: **Ашихмин Вячеслав Александрович** – студент, vaa32@tpu.ru; **Гольдштейн Александр Ефремович**, д.т.н, профессор ОКД, профессор, algol@tpu.ru.

УДК 621.317.3 : 629.95

О НЕОБХОДИМОСТИ ДООСНАЩЕНИЯ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЛЬДА НА ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ (РАСТЯЖЕНИЕ)

В.А. ГАНЖА, А.В. ГАНЖА

Аннотация: В статье приводится краткое описание технических решений, обеспечивающих получение значений пределов прочности льда на одноосное растяжение и одноосное сжатие для конкретных местных условий

Ключевые слова: тензометрические приборы, режущий инструмент, землеройные машины, лабораторный стенд, одноосное сжатие, одноосное растяжение

ON THE NEED TO RETROFIT BENCH EQUIPMENT WITH DEVICES FOR TESTING ICE FOR UNIAXIAL COMPRESSION (STRETCHING)

V.A. Ganzha, A.V. Ganzha

Abstract: The article provides a brief description of the technical solutions that ensure the values of ice strength limits for uniaxial tension and uniaxial compression for specific local conditions.

Keywords: strain gauges, cutting tools, earthmoving machines, laboratory bench, uniaxial compression, uniaxial stretching

В работе [1] изложена методика расчета значений силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию дисковым режущим инструментом. Данная методика позволяет с учетом физико-механических свойств разрушаемой среды, изменяющихся глубине и шаге резания вычислять на стадии проектирования, значения контролируемой силы и определять рациональные конструктивные параметры дискового инструмента, обеспечивающие протекание данного процесса с минимальной энергоемкостью. Такой инструмент предназначен для группового оснащения им рабочих органов дорожных машин, с целью увеличения эффективности их использования при зимнем содержании автомобильных дорог.

Физико-механические свойства разрушаемой среды в методике учитываются двумя показателями – это сцепление льда (удельное усилие, необходимое для разъединения частиц материала при сдвиге) C_0 , кН/м² и угол внутреннего трения φ , град.

Сцепление льда C_0 определяют из выражения

$$C_0 = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (1)$$

О необходимости дооснащения стендового оборудования устройствами для испытаний льда на одноосное сжатие (растяжение)

Численное значение угла φ определяют из выражения

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \geq \sin \varphi \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2) показатели σ_1 и σ_3 – величины главных нормальных напряжений, численно равные, соответственно значениям предела прочности разрушаемого материала на растяжение (разрыв) σ_p , МПа и значениям предела прочности разрушаемого материала на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа [1].

Большой разброс данных по прочности льда, приводимых в различных источниках информации, объясняется тем, что его прочность зависит от целого ряда факторов, самым влиятельным из которых является температура разрушаемого материала, которая в свою очередь зависит от географического положения района исследований, гидрометеорологических условий, солнечной деятельности. Кроме температуры, на прочность льда влияют условия ледообразования, его кристаллическая структура, наличие примесей, скорость и направление приложения нагрузки и т.д. Поэтому значения σ_p и $\sigma_{сж}$ следует определять экспериментально в конкретных местных условиях.

В этой связи, актуальной является задача дооснащения известного стендового оборудования, например, стенда (далее – стенд) для испытания рабочих органов землеройных машин [2], устройствами, обеспечивающими возможность приложения осевых нагрузок от приводной части стенда к ледяным кернам с заданными размерами, с целью определения значений σ_p и $\sigma_{сж}$ испытываемого материала.

Основная часть

Силовизмерительным устройством стенда является тензометрический элемент [3], установленный на раме стенда с возможностью свободного прямолинейного перемещения по двум параллельным цилиндрическим направляющим из крайнего правого положения в крайнее левое положение посредством электромеханического привода. При этом, режущий инструмент, закрепленный в нижней части тензоэлемента врезается в материал образца разрушаемой среды, закрепленный на несущей плите и разрушает его. Упругие деформации тензоэлемента, возникающие в результате силового взаимодействия инструмента с разрушаемой средой, пропорциональны значениям силы сопротивления разрушаемого материала резанию испытываемым инструментом. Преобразование электрического сигнала от тензодатчиков, его усиление, обработка, визуализация, регистрация и хранение осуществляются информационно-измерительным комплексом (ИИК).

О необходимости дооснащения стенового оборудования устройствами для испытаний льда на одноосное сжатие (растяжение)

Целью работы является определение экспериментальным путем значений σ_p и $\sigma_{сж}$ проб льда (кернов), отобранных в конкретном регионе исследований, с применением известного силоизмерительного оборудования и последующим использованием результатов для получения более достоверных расчетных значений силы сопротивления льда резанию дисковым инструментом.

Для достижения поставленной цели видится целесообразным дооснащение стенда устройствами, удерживающими ледяной керна (УУЛК) с заданными размерами, в горизонтальном положении на траектории движения тензометрического элемента. Оси кернов при этом должны совпадать с линией действия силы $\vec{F}$, создаваемой тензоэлементом и разрушающей керна при взаимодействии с ним. Эта сила приведена к геометрической оси пальца 3 П-образного кронштейна 2 тензоэлемента 1 [3, рис. 2] а линия ее действия параллельна главным геометрическим осям цилиндрических направляющих, по которым перемещается тензоэлемент. При установке тензоэлемента на середине траектории его движения – по центру между левыми и правыми вертикальными стойками стенда, УУЛК для испытаний керна на одноосное сжатие размещается слева от тензоэлемента. Устройство в сборе с кернам должно иметь кинематическую связь с осью (пальцем) П-образного кронштейна справа и левой вертикальной стойкой стенда слева, с упором в нее. После закрепления керна производится включение привода стенда. При этом движущийся по направляющим с права на лево тензоэлемент, проходя участок траектории, занимаемый кернам, окажет силовое сжимающее воздействие на него с последующим его разрушением. Значение $\sigma_{сж}$ регистрируется ИИК.

Для испытаний керна на одноосное растяжение (разрыв) другое УУЛК в сборе с кернам размещается на стенде справа от тензоэлемента и имеет кинематическую связь с осью (пальцем) П-образного кронштейна слева и правой вертикальной стойкой стенда справа. В этом случае, после включения привода стенда, движущийся по направляющим с права на лево тензоэлемент окажет растягивающее (разрывающее) силовое воздействие на керна с последующим его разрушением. Значение σ_p регистрируется ИИК.

Предполагается выбирать размеры керна, организовывать отбор проб, их хранение и транспортировку в соответствии с положениями документа [4]. Методику испытаний ледовых кернов на одноосное сжатие и одноосное растяжение следует выстраивать с учетом рекомендаций профессора В.В. Богородского [5].

Заключение

О необходимости дооснащения стендового оборудования устройствами для испытаний льда на одноосное сжатие (растяжение)

Полезный результат достигается посредством дооснащения известного лабораторного стенда устройствами, обеспечивающими возможность испытания ледяных кернов, отобранных в условиях конкретной местности, на одноосное растяжение и одноосное сжатие. Результаты таких испытаний позволят получать более достоверные расчетные значения силы сопротивления прочных снежно-ледяных отложений резанию дисковым инструментом в соответствии с упомянутой выше методикой расчета.

Источники информации:

1. Ганжа, В. А. Методы и средства измерительного контроля силовых параметров снегоочистительного оборудования с дисковым инструментом : монография / В. А. Ганжа, Ю. Н. Безбородов, А. С. Сатышев. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. – 298 с.
2. Пат. 2429459 Российская Федерация, МПК G01M 13/00. Стенд для испытания рабочих органов землеройных машин / В. А. Ганжа, Р. Б. Желукевич, Ю. Н. Безбородов; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». – №2010116560/28; заявл. 26.04.2010; опубл. 20.09.2011, Бюл. № 26.
3. Ганжа В.А. Тензометрический элемент лабораторного стенда / В.А. Ганжа [и др.] // Измерение, контроль, информатизация: материалы XXIV Международной научно-технической конференции (19 мая 2023 г., г. Барнаул) / Под ред. Л. И. Сучковой. – Барнаул : АлтГТУ, 2023. С. 75-79.
4. ГОСТР 70282-2022. Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Общие требования к отбору проб льда и атмосферных осадков. – Введ. 01.01.2023. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 8 с.
5. Богородский, В.В. Лед. Физические свойства. Современные методы гляциологии / В.В Богородский, В.П. Гаврило. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 384 с.

Сведения об авторах:

Сибирский федеральный университет: **Ганжа Владимир Александрович** - д.т.н, профессор, vladimirganzha@yandex.ru;
Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ: **Ганжа Александр Владимирович** - ординатор, ganzha1999@mail.ru.

УДК 681.7.013.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ОСВЕЩЁННОСТИ НА КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ СМАРТФОНОМ

Д.А. ВЕЛИКАНОВ, С.П. ПРОНИН

Аннотация: в работе приведены исследования влияния освещённости тест-объекта на качество воспроизведения пространственных частот. Представлена структурная схема исследований, алгоритм аппроксимации экспериментальных данных. Приводится сравнение частотно-контрастных характеристик, полученных при разных освещённостях.

Ключевые слова: изображение, освещённость, частотно-контрастная характеристика, смартфон, качество

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE ILLUMINATION LEVEL ON THE QUALITY OF IMAGES RECORDED BY A SMARTPHONE

D.A. Velikanov, S.P. Pronin

Abstract: the work presents studies of the effect of the illumination of the test object on the quality of reproduction of spatial frequencies. A structural scheme of research and an algorithm for approximating experimental data are presented. A comparison of the frequency-contrast characteristics obtained at different lighting conditions is presented.

Keywords: image, illumination, frequency-contrast response, smartphone, quality

С развитием современных технологий постепенно улучшаются устройства, повседневно используемые в нашей жизни. Флагманским устройством для таких улучшений является смартфон. Компоненты смартфона стали настолько точными, что это устройство уже продолжительное время используется в различных научных исследованиях. Качество передачи и качество полученных изображений с камеры позволяет использовать его как оптико-электронное устройство для измерения, например, концентраций бактерий с помощью специального раствора [1,2]. В разработках и исследованиях применяют различные элементы смартфонов, в частности, вибромоторы для формирования сфероидов из раковых клеток, которые используются в медицинских исследованиях [3].

С развитием элементной базы совершенствуются модели смартфонов – улучшаются схемотехника, алгоритмизация и программное обеспечение. Изменение компонентов приводит к тому, что в настоящее время в пользовании находятся смартфоны в большом диапазоне

Д.А. Великанов, С.П. Пронин

годов выпуска и с различными техническими характеристиками. Это, в свою очередь, может привести к различным неоднозначным результатам экспериментов при использовании различных устройств в одних и тех же условиях. Одним из таких условий, или факторов, является освещённость, которая влияет на качество изображений, получаемых камерой смартфона.

Целью работы является исследование влияния освещённости объектов на качество получаемых изображений.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана структурная схема, представленная на рис.1. Схема разработана на основе инструкций государственного стандарта ГОСТ Р 58566 и международного стандарта ISO-12233.

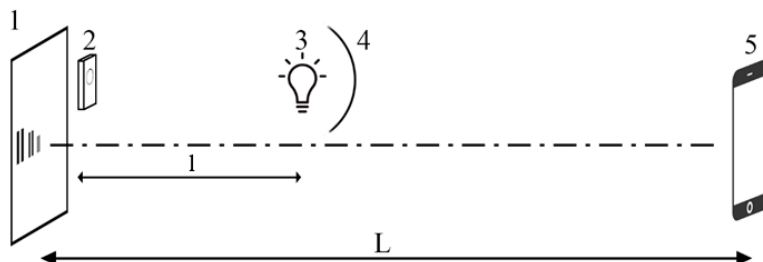


Рисунок 1–Структурная схема измерений:

1 – Тест-объект; 2 – Люксметр; 3 – Лампа накаливания;

4 – Экран для предотвращения попадания прямых лучей лампы на камеру, во избежание блиминга; 5 – Смартфон

Лампа накаливания 3 устанавливается на такое пространственное расстояние от тест-объекта 1, чтобы получить максимальную яркость (1925 лк). При последующих измерениях величина освещённости составляла (870, 700 лк). Уменьшение освещённости производилось за счет увеличением расстояния 1 между лампой 3 и тест-объектом 1. Измерение освещённости в области тест-объекта осуществляли с помощью люксметра. Расстояние L от тест-объекта до смартфона составляло 3м.

Тест-объект представляет собой парные белые штрихи на чёрном фоне. Пространственные частоты штрихов лежат в диапазоне от 0,24 до 1,11 мм⁻¹.

Объектом исследования являются изображения тест-объекта, полученные с помощью смартфона Redmi 9T при различных освещённостях: 700, 870, 1925 лк.

Полученные экспериментальные данные были аппроксимированы в программной среде Mathcad с использованием стандартной команды $\text{genfit}(X, Y, b_0, F)$, где X – пространственная частота; Y – контраст, вычисленный по формуле:

$$K = \frac{(S_{\max} - S_{\min})}{(S_{\max} + S_{\min})},$$

$S_{\max}$, $S_{\min}$ – максимальные и минимальные значения сигнала в парных штрихах; b_0 – вектор с начальными приближениями для поиска коэффициентов аппроксимирующей функции; F – исходная функциональная зависимость и частные производные этой зависимости. В качестве аппроксимирующей функции F была использована функция вида $b_1 \sin(b_2 x) / b_2 x$.

Результаты исследований представлены на рис. 2.

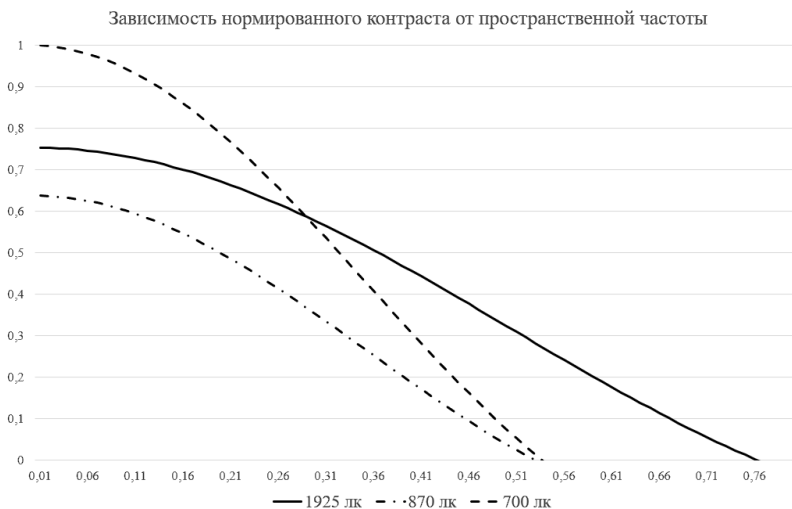


Рисунок 2 – ЧКХ смартфона Redmi 9T при различной освещённости тест-объекта

В условиях максимальной освещённости 1925 лк смартфон Redmi 9T имеет наилучшее качество передачи изображений, характеризующееся наибольшим воспроизводимым диапазоном пространственных частот, и относительно высоким контрастом на низких частотах.

При освещённости 870 лк смартфон Redmi 9T имеет наименьшее качество передачи изображений. Диапазон пространственных частот уменьшается на ~30%, контраст на низких частотах уменьшается на ~25%.

Д.А. Великанов, С.П. Пронин

При освещённости в 700 лк контраст на низких частотах приобретает максимальное значение относительно всех остальных результатов. Однако воспроизводимый диапазон пространственных частот остаётся схожим с результатами при 870 лк.

Выводы. Проведённые исследования показали большое влияние освещённости на качество получаемых изображений. Для смартфона Redmi 9T наибольший диапазон воспроизводимых пространственных частот получен при освещённости 1925 лк. Несмотря на средние показатели контраста на низких пространственных частотах, можно рекомендовать использование этой освещённости в практических исследованиях. Повышение контраста можно добиться программными алгоритмами.

Источники информации

1. Chandrakanth, Prithvi; Chandrakanth, K S. Smartphone-based intraocular lens microscope. Indian Journal of Ophthalmology 68(10):p 2213-2215
2. Junlin Wen. Smartphone-based surface plasmon resonance sensing platform for rapid detection of bacteria.RSC Adv., 2022,12, 13045-13051
3. Namgung Bumseok. An inexpensive “do-it-yourself” device for rapid generation of uniform tumor spheroids. Device 2, 100255, March 15, 2024

Сведения об авторах:

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»: **Великанов Данил Александрович**—студент кафедры информационных технологий, danilvelikanov7@gmail.com; **Пронин Сергей Петрович** -д.т.н, профессор, sppronin@mail.ru.

Контроль структурных и электромагнитных характеристик LiZn феррита, изготовленного методом 3D печати и электронно-пучкового нагрева

УДК 538.955; 544.032.6

КОНТРОЛЬ СТРУКТУРНЫХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК LiZn ФЕРРИТА, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ 3D ПЕЧАТИ И ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОГО НАГРЕВА

А.С. СВИРКОВ, Е.Н. ЛЫСЕНКО

Аннотация: в работе исследованы электромагнитные и структурные характеристики феррита $\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4$, полученного методом экструзионной печати и при последующем спекании образцов при 1100-1200 °С путем нагрева электронным пучком с энергией 1,4 МэВ с использованием ускорителя ЭЛВ-6.

Ключевые слова: электромагнитные свойства, структурные свойства, литий-цинковый феррит, аддитивная печать, электронно-лучевое спекание

CONTROL OF STRUCTURAL AND ELECTROMAGNETIC CHARACTERISTICS OF LiZn FERRITE FABRICATED BY 3D PRINTING

A.S. Svirkov, E.N. Lysenko

Abstract: electromagnetic and structural characteristics of $\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4$ ferrite obtained by extrusion printing and subsequent sintering of samples at 1100-1200 °C by heating with an electron beam with an energy of 1.4 MeV using an ELV-6 accelerator are investigated in this work.

Keywords: electromagnetic properties, structural properties, lithium-zinc ferrite, additive printing, electron beam sintering

В последние годы аддитивные технологии изготовления материалов развиваются стремительными темпами и уже широко применяются для производства сложных изделий из пластмассы, металлов и сплавов. Полученные в области аддитивного производства результаты открывают новые перспективы для керамики, позволяя повысить эффективность и производительность при одновременном сокращении затрат. Ряд работ подтвердил практическую возможность формирования и применения ферритов на основе NiZn, Ba и Sr при помощи аддитивных методов [1–5].

Несмотря на заметные успехи в создании функциональных керамических материалов аддитивным способом, остаются нерешёнными вопросы обеспечения высокой плотности керамических структур и повышения энергетической эффективности производственных процессов.

Целью работы является изучение структуры и свойств незамещённого литиевого феррита $\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4$, полученного аддитивным методом: экструзией образцов со связующим веществом и их последующей термообработкой высокоэнергетическим электронным пучком.

А.С. Свирков, Е.Н. Лысенко

Контроль структурных и электромагнитных характеристик LiZn феррита, изготовленного методом 3D печати и электронно-пучкового нагрева

Применение электронного пучка в качестве источника нагрева обосновано результатами предыдущих исследований, продемонстрировавшими его высокую эффективность при уплотнении ферритов в процессе спекания.

В работе описывается последовательность получения ферритовых образцов и схема электронно-лучевого спекания под ускорителем ЭЛВ-6. Приводятся результаты измерения электромагнитных (магнитометрия, электропроводность) и структурных (вискозиметрия, рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, измерение плотности, дилатометрия) характеристик.

Схема получения ферритовой керамики включает следующие технологические цепочки (рис.1): синтез феррита твердофазным методом при температуре 900 °С с использованием карбоната лития Li_2CO_3 , оксида железа Fe_2O_3 и оксида цинка (ZnO); смешение ферритового порошка с оксидом висмута Bi_2O_3 (1,2 вес.%); изготовление ферритовой пасты с определенной вязкостью (феррит/связка в весовом соотношении 80/20) с использованием шаровой мельницы; обработка ультразвуком и центрифугирование для гомогенизации пасты, экструзионное нанесение ферритовой пасты на подложку и формирование образца в виде таблетки определенной толщины; спекание образцов электронно-пучковым методом.

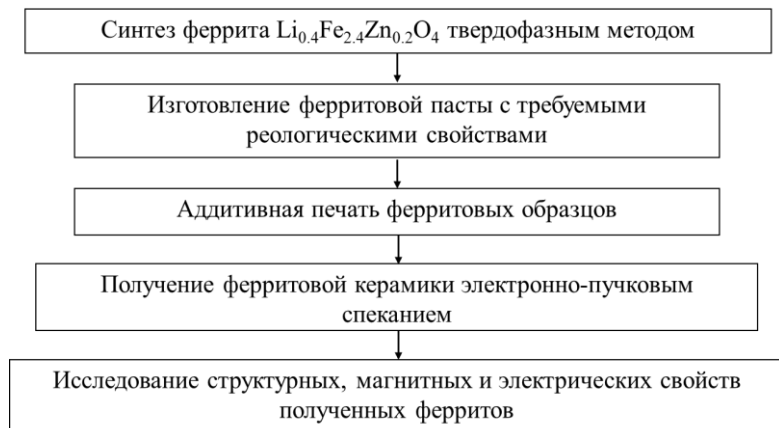


Рисунок 1 – Схема получения ферритовой керамики

В качестве связующего для получения ферритовой пасты в работе использовался раствор этилцеллюлозы в терпинеоле (ЭЦТ). Экструзионная печать пастой проводилась на принтере Voltera V-one.

Контроль структурных и электромагнитных характеристик LiZn феррита, изготовленного методом 3D печати и электронно-пучкового нагрева

Спекание ферритовой керамики проводилось электронно-пучковым методом нагрева с применением ускорителя ЭЛВ-6, обеспечивающий непрерывный пучок электронов с энергией 1.4 МэВ. Температура спекания 1100 °С и 1200 °С обеспечивалась плотностью тока пучка электронов.

Рентгенофазовый анализ образцов проводился с помощью рентгеновского дифрактометра ARLX'TRA. Микроструктуру образцов исследовали с помощью сканирующих электронных микроскопов Hitachi TM-3000 и TESCAN VEGA. Исследование процессов усадки образцов в процессе их спекания проводилось при термическом нагреве с помощью высокочувствительного dilatометра Netzsch DIL 402C.

Рентгенофазовый анализ показал, что все спеченные образцы являются монофазным продуктом и соответствуют химической формуле литий-цинковой феррошпинели исследуемого состава.

Контроль температуры Кюри (T_C) был произведён с помощью dilatометрического анализу по температурному положению пика на деривативных ТГ кривых (ДТГ кривые). Значения T_C LiZn феррита ~ 496-501 °С что соответствуют температуре магнитного фазового перехода.

Измеренные электрические и магнитные характеристики представлены в таблице 1. При этом следует отметить, что полученные ферриты обладают полупроводниковыми свойствами.

Таблица 1 – Электромагнитные характеристики полученных образцов

Температура спекания, °С	Намагниченность насыщения, эме/г	Коэрцитивная сила, Э	Электрическое сопротивление, $\Omega \cdot \text{см}$	Энергия активации электропроводности, эВ
1100	59	7	0.9×10^5	0.39
1200	65	2	4.1×10^6	0.46

Выводы. Таким образом, применение электронного пучка в качестве нагрева при спекании способствовало получению плотной ферритовой керамики с плотностью до 92%. При этом керамика, толщиной 400 мкм и спеченная при 1200 °С, характеризуется температурой Кюри (503.1 °С), намагниченностью насыщения (65 emu/g) и удельной электрической проводимостью ($4.1 \cdot 10^6 \Omega \text{ см}$), характерных для литий-цинковых ферритов с химической формулой $\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4$.

Экспериментальные данные продемонстрировали перспективность дальнейшего совершенствования аддитивного метода изготовления ферритовой керамики различного состава, при котором ферритовые

А.С. Свирков, Е.Н. Лысенко

Контроль структурных и электромагнитных характеристик LiZn феррита, изготовленного методом 3D печати и электронно-пучкового нагрева

заготовки наносятся экструзией и затем подвергаются нагреву высокоэнергетическим электронным пучком.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №22-19-00183).

Источники информации

1. Bissannagari M. Inkjet printing of NiZn-ferrite films and their magnetic properties / *Ceramics International*, 2015. V.41. P. 8023-8027.
2. An T. Extrusion-based 3D direct ink writing of NiZn-ferrite structures with viscoelastic ceramic suspension / *Ceramics International*, 2020. V.46. P. 6469-6476.
3. Yang F. 3D gel-printing of Sr ferrite parts / *Ceramics International*, 2018. V.44. P. 22370-22377.
4. Wei X. Net-shaped barium and strontium ferrites by 3D printing with enhanced magnetic performance from milled powders / *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2020. V.493. P. 165664.
5. Nagarajan B. Additive manufacturing ferromagnetic polymers using stereolithography – Materials and process development / *Manufacturing Letters*, 2019. V.21. P. 12-16.

Сведения об авторах:

Национальный исследовательский Томский политехнический университет: Свирков Александр Сергеевич – инженер ПНИЛ ЭДиП, svirkov@tpu.ru; Лысенко Елена Николаевна – д.т.н, заведующий лабораторией ПНИЛ ЭДиП, lysenkoen@tpu.ru.

УДК 537.622.6

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ МАГНИТНЫХ И МИКРОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРИТОВ ПРИ ИХ МЕХАНИЧЕСКОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ

С.А. БОБУЁК, А.П. СУРЖИКОВ, В.А. ВЛАСОВ, Е.Н. ЛЫСЕНКО

Аннотация: статья посвящена разработке математических моделей для оценки изменений магнитных свойств и микроструктуры ферритов при их механическом измельчении. Модели получены на основе экспериментальных данных и интегрированы в специальную компьютерную программу, которая позволяет рассчитывать энергонапряжённость измельчения и прогнозировать изменения размеров областей когерентного рассеяния, уровня микронапряжений, намагниченности и температуры Кюри ферритов в зависимости от условий их обработки.

Ключевые слова: ферритовые порошки, шаровые мельницы, температура Кюри, микроструктурные характеристики, регрессионные модели

PREDICTION OF CHANGES IN MAGNETIC AND MICROSTRUCTURAL PROPERTIES OF FERRITES UNDER MECHANICAL MILLING

S.A. Bobuyok, A.P. Surzhikov, V.A. Vlasov, E.N. Lysenko

Abstract: the article is devoted to the development of mathematical models for assessing changes in magnetic properties and microstructure of ferrites after their mechanical grinding. The models are based on experimental data and integrated into a specialized computer program that allows calculating the energy intensity of grinding and predicting changes in coherent scattering regions size, level of microstresses, magnetization, and Curie temperature of ferrites depending on processing conditions.

Keywords: ferrite powders, ball mills, Curie temperature, microstructural properties, regression models

Введение. Ферриты относятся к классу многофункциональных магнитных материалов, обладающих уникальными физическими характеристиками. Благодаря своей низкой стоимости, высокой химической устойчивости и стабильным магнитным свойствам, ферриты находят разнообразные применения:

- в электротехнике и электронике (производство трансформаторов, катушек индуктивности, антенных элементов и сенсоров);
- в медицине (магнитная гипертермия, адресная доставка лекарств, контрастные среды для МРТ-диагностики);
- в экологии (фотокаталитическая очистка сточных вод, сорбенты тяжёлых металлов и органических загрязнений).

Одним из эффективных способов управляемого изменения свойств ферритов является их механическое измельчение в шаровых мельни-

С.А. Бобуёк, А.П. Суржиков, В.А. Власов, Е.Н. Лысенко

цах, позволяющее формировать частицы с необходимыми магнитными и структурными свойствами [1].

Целью настоящей работы является разработка математических моделей и компьютерной программы, направленных на прогнозирование изменений структурно-магнитных характеристик ферритовых порошков при их механическом измельчении в шаровых мельницах. Центральное внимание уделено анализу таких параметров, как размеры областей когерентного рассеяния, величины микронапряжений, намагниченность насыщения и температура Кюри.

Материалы и методы проведения экспериментов. В качестве объекта исследования выступал кобальт-цинковый феррит состава $\text{Co}_{0,7}\text{Zn}_{0,3}\text{Fe}_2\text{O}_4$, синтезированный по керамической технологии. Была сформирована партия ферритов, состоящая из девяти образцов, полученных при различных режимах измельчения в шаровой мельнице, и одного неизмельчённого ферритового образца.

Методом рентгенофазового анализа были определены размеры областей когерентного рассеяния (L) и величины микронапряжений кристаллитов (ϵ). Намагниченность насыщения (M_s) определена с использованием импульсной магнитометрии. Температура Кюри (T_C) измерена термомагнитометрическим методом [1]. Таблица 1 содержит информацию по режимам получения образцов (a – центробежное ускорение размольной гарнитуры; t – время измельчения) и их структурно-магнитным характеристикам. Энергонапряжённость измельчения (E), приведённая в таблице, была рассчитана по модели, описанной в работе [2].

На основе проведенного регрессионного анализа экспериментальных данных (таблица 2) показано, что энергонапряжённость измельчения оказывает существенное влияние на микроструктуру ферритовых порошков. Это подтверждается высокими коэффициентами детерминации для зависимостей « $E - L$ » и « $E - \epsilon$ ». Установлено также, что сформировавшаяся микроструктура напрямую определяет магнитные свойства порошков, что продемонстрировано на примерах зависимостей « $L - M_s$ » и « $L - T_C$ ».

Таблица 1 – Параметры измельчения и структурно-магнитные характеристики КЦФ образцов

Образец	a	t (мин)	E (кДж)	L (нм)	ϵ $\times 10^{-3}$	M_s , (Гс $\times$ см ³ /Г)	T_C (°C)
1	2	3	4	5	6	7	8
F-0	–	–	0	94	0,3	79,87	346
F-20g-15	20g	15	72	92	0,8	80,32	345
F-20g-30		30	143	73	2,0	74,04	344

Прогнозирование изменений магнитных
и микроструктурных характеристик ферритов
при их механическом измельчении

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
F-20g-60		60	287	46	2,8	65,54	343
F-40g-15	40g	15	201	60	2,5	61,96	344
F-40g-30		30	402	41	2,4	52,97	336
F-40g-60		60	805	19	3,0	40,85	330
F-60g-15	60g	15	365	58	1,6	69,10	344
F-60g-30		30	730	42	2,6	56,21	336
F-60g-60		60	1461	19	4,0	43,84	332

Нормализация экспериментальных данных (нормировка на максимальный элемент массива) позволила унифицировать уравнения для их применения при изучении ферритовых порошков различных составов.

Таблица 2 – Регрессионные модели с коэффициентами детерминации R^2 ; символом «*» отмечены нормализованные уравнения

Двумерные данные	Регрессионные уравнения	R^2
$E - L$	$L = 91,336 - 0,131E + 5,764 \times 10^{-5}E^2$ * $L = 0,972 - 0,001E + 6 \times 10^{-7}E^2$	0,89
$E - \varepsilon$	$\varepsilon = 0,001 + 3,675 \times 10^{-6}E - 1,182 \times 10^{-9}E^2$ * $\varepsilon = 0,251 + 0,001E - 3 \times 10^{-7}E^2$	0,72
$L - M_s$	$M_s = 34,757 + 0,509L$ * $M_s = 0,433 + 0,006L$	0,93
$L - T_C$	$T_C = 323,383 + 0,455L - 0,002L^2$ * $T_C = 0,929 + 0,007L - 9 \times 10^{-6}L^2$	0,89

Разработка программного обеспечения. На основе нормализованных регрессионных моделей разработана специализированная компьютерная программа, позволяющая рассчитывать и прогнозировать изменения ключевых характеристик ферритовых порошков после их механического измельчения. Программа написана на языке программирования Pascal и реализована в среде Lazarus. Интерфейс программы оснащен необходимыми элементами для ввода исходных параметров и вывода результатов, включая удобную визуализацию данных (рис. 1).

Прогнозирование изменений магнитных и микроструктурных характеристик ферритов при их механическом измельчении

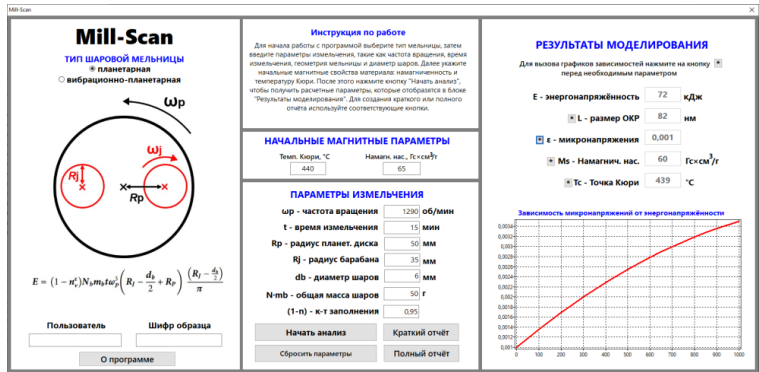


Рисунок 1 – Главное окно программы

Пользователь выбирает тип шаровой мельницы и вводит параметры измельчения, такие как частота вращения, время измельчения, геометрия размольной гарнитуры и диаметр шаров. Затем указываются начальные структурно-магнитные свойства материала. После заполнения всех полей запускается процесс расчета путем нажатия кнопки «Начать анализ». Результат отображается в окне «Результаты моделирования», а также предоставляется возможность формирования краткого или полного отчета по итогам расчётов.

Заключение. На основе экспериментальных данных, полученных при изучении кобальт-цинкового феррита $\text{Co}_{0.7}\text{Zn}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$, были построены регрессионные модели, связывающие энергонапряжённость измельчения порошков с изменением их структурно-магнитных характеристик. Полученные модели позволяют целенаправленно модифицировать структуру и магнитные свойства ферритов путем оптимального выбора параметров измельчения в шаровых мельницах. В дополнение к этому разработана специализированная компьютерная программа, осуществляющая прогнозирование изменений структурно-магнитных характеристик ферритов, таких как размер областей когерентного рассеяния, уровень микронапряжений, намагниченность насыщения и температура Кюри, что существенно упрощает использование полученных данных в научных исследованиях и промышленной практике.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект FSWW-2023-0011).

Источники информации

1. Бобуёк С., Суржиков А. П., Николаев Е. В. и др. Влияние механического измельчения на структуру и магнитный фазовый переход никель-цинковых феррошпинелей // Известия вузов. Физика. 2024. Т. 67, № 4(797). С. 51–58.
2. Kessler M., Woodward R.T., Wong N., Rinaldi R. Kinematic modeling of mechanocatalytic depolymerization of α -cellulose and beechwood // ChemSusChem. 2017. Vol. 11. P. 552–561.

Сведения об авторах:

Национальный исследовательский Томский политехнический университет: **Бобуёк Сергей Андреевич** – инженер, bobuyok@tpu.ru; **Суржиков Анатолий Петрович** – д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник, surzhikov@tpu.ru; **Власов Виталий Анатольевич**, к.ф.-м.н. старший научный сотрудник, vlvtan@tpu.ru; **Лысенко Елена Николаевна** – д.т.н., доцент, заведующая лабораторией, lysenkoen@tpu.ru.

УДК 591.044; 577.3

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЛИНЕЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ БЫСТРОПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ С УГОЛКОВЫМ ДЕФЛЕКТОРОМ

А.А. МЕТЕЛЕВА

Аннотация: Приведены результаты анализа основных схем дефлекторов для контроля параметров движения объектов на основе мультискана. Создан измеритель с применением уголкового дефлектора и фотопотенциометрического режима работы для контроля линейных перемещений быстроперемещающихся объектов. Показано, что разработанный измеритель контролирует только линейные параметры движения объектов с их автоматическим отделением от угловых перекосов объекта за счёт применения уголкового световозвращающего дефлектора.

Ключевые слова: мультискан, фотопотенциометрический режим работы, уголкоый световозвращающий дефлектор, модуляция светового потока.

OPTO-ELECTRONIC LINEAR MOTION MEASURER FOR FAST- MOVING OBJECTS WITH AN ANGULAR DEFLECTOR

A.A. Meteleva

Abstract: the results of the analysis of the main deflector circuits for monitoring the motion parameters of objects based on multiscan are presented. A measurer has been created using an angular reflector and a photopotentiometric mode of operation to control linear movements of fast-moving objects. It is shown that the developed meter controls only the linear motion parameters of objects with their automatic separation from the angular distortions of the object due to the use of an angular retroreflective deflector.

Keywords: multiscan, photopotentiometric mode of operation, angular retroreflective deflector, light flux modulation.

В настоящее время актуальной задачей является разработка бесконтактного измерителя линейных перемещений скоростей и ускорений быстроперемещающихся объектов в технике двойного применения (в частности, для контроля параметров движения откатных частей артиллерийских орудий при больших скоростях отката-наката). Требованиям измерений параметров движения объектов наиболее полно удовлетворяют оптико-электронные измерители, в которых пространственное положение объекта представляется зеркальной поверхностью пассивного отражательного элемента (дефлектора), закрепленного на объекте.

Известные дефлекторы (Д) для построения таких измерителей представлены на рис. 1 (где а – плоскостной дефлектор; б – дифференциальный; в – сферический; г – уголкоый световозвращающий).

А.А. Метелева

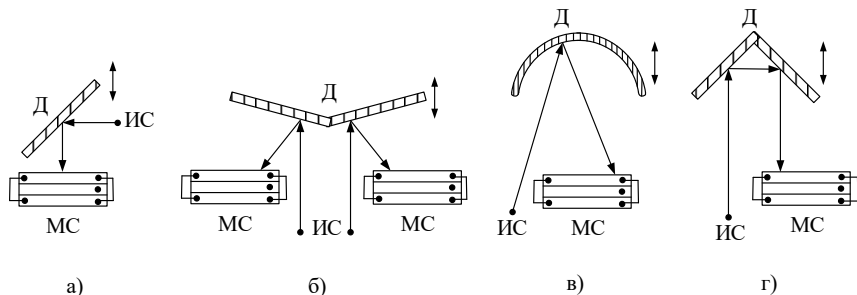


Рисунок 1 – Схемы дефлекторов для построения измерителей параметров движения объектов

В плоскостном дефлекторе (рис. 1а) луч света от источника света ИС попадает на зеркальную поверхность Д, закрепленного на объекте, и отражается от него на мультискан МС, установленный на неподвижном основании перпендикулярно отраженному лучу [1]. При движении объекта вдоль луча этот луч перемещается по фоточувствительной поверхности мульти-скана, при этом угол между падающим на Д и отраженным от него лучами не изменяется в процессе движения объекта (этим углом регулируется масштаб уменьшения перемещения объекта до длины мультискана).

В уголкового дифференциального дефлектора (рис. 1б), закрепленном на объекте, отражающая поверхность состоит из двух половин [2], соединенных под углом друг к другу для отражения светового потока от источника света ИС (параллельного направлению движения объекта) на два мультискана МС, которые расположены симметрично вдоль горизонтальной линии, перпендикулярной направлению движения объекта. Уголкового дифференциальный Д обеспечивает повышенную точность измерений линейных и угловых перемещений объекта.

В сферическом дефлекторе (рис. 1в) [3] (являющимся аналогом собирающей линзы) обеспечивается повышение яркости световой зоны на мультискане МС, смещение которой по фоточувствительной поверхности МС осуществляется пропорциональным движением Д.

В уголкового световозвращающего дефлектора (рис. 1г) [3] под каким бы углом ни падал на него луч света, он возвращается строго в обратном направлении. Даже при не совсем точной ориентации уголкового Д свет возвращается с той же точностью в соответствии с законом: угол падения луча равен углу отражения относительно перпендикуляра к освещаемой поверхности. Положительным результатом является возможность измерения только линейных перемещений, скоростей и ускорений движущейся части (откатной части) объекта с их ав-

А.А. Метелева

томатическим отделением от угловых перекосов этой откатной части за счет применения уголкового световозвращающего дефлектора для безрассеивающего отражения направленного на Д модулированного по яркости светового излучения.

Использование уголкового световозвращающего Д вместо плоского дает преимущество более простой юстировки оптической системы, так как отраженный луч отражается в направлении, противоположном падающему, независимо от неточности установки Д и его плоскостности.

В настоящее время одной из актуальных и технически сложных задач является измерения параметров движения быстроперемещающихся объектов (в частности, откатных частей артиллерийских орудий). Однако представленный в [4] измеритель обладает недостаточным быстродействием и не позволяет проводить прямые измерения линейных перемещений откатных частей. Цель работы – разработать помехозащищенный измеритель линейных параметров движения быстроперемещающихся объектов.

Следует отметить, что при анализе динамики движения откатных частей, перемещающихся со скоростями до 100 м/сек (или величин их смещений, скоростей и ускорений), использование время-импульсного режима работы приводит к динамической погрешности (если для измерения местоположения световой зоны используется временной интервал от характерной точки видеосигнала до момента окончания опроса мультискана, так как к концу опроса измеренное значение координаты уже не будет соответствовать ее текущему действительному значению). Для устранения рассмотренной динамической погрешности можно использовать временной интервал от начала опроса мультискана до характерной точки видеосигнала с выдачей результата измерений в момент опроса этой точки. Однако это приводит к неравномерному квантованию во времени траектории движения световой зоны по мультискану и сложности аппаратной реализации цифрового дифференцирования.

Для решения задач анализа быстропротекающих процессов отката целесообразно использовать фотопотенциометрический режим работы мультискана, обладающий более высокими быстродействием, разрешением по координате, простотой электронной схемы. Представление для этого варианта включения выходного сигнала с мультискана в аналоговой форме позволяет с помощью прецизионных аналоговых дифференциаторов просто и точно определять скорость и ускорение контролируемого объекта, а в сочетании с аналого-цифровым преобразованием видеoinформации с мультискана использовать рациональные цифровые методы ее обработки.

Поставленная цель достигнута в разработанном измерителе для контроля линейных перемещений объекта, структурная схема которого представлена на рисунке 2 (где МС – телевизионный мультискан; Об – контролируемый объект; Д – уголковый световозвращающий дефлектор, закрепленный на объекте; СП – светоделительная призма; БУЭ – блок управления эквипотенциалью; ИС – источник модулированного света; ПТН – преобразователь ток-напряжение; ПУ – полосовой усилитель; СД – синхронный детектор; ИНТ – интегратор; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; МП – микропроцессор). Разработанный измеритель работает следующим образом.

В исходном положении I объекта Об модулированный поток излучения от источника света ИС проецируется на уголковый световозвращающий дефлектор Д (закрепленный на объекте) и далее отражается на начало фоточувствительной поверхности мультискана МС.

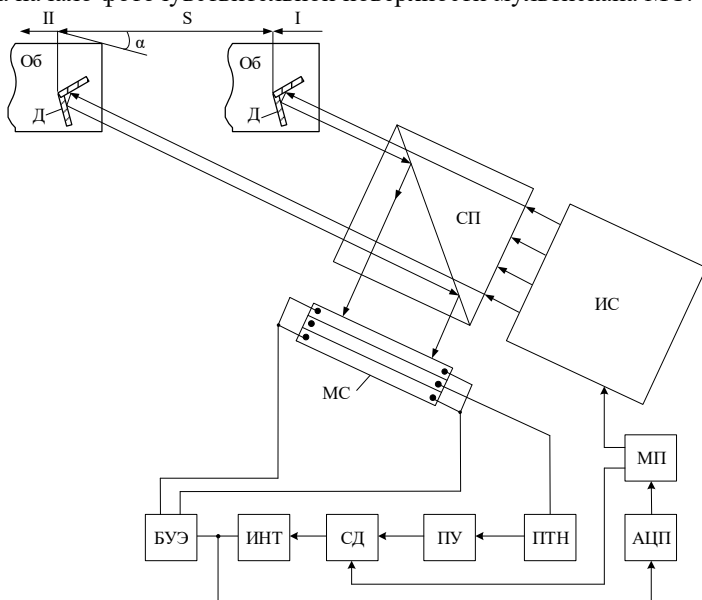


Рисунок 2 – Структурная схема измерителя с уголковым дефлектором для контроля линейных перемещений объекта

При движении дефлектора Д (напр., при откате артиллерийского орудия – положение II объекта) световая зона СЗ перемещается к концу мультискана МС. Перемещение ΔS дефлектора Д определяется по формуле:

$$\Delta S = \Delta x / \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где Δx – смещение СЗ на мультискане МС при линейных перемещениях дефлектора Д; α – угол между направлением движения объекта Об и падающим на дефлектор Д лучом света (равный $\sim 0,5 \div 2^\circ$ и регулируемый масштаб уменьшения перемещения ΔS откатных частей (~ 1500 мм) до длины мультискана (~ 30 мм).

Измерение положения подвижного объекта Об при помощи мультискана МС осуществляется в фотопотенциометрическом следящем режиме [5]. Изменяющийся с частотой модуляции светового потока выходной ток мультискана МС преобразуется преобразователем ток-напряжение ПТН в переменное напряжение, которое после усиления по амплитуде и фильтрации по частоте в полосовом усилителе ПУ поступает на сигнальный вход синхронного детектора СД.

При отклонении световой зоны от ее стационарного положения на мультискане МС в ту или иную сторону синхронный детектор СД формирует напряжение с амплитудой и полярностью, соответствующей величине и направлению отклонения. Напряжение с выхода детектора СД поступает на вход интегратора ИНТ, выходное напряжение которого через блок БУЭ управление эквипотенциалью изменяет напряжение смещения на делительной шине мультискана МС таким образом, чтобы «нулевая эквипотенциаль» соответствовала центру световой зоны на фоточувствительной поверхности. При этом выходное напряжение интегратора ИНТ определяет линейное положение световой зоны на мультискане МС и, соответственно, положение подвижного объекта Об измерения.

Выводы. Достоинством разработанного измерителя является его помехозащищенность и возможность измерения только линейных перемещений скоростей и ускорений движущегося объекта Об (откатной части) с их автоматическим отделением от угловых перекосов объекта за счет применения уголкового световозвращающего дефлектора для безрассеивающего отражения направленного на дефлектор модулированного по яркости светового излучения. Повышение точности и быстродействия измерителя достигается использованием фотопотенциометрического следящего режима работы (вместо импульсного) мультискана МС, обеспечивающего в условиях сильных световых помех непрерывное слежение за положением объекта в любой части его траектории.

Источники информации

1. Шелковников Ю.К., Липанов А.М. Теоретические основы и технология изготовления телевизионных сканисторных структур. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 142 с.

2. Патент РФ 2767589, МПК G01B 21/00. Устройство для измерения линейных и угловых перемещений, скоростей и ускорений объектов / Альес М.Ю., Шелковников Ю.К., Архипов И.О., Метелева А.А. – Бюл. №8, 17.03.2022.

3. Ранов И. И., Коргин А. В., Поляков Д. А., Коргина М. А. Исследование характера отражений сферической световозвращающей марки // Вестник МГСУ. 2007. №4.

4. Метелева А.А. Информационно-измерительная система на базе мультискана для контроля параметров движения объектов в условиях сильных помех // в сборнике: Измерения, контроль, информатизация. Материалы XXV Международной научно-технической конференции. Барнаул, 2024. – С.71-76.

5. Патент РФ 209.769.1 С1, G01B21/00, Устройство для определения положения светового пятна / Подласкин Б.Г., Токранова Н.А., Чеботарев К.Е., Чекулаев Е.А.

Сведения об авторах:

Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН: **Метелева Анастасия Алексеевна** - аспирант, младший научный сотрудник, meteleva-nami@rambler.ru

3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ

УДК 004.774.6

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОСТИНИЦЫ С ФУНКЦИЕЙ БРОНИРОВАНИЯ НОМЕРОВ

С.В. АМОСОВ, А.А. ГРЕБЕНЬКОВ

Аннотация: в статье освещается актуальность и конечный результат разработки веб-приложения, построенного на современных технологиях для гостиницы, с возможностью бронирования номеров, личным кабинетом клиента, системой отзывов, скидок и новостей.

Ключевые слова: Веб-приложение, Бронирование номеров, Laravel 11.

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR A HOTEL WITH A ROOM RESERVATION FUNCTION

S.V. Amosov, A.A. Grebenkov

Abstract: The article highlights the relevance and end result of developing a web application based on modern technologies for a hotel, with the possibility of booking rooms, a personal account for the client, a system of reviews, discounts and news.

Keywords: Web application, Room Booking, Laravel 11.

В настоящее время тяжело представить себе путешествие без возможности заселения в гостинице. Однако за последние два десятилетия процесс бронирования номера в отеле сильно изменился. Если еще недавно процесс заселения обычно требовал личного присутствия, и общения с персоналом, включая длительный выбор номера и обсуждение деталей бронирования, то сейчас большинство (если не все) гостиницы, стараются максимально автоматизировать данный процесс для удобства клиентов, а также снижения нагрузки на административный персонал.

Доказательством актуальности данного решения можно также считать статью, опубликованную на официальном ресурсе «Российский Союз Туриндустрии», в которой говорится о стремительном наращивании доли онлайн-бронирований в российских отелях [1]. По данным, взятым из данной статьи, можно сделать вывод, что с уходом иностранного сервиса по бронированию номеров «Booking.com» (занимал

С.В. Амосов, А.А. Гребеньков

85% рынка по бронированиям онлайн в России), стремительно возросла доля отечественных сервисов, предоставляющих такого рода услуги. Еще одним выводом, который можно сделать из статьи является то, что в целом по всей России доля офлайн-бронирований заметно снижается, и нет поводов считать, что эта тенденция может измениться в обозримой перспективе.

Принимая во внимание факты, перечисленные выше, можно сформулировать цель работы: разработка веб-приложения с использованием современных инструментов, предоставляющее клиенту всю необходимую ему информацию, а также возможность выбора и бронирования номеров онлайн.

В качестве основных языков для разработки приложения были использованы – PHP, CSS, JavaScript. Фреймворком был выбран Laravel 11 версии. Для разметки страниц использовался Blade шаблонизатор [3], поставляемый с Laravel. Преимущество данного инструмента заключается в наследовании шаблонов, что позволяет сократить объем написанного кода и дальнейший рефакторинг. В роли СУБД была выбрана PostgreSQL версии 15.6. Из её преимуществ можно выделить полную совместимость с Laravel, в том числе корректную работу миграций.

Для оформления бронирования, пользователю достаточно авторизоваться и зайти на главную страницу, где нужно выбрать удобные даты для заселения и выезда, а также указать для скольких человек планируется найти номер. После ввода всех данных выполняется запрос к базе данных с фильтрующими условиями, и клиент получает полный список доступных номеров на указанные дни. Страницу оформления бронирований можно увидеть на рис. 1.

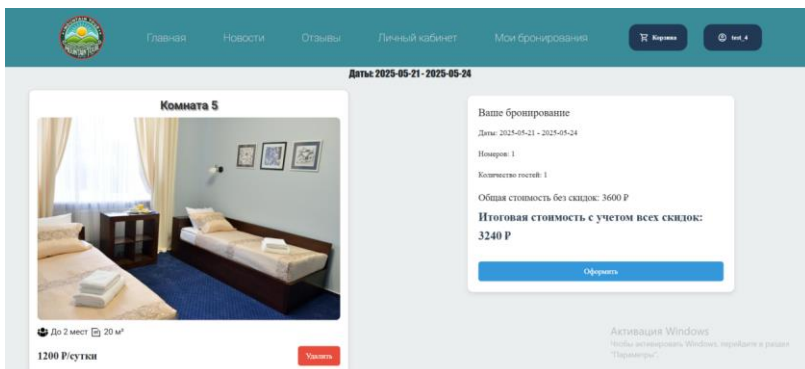


Рисунок 1 – Страница оформления бронирований

При оформлении бронирования номера отображается его стоимость с учетом всех скидок, которые имеет клиент. Для этого с помощью СУБД PostgreSQL были спроектированы две дополнительные сущности, связанные с клиентом: «Расчёт_скидки» и «Скидки». Более подробно ознакомиться с данными сущностями можно на рис. 2.

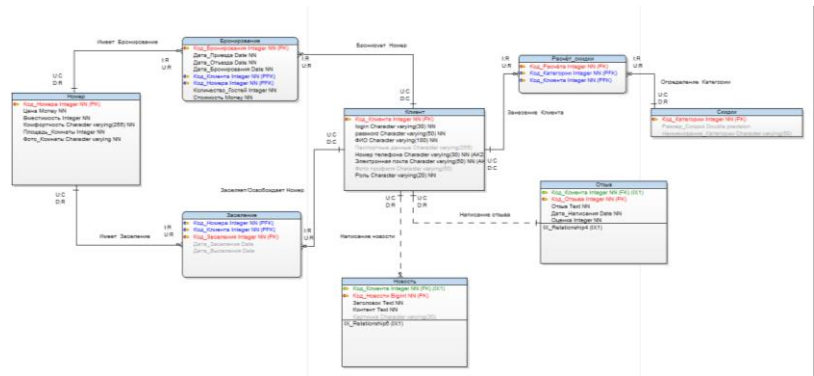


Рисунок 2 – Физическое представление клиента и связанных с ним скидок

У клиента может быть несколько скидок, всё это регулируется администратором системы, путем добавления самих скидок и установления связи между клиентом и скидки. Для облегчения данного процесса, и возможности добавлять скидки клиентам без постоянного ручного написания запросов к БД, была разработана административная панель, доступ к которой есть только у пользователей с ролью «admin».

Административная панель облегчает не только процесс добавления и удаление скидок у клиентов, она позволяет делать «CRUD» (Create, Read, Update, Delete) практически со всеми существующими сущностями на ресурсе. В том числе она позволяет администраторам добавлять новости или специальные предложения на ресурс без необходимости постоянно вручную подключаться к БД. Данные о каждой новости хранятся в базе данных. Каждая новость имеет автора, заголовок, текст новости, и тематическое изображение для наглядности. Для каждой новости на странице отображаются имя ее автора и дата публикации (рис. 3).

В качестве отличительной черты, в веб-приложении предусмотрена функция оставления отзыва о гостинице, которая работает следующим образом. После входа клиента в личный кабинет, система проверяет, есть ли у данного клиента оформленные бронирования.

Разработка информационной системы
для гостиницы с функцией бронирования номеров

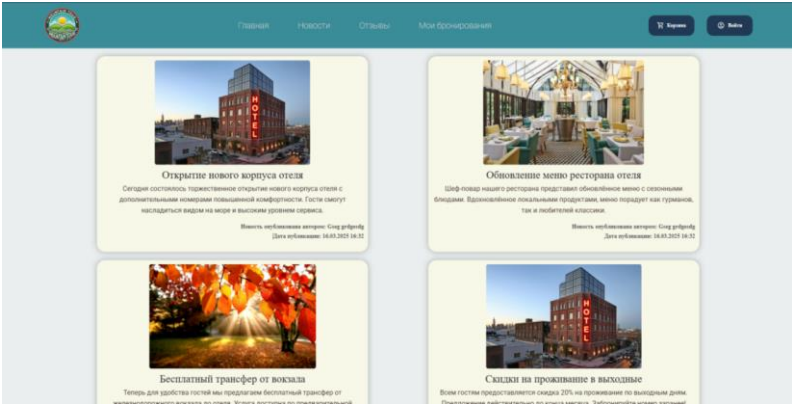


Рисунок 3 – Страница «Новости»

Если таковые имеются, и клиент еще не оставлял отзыв о гостинице, ему будет предложено это сделать. Проверка на наличие отзыва осуществляется с помощью запроса к базе данных, который проверяет наличие отзыва от текущего пользователя. Если отзыв уже оставлен, всплывающего окна не будет. На рис. 4 продемонстрировано то, как данную страницу видит пользователь с правами администратора. Как видно из рисунка, администратор может удалять и редактировать любые отзывы, оставленные о гостинице.

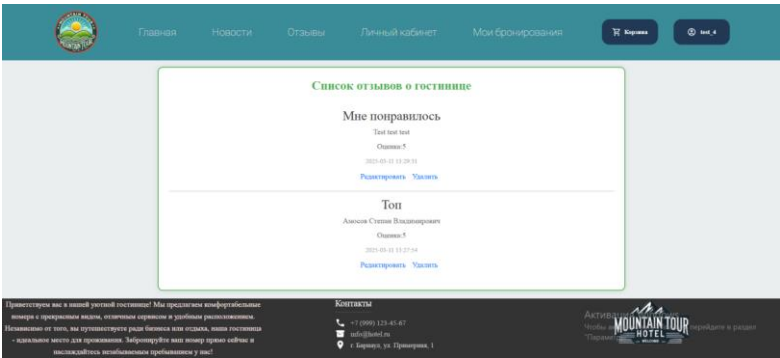


Рисунок 4 – Страница отзывов

Выводы: проводя анализ рынка, был выявлен высокий спрос на решения, осуществляющие онлайн бронирование и предоставляющие всю интересующую информацию о гостинице. В связи с этим был С.В. Амосов, А.А. Гребеньков

сформирован набор современных технологий, на базе которых спроектировано веб-приложение, способное обеспечить возложенные на него требования.

Источники информации:

1. rst.ru: сайт / rst.ru – интернет издание. – URL: <https://rst.ru/novosti/novosti-turizma/rst-rossijskie-oteli-bystro-narashhivayut-dolyu-onlajn-bronirovanij.html>
2. Официальная документация по PostgreSQL (<https://www.postgresql.org/docs/>)
3. Официальная документация по Laravel (<https://laravel.com/docs/11.x>)

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: **Амосов Степан Владимирович** – студент, stepan.amosov.2014@mail.ru, **Гребеньков Александр Александрович** – кандидат физико-математических наук, доцент, gr_a_al@mail.ru.

УДК 4.42

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ АЛТГТУ

А.Н. АХМЕТВАКИЕВА, А.С. НЕНАЙДЕНКО

Аннотация: работа посвящена исследованию процесса организации и проведения электронного голосования. Приводятся результаты моделирования процесса электронного голосования в нотации IDEF0.

Ключевые слова: голосование, процесс электронного голосования, анонимное голосование, процесс электронного голосования в нотации IDEF0

DESIGNING OF THE ELECTRONIC VOTING SYSTEM OF ALTSTU

A.N. Ahmetvakieva, A.S. Nenaydenko

Abstract: The article is devoted to the study of the process of organizing and conducting electronic voting. The results of modeling the electronic voting process in the IDEF0 notation are presented.

Keywords: voting, electronic voting process, anonymous voting, electronic voting process in IDEF0 notation

Электронное голосование – это современный способ принятия коллективных решений, позволяющий участникам голосовать с использованием цифровых устройств.

Электронное голосование в АлтГТУ является процессом, состоящим из нескольких связанных этапов: подготовка голосования; проведение голосования; проверка легитимности голосования.

Процесс голосования в нотации IDEF0 изображен на рис. 1.



Рисунок 1 - Процесс электронного голосования

А.Н. Ахметвакиева, А.С. Ненайденко

Декомпозиция процесса представлена на рис. 2.

На этапе подготовки голосования происходит его создание, настройка и публикация. Организация голосования предполагает предварительный подбор администратором сервиса – условий и параметров, соответствующих будущему голосованию. Предстоящему голосованию необходимо указать название и при наличии добавить описание, а также можно настроить требования к авторизации респондентов, анонимизации результатов и доступу по приглашениям. В случае, если правильный ответ для вопросов не предусматривается, администратор может выбрать тип голосования “Голосование”, если же у вопросов планируется наличие правильных ответов, должен указываться тип “Тест”. После создания голосования, администратор может добавить к нему вопросы, с ответами, и возможностью прикрепления изображений к вопросам. В зависимости от выбранных настроек, можно будет указать правильный ответ или же балл ответа. По завершению настроек и добавлению вопросов с ответами, для перехода к следующему этапу, необходимо опубликовать голосование.

Декомпозиция процесса подготовки голосования изображена на рис. 3.

Процесс проведения голосования включает в себя этапы, управляемые администратором сервиса: определение респондентов, рассылка ссылок-приглашений и напоминаний респондентам, и завершение голосования. А также этапы, при которых могут быть задействованы респонденты, это: переход респондентом по ссылке-приглашению, отправка ответов и просмотр промежуточных и заключительных результатов голосования.

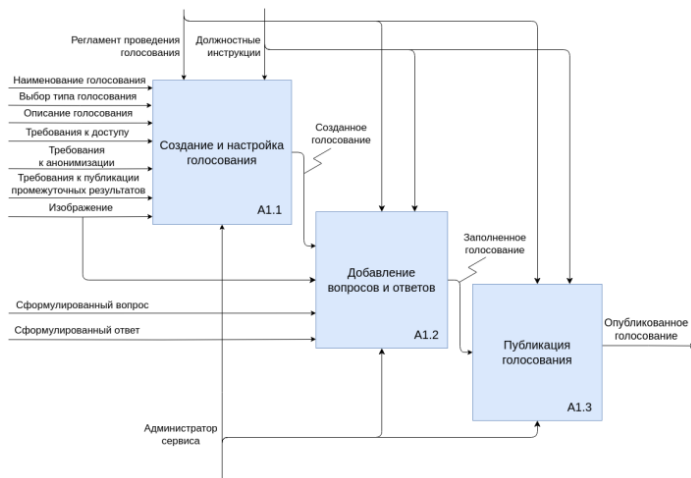


Рисунок 2 - Декомпозиция процесса электронного голосования
А.Н. Ахметвакиева, А.С. Ненайденко

В процессе проведения голосования задействованы как респонденты, так и администратор сервиса. Процедуры, управляемые администратором сервиса:

- рассылка приглашений и напоминаний участникам;
- мониторинг проведения голосования;
- инициация завершения голосования по истечению установленного срока.

Со стороны респондентов можно выделить следующие шаги:

- переход по полученной ссылке-приглашению и участие в голосовании;
- ознакомление с результатами голосования, с возможностью проверки их легитимности.

Стоит отметить, что по завершению респондентом голосования, в случае анонимного голосования, во время приема сервером базы данных ответов респондента, респонденту присваивается уникальный токен. После чего, вычисляется хеш результата для данного токена, запись сохраняется в базу данных и вычисленный хеш единожды показывается голосующему. Если голосование было определено как не анонимное, то в базу вносятся данные респондента и хеш результата ответов будет выслан ему на почту.

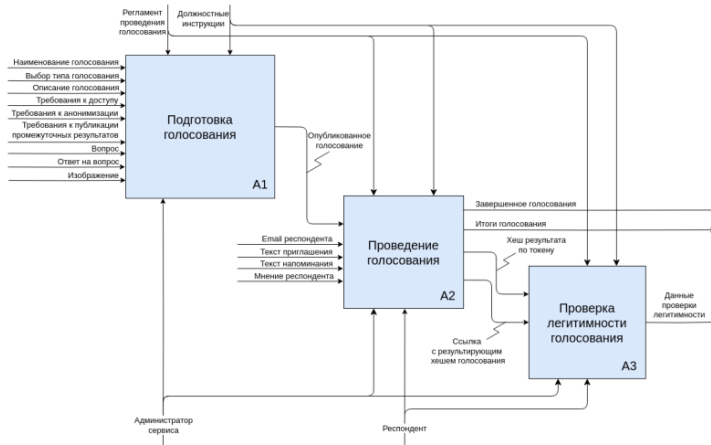


Рисунок 3 - Декомпозиция процесса подготовки голосования

В результате завершения всего голосования, формируются ссылки с вшитым хешем результатов голосования, включающим в себя хеши по результатам каждого голосующего. Данная ссылка будет использоваться в процессе проверки голосования на легитимность.

Декомпозиция процесса проведения голосования представлена на рис. 4. А.Н. Ахметвакиева, А.С. Ненайденко

Процесс проверки легитимности голосования подробно описан в публикации [1].

Концептуальная модель базы данных представлена в публикации [2].

Предложенный процесс электронного голосования гарантирует реализацию как открытых, так и закрытых форм участия, сохраняя принципы анонимности и достоверности полученных результатов.

Источники информации

1. Ахметвакиева А.Н. Система электронного голосования АлтГТУ: Проектирование системы базы данных // Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем. 2023. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59985511&pff=1> (дата обращения: 10.05.2025).

2. Ахметвакиева А. Н. Система электронного голосования АЛТГТУ: обеспечение анонимности и достоверности / А. Н. Ахметвакиева // Молодежь - Барнаулу : материалы XXVI городской научно-практической конференции молодых ученых, Барнаул, 01–30 ноября 2024 года. – Барнаул: ООО «АлКом», 2025. – С. 281-282. – EDN WTSQFQ.

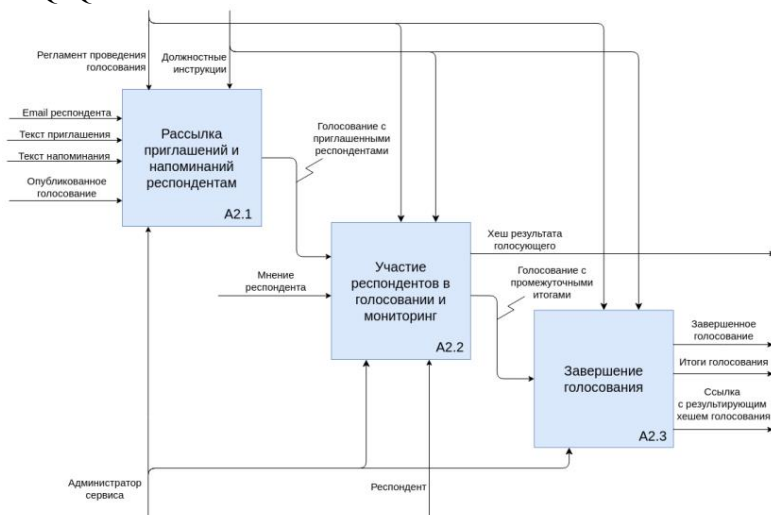


Рисунок 4 - Декомпозиция процесса проведения голосования

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: **Ненайденко Александр Степанович** - доцент кафедры ПМ, к.т.н., АлтГТУ им. И.И. Ползунова, nenaydenko.a.s@mail.ru; **Ахметвакиева Адель Нурлановна** – магистр кафедры ИСЭ, ah.adelee@gmail.com.

А.Н. Ахметвакиева, А.С. Ненайденко

УДК 004.4; 656.225

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРОВОДНИКОМ В ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДАХ

Н.А. РАХМАТУЛИН, Л.И. СУЧКОВА

Аннотация: в статье представлено решение задачи автоматизации учёта и продажи товаров в пассажирских поездах. Предложена разработка Android-приложения для проводников и веб-интерфейса для штаб-проводника. Приложение оптимизирует бумажный документооборот и повышает прозрачность продаж. Проведены архитектурное проектирование, модульная и интеграционная разработка, протестирован функционал автоматизации продаж.

Ключевые слова: пассажирский поезд, мобильное приложение, автоматизация продаж, проводник, веб-интерфейс.

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR PRODUCT SALES BY A PASSENGER TRAIN CONDUCTOR

N.A. Rakhmatulin, L.I. Suchkova

Abstract: his paper presents a solution for automating goods sales accounting on passenger trains. A development of an Android app for train conductors and a web interface for the head conductor is proposed. The application streamlines paperwork and increases the transparency of sales. Architectural design, implementation, and testing of the sales automation system are described.

Keywords: passenger train, mobile application, sales automation, conductor, web interface.

Услуги по обеспечению комфортного обслуживания пассажиров на железнодорожных маршрутах включают торговлю напитками и продуктами непосредственно во время рейса. Традиционно реализация продукции проводниками сопровождается бумажными журналами и отчётами, что приводит к ошибкам, задержкам и снижению контроля. Отсутствие централизованной цифровой платформы затрудняет инвентаризацию и анализ спроса. Внедрение современных ИТ-решений, в частности мобильных приложений, способно кардинально улучшить процессы управления запасами и продаж. Системы типа мобильных POS уже становятся стандартом, позволяя принимать бесконтактные платежи и анализировать продажи.

Текущая система учёта продаж в поездах остаётся преимущественно бумажной: проводники вручную фиксируют каждую операцию в журнале, а сводный отчёт формируется на бумажных носителях. Это требует значительных временных затрат и не обеспечивает своевременного контроля остатков. В таких условиях качество обслуживания

Н.А. Рахматулин, Л.И. Сучкова

пассажиrow и экономическая эффективность перевозок снижаются. Постановка задачи заключается в создании комплексного решения – мобильного приложения и веб-интерфейса, которые автоматизируют учёт и продажу товаров, устранив указанные недостатки.

Целью работы является разработка программного комплекса для автоматизации учёта и продажи товаров проводниками пассажирских поездов.

Для реализации поставленной цели разработана многослойная архитектура приложения.

Серверная часть основана на Spring Boot (Kotlin) и реализована по принципам трёхслойной архитектуры (контроллеры, сервисы, репозитории), что обеспечивает разделение ответственности и масштабируемость. Мобильное приложение для проводников построено под Android с использованием шаблона MVVM (Model–View–ViewModel), который индустриально признан за чёткое разделение UI-логики и бизнес-логики. Визуальный интерфейс стилизован по Material Design. Для клиент-серверного взаимодействия используется REST API: запросы к серверу обрабатываются Spring Security, а аутентификация проводников осуществляется по JWT-токенам.

Схема архитектуры показана на рис. 1. Сервер и база данных размещены в служебном купе поезда и соединены с устройствами проводников по локальной Wi-Fi сети через репитеры (отсутствие внешнего интернета). Сервер обеспечивает надёжное хранение данных (справочники сотрудников, вагонов, товаров, продажи). Для безопасности применяется Spring Security с конфигурацией доступа и фильтром JWT. Многослойная структура позволяет легко расширять систему новыми функциями.



Рисунок 1 – Архитектура программного комплекса
Н.А. Рахматулин, Л.И. Сучкова

Мобильное приложение реализовано на Kotlin и разделено на следующие экраны: авторизации, «Склад», «Продажи», «Профиль». На экране авторизации проводник вводит шестизначный идентификатор, после чего осуществляется проверка и получение токена (JWT). Главное меню реализовано в виде панели навигации снизу. Экран «Склад» отображает карточки товаров с названием, ценой и доступным количеством (см. рис. 2). Пользователь может выбирать количество товара для покупки. Логика интерфейса отделена в ViewModel: при изменении данных списков LiveData-компоненты автоматически обновляют отображение; для фоновых операций используются Kotlin-корутины.

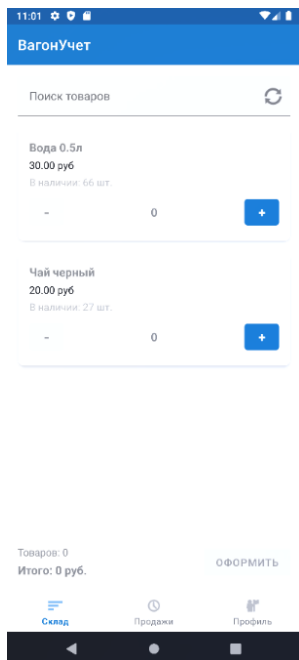


Рисунок 2 – Архитектура программного комплекса

Веб-приложение реализовано как SPA на HTML, CSS и JavaScript. Интерфейс позволяет в реальном времени отслеживать запасы товаров в штаб-вагоне, регистрировать пополнения в вагонах. Для выполнения асинхронных HTTP-запросов к серверу используется библиотека Fetch API.

Заключение. Реализован программный комплекс автоматизации продаж в пассажирских вагонах, включающий Android-приложение и

Н.А. Рахматулин, Л.И. Сучкова

веб-интерфейс. Проект подтверждает эффективность ИТ-решений в логистике и розничной торговле на транспорте: процесс продаж переведён в электронную форму, что облегчает контроль и аналитическую обработку. В дальнейшем планируется расширить функционал: добавить модуль управления закупками, интеграцию с системой управления запасами в штаб-вагоне и возможность работы при ограниченном соединении.

Источники информации

1. Android Developers. Guide to app architecture [Электронный ресурс] // Android Jetpack. – URL: <https://developer.android.com/topic/architecture> (дата обращения: 06.04.2025).
2. Kotlin Documentation Team. Kotlin для Android [Электронный ресурс] // Документация Kotlin. – 2023. – URL: <https://kotlinlang.ru/docs/android-overview.html> (дата обращения: 04.05.2025).
3. Spring Guides. Building an Application with Spring Boot [Электронный ресурс] // spring.io. – URL: <https://spring.io/guides/gs/spring-boot> (дата обращения: 28.04.2025).
4. Oracle Corporation. MySQL 8.4 Reference Manual [Электронный ресурс] // Документация MySQL. – 2025. – URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/> (дата обращения: 10.05.2025).
5. MDN Web Docs. CSS: каскадные таблицы стилей [Электронный ресурс] // developer.mozilla.org. – URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/CSS> (дата обращения: 16.05.2025).

Сведения об авторах

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова: **Рахматулин Никита Александрович** - студент кафедры ИВТиИБ, e-mail: nik-rahmatulin@mail.ru; **Сучкова Лариса Иннокентьевна** - д.т.н., профессор кафедры ИВТиИБ, e-mail: li.suchkova@yandex.ru

УДК 004.774.6

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЁТА И АНАЛИЗА СИЛОВЫХ ТРЕНИРОВОК

В.Е. ЗЫКОВ, А.А. ГРЕБЕНЬКОВ

Аннотация: разработано веб-приложение для учёта силовых тренировок с хранением данных на сервере. Приложение работает через браузер, не требует установки, и использует стек технологий React, Tailwind CSS, Node.js, Express и Sequelize. Реализованы функции авторизации, ведения тренировок, визуализации статистики и календарь активности.

Ключевые слова: веб-приложение, React, тренировочный дневник, фитнес, REST API

DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR STRENGTH TRAINING TRACKING AND ANALYSIS

V. E. Zykov, A. A. Grebenkov

Abstract: a web application for tracking strength training has been developed with server-side data storage. It runs in a browser without installation and uses React, Tailwind CSS, Node.js, Express, and Sequelize. Features include user authentication, workout planning, progress visualization, and an activity calendar.

Keywords: web application, React, workout tracker, fitness, REST API

Современные цифровые технологии активно внедряются в различные сферы жизни, включая спорт и фитнес. Одним из важных инструментов для спортсменов и любителей является тренировочный дневник, позволяющий систематизировать информацию о занятиях, анализировать нагрузку и отслеживать прогресс. Такой подход способствует более эффективному планированию и повышает мотивацию к регулярным занятиям.

На рынке существует множество решений, реализованных преимущественно в виде мобильных приложений. Однако большинство из них требует установки через маркетплейсы App Store и Google Play. В текущих геополитических условиях это становится проблемой, поскольку ряд российских приложений уже был удалён с указанных платформ. Это влечёт за собой риски недоступности обновлений и невозможности повторной установки при смене устройства.

Кроме того, подавляющее число мобильных решений не имеют полноценной веб-версии, что ограничивает удобство использования на компьютерах и ноутбуках. Это создаёт дополнительный барьер для пользователей, предпочитающих вести статистику тренировок с ПК

В.Е. Зыков, А.А. Гребеньков

или не желающих устанавливать дополнительное программное обеспечение.

Целью работы является создание лёгкого и надёжного веб-приложения для учёта и анализа силовых тренировок, которое не требует установки, и может быть использовано с любого устройства, оснащённого браузером. Основной акцент делается на кроссплатформенность, независимость от маркетплейсов, а также удобство и интуитивность пользовательского интерфейса.

Среди функциональных требований можно выделить следующие: возможность создавать тренировочные планы, добавлять упражнения и параметры (вес, количество повторений, подходы), сохранять результаты выполненных тренировок с привязкой к дате, просматривать историю занятий, строить графики прогресса по упражнениям, а также редактировать и удалять записи.

Среди нефункциональных требований выделяются адаптивность интерфейса под различные типы устройств (ПК, планшеты, смартфоны), высокая отзывчивость при взаимодействии с системой, безопасность при передаче и хранении данных, а также возможность масштабирования проекта и его последующего обновления.

Разрабатываемое веб-приложение реализовано по классической клиент-серверной архитектуре с разделением на фронтенд и бэкенд части. Это позволяет добиться модульности, упрощает сопровождение кода и обеспечивает масштабируемость.

Клиентская часть приложения построена на библиотеке React [1], которая предоставляет компонентный подход и позволяет реализовать одностраничное приложение (SPA). Для стилизации интерфейсов используется Tailwind CSS — утилитарный CSS-фреймворк, обеспечивающий гибкость, лаконичность и адаптивность. Навигация между разделами реализована с помощью ReactRouter, что позволяет осуществлять переходы без полной перезагрузки страницы.

Серверная часть реализована на платформе Node.js с использованием фреймворка Express, обеспечивающего создание REST API [2] и обработку HTTP-запросов. В качестве системы управления базами данных выбран SQLite — лёгкое и встроенное решение, удобное для автономного хранения данных и быстрого развёртывания. Взаимодействие с базой данных осуществляется через ORM Sequelize [3], позволяющую описывать модели и связи между сущностями на уровне JavaScript. Архитектура клиент-серверного взаимодействия приложения представлена на рис. 1.

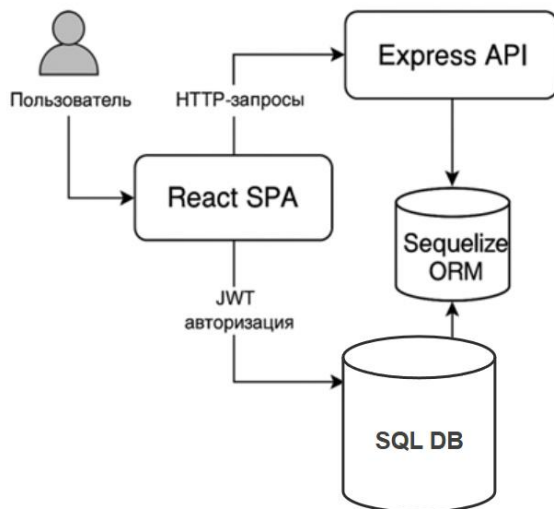


Рисунок 1 — Схема взаимодействия клиента с сервером API

Для аутентификации и защиты маршрутов используется механизм JWT (JSON Web Tokens) [4]. Это позволяет управлять сессиями пользователей без необходимости постоянного хранения состояния на сервере.

В рамках разработанного веб-приложения реализован ряд функциональных модулей, обеспечивающих полный цикл взаимодействия пользователя с системой. В их числе — механизм регистрации и авторизации с использованием JWT, модуль создания и редактирования тренировок, возможность добавления упражнений с фиксацией подходов, а также просмотр истории занятий. Дополнительно реализована визуализация прогресса пользователя в виде графика по ключевым метрикам: вес, повторения и объём. Для более наглядного отображения реализован адаптивный календарь, отображающий проведённые тренировки по датам. Также предусмотрена система восстановления доступа к учётной записи на случай утери пароля. Архитектура приложения спроектирована с учётом возможности дальнейшего масштабирования и перехода к облачному хостингу, что позволит при необходимости разделить функциональные модули на отдельные микросервисы и обеспечить высокую отказоустойчивость.

Пользовательский интерфейс приложения спроектирован с учётом принципов минимализма, доступности и функциональной наглядности. Основной акцент сделан на простоту взаимодействия и снижение

когнитивной нагрузки, что особенно важно для начинающих пользователей, не обладающих технической подготовкой.

Навигационная структура включает два основных раздела: «Мои планы», «История тренировок». Пример данной структуры представлен на рис. 2.

Все переходы между экранами реализованы без перезагрузки страницы благодаря механизму маршрутизации в React. Это обеспечивает плавность работы интерфейса и воспринимается как полноценное нативное приложение.

Создание тренировочного плана осуществляется через последовательное добавление категорий и упражнений с указанием целевых параметров: количество подходов, повторений, вес. Во время выполнения тренировки пользователь может зафиксировать реальные значения, что позволяет гибко учитывать отклонения от запланированного. История тренировок представлена в виде фильтруемого списка с отображением названий, дат и параметров. Графический модуль визуализации построен на базе библиотеки Chart.js [5] и предоставляет возможность оценивать прогресс по каждому упражнению за выбранный период — неделю, месяц, год.

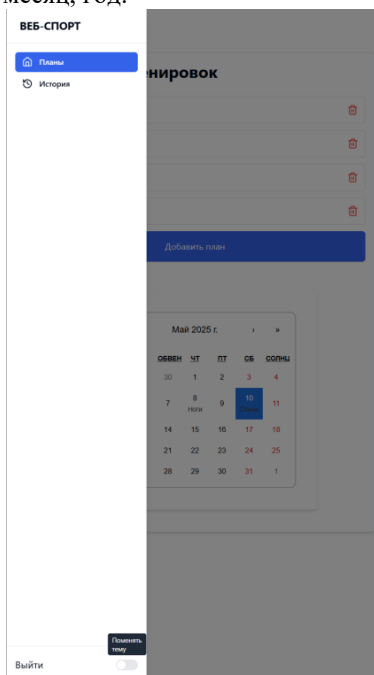


Рисунок 2 — Навигационная структура

Все данные визуализируются в виде линейного графика. Пример данного графика представлен на рис. 3.

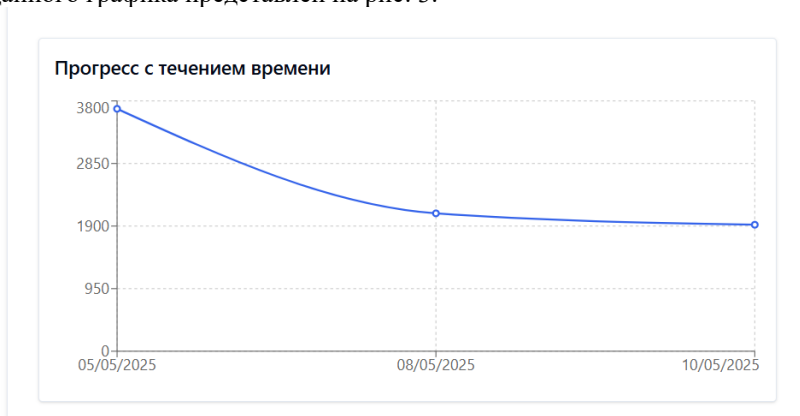


Рисунок 3 — Линейный график

Интерактивный календарь позволяет быстро определить, какие тренировки были проведены в конкретную дату. Цветовая маркировка дней с активностью повышает наглядность и может использоваться для выявления перерывов или пиков активности.

Дополнительно реализован механизм drag - drop, позволяющий пользователю изменять порядок упражнений в тренировке, а также редактировать или удалять записи. Это особенно удобно при работе с длинными или повторяющимися планами. Интерфейс оптимизирован под различные типы экранов и корректно отображается как на ПК, так и на мобильных устройствах.

Визуальные элементы разработаны с использованием Tailwind CSS [6], что позволило обеспечить консистентность стиля, адаптивную верстку и высокую скорость отклика интерфейса. Компоненты интерфейса обладают чёткой визуальной иерархией, что упрощает навигацию и снижает количество ошибок при работе с приложением.

Выводы. Разработанное веб-приложение обеспечивает удобный и надёжный учёт силовых тренировок с сохранением данных на сервере. Реализация на базе React, Node.js, Express и Sequelize позволила достичь высокой адаптивности и масштабируемости системы. В дальнейшем планируется развитие функциональности, в том числе интеграция облачного хранения и расширение аналитических возможностей.

Источники информации

1. React Documentation. <https://react.dev>
2. Express.js Documentation. <https://expressjs.com>
3. Sequelize Documentation. <https://sequelize.org>
4. JWT <https://jwt.io/introduction>
5. Chart.js. <https://www.chartjs.org/>
6. Tailwind CSS. <https://v3.tailwindcss.com/docs/installation>

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова:
Зыков Вячеслав Евгеньевич – студент; **Гребеньков Александр Александрович** – к.ф.-м.н., доцент кафедры ИВТиИБ.

УДК 004.7;004.9;378

РАЗРАБОТКА ИНФРАСТРУКТУРЫ ЛАБОРАТОРИИ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.М. СТРЕЛЬНИКОВ, Е.В. ШАРЛАЕВ

Аннотация: в работе описывается инфраструктура лаборатории сетевых технологий на базе кафедры ИВТиИБ АлтГТУ. Приводятся результаты использования разработанной инфраструктуры для проведения лабораторных работ.

Ключевые слова: технологии виртуализации, виртуальные лабораторные комплексы, сетевой стенд, сетевой эмулятор

DEVELOPMENT OF THE INFRASTRUCTURE OF THE LABORATORY OF NETWORK TECHNOLOGIES

A.M. Strelnikov, E.V. Sharlaev

Abstract: The work describes the infrastructure of the laboratory of network technologies on the basis of the Department of IVT&IB of AltSTU. The results of using the developed infrastructure for laboratory works are given.

Keywords: virtualization technologies, virtual laboratory complexes, network stand, network emulator

Во время обучения студентов по направлению "Информатика и вычислительная техника" (ИВТ) и "Информационная безопасность" (ИБ) учебным планом предусмотрено изучение дисциплин "Сети и телекоммуникации", "Технологии защиты информации в вычислительных сетях".

Существуют следующие проблемы проведения занятий по этим дисциплинам:

1) Для выполнения лабораторных работ студентам требуется наличие производительных персональных компьютеров (ПК), которые способны запустить как минимум четыре виртуальные машины (ВМ) с различными операционными системами (ОС).

2) Студенты затрачивают много времени на первоначальную настройку ОС на учебных ВМ.

3) Для развития профессиональных навыков требуется работать с сетевым оборудованием и программным обеспечением различных производителей.

4) Существует проблема в проведении непрерывной модернизации аппаратного обеспечения.

Цель работы: предложить решение для проведения аудиторных занятий по учебным дисциплинам, связанных с телекоммуникационными технологиями и информационной безопасностью.

А.М. Стрельников, Е.В. Шарлаев

В качестве одного из возможных решений указанных проблем предлагается создание специализированной лаборатории сетевых технологий, ориентированной на оптимальное использование существующего оборудования.

Были рассмотрены опыт работы по созданию и реализации похожих проектов сетевых лабораторий в других ВУЗах [1-5]. На основании анализа данных решений были сформулированы следующие рекомендации по оптимальному использованию оборудования:

1) Для максимально эффективного использования ресурсов серверов рекомендуется внедрение технологий виртуализации.

2) Для оптимального распределения и эксплуатации реального сетевого оборудования необходимо его размещение в серверных стойках с целью создания специализированных лабораторных стендов для проведения практических занятий с участием нескольких студенческих групп.

В рамках проведенного анализа были рассмотрены решения, в которых преимущественно используются продукты VMware для виртуализации, в частности гипервизор VMware ESXi, являющийся компонентом vSphere. Однако компания VMware приостановила продажу своих программных продуктов в РФ. В связи с этим было принято решение использовать систему виртуализации Proxmox VE и гипервизор QEMU/KVM.

Для виртуализации были задействованы три сервера следующей конфигурации:

1) IBM System x3550 M2, оснащённый двумя процессорами Intel Xeon E5530 и 24 ГБ оперативной памяти;

2) IBM System x3550 M2, оснащённый двумя процессорами Intel Xeon E5504 и 24 ГБ оперативной памяти;

3) IBM System x3650 M1, оснащённый двумя процессорами Intel Xeon X5450 и 24 ГБ оперативной памяти.

Данные серверы были объединены в кластер. Для обеспечения возможности миграции ВМ между узлами без прерывания их функционирования, была реализована система общего доступа к хранилищу данных, функционирующая на основе протокола iSCSI. Данная конфигурация обеспечивает гибкое распределение нагрузки между серверами кластера. Для хранения установочных образов ОС было организовано хранилище, функционирующее на основе протокола NFS.

На этой базе студенты могут создавать ВМ на серверных ресурсах в случае, если их персональные компьютеры не соответствуют системным требованиям для выполнения лабораторных работ.

В телекоммуникационную стойку было установлено следующее оборудование (рис. 1):

- 1) коммутаторы Cisco Catalyst 2950 и D-Link DES-3526;
- 2) сетевые экраны Cisco PIX-525;
- 3) программно-аппаратные комплексы (ПАК) ViPNet Coordinator HW 1000.

Для обеспечения удобного доступа к консольным портам устройств и сетевым портам ПАК ViPNet Coordinator HW 1000 смонтирована черная патч-панель. Белая патч-панель предназначена для подключения сетевого оборудования к ВМ на серверах. Каждому порту белой патч-панели соответствует порт типа access с уникальными идентификаторами VLAN в диапазоне от 301 до 324. Эти порты подключены к коммутатору уровня доступа Cisco Catalyst 2950.

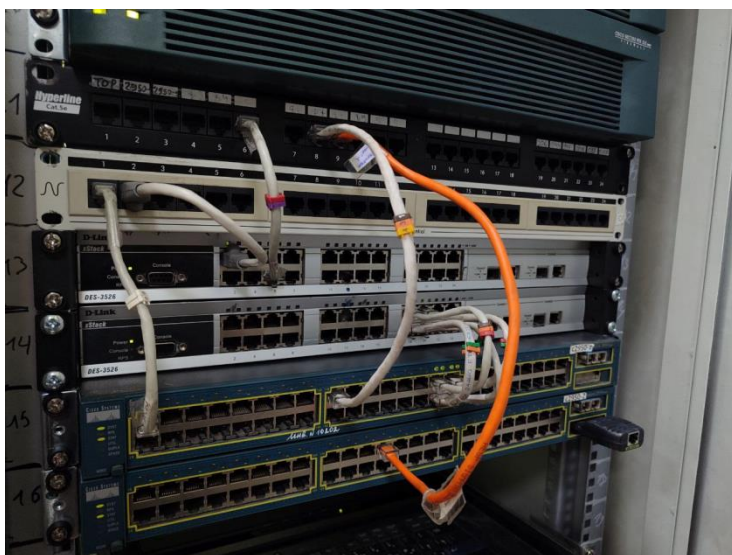


Рисунок 1 – Стойка с сетевым оборудованием

Оборудование в данной стойке подключено через магистральный порт коммутатора уровня распределения к коммутатору уровня ядра в стойке с серверами. Это обеспечивает интеграцию ВМ и физического оборудования в различные сетевые топологии.

Для развития профессиональных навыков и унификации подхода к работе с виртуальными устройствами, были, во-первых, унифицированы лабораторные стенды всех студентов, и, во-вторых, эмулировано оборудование, которого нет в фонде лаборатории, например, коммутаторы и маршрутизаторы производителей Mikrotik, Juniper, Eltex.

Для этого было решено использовать сетевой эмулятор PNETLab, в котором имеется возможность создания шаблонов лабораторных стендов, взаимодействия с виртуальными устройствами через веб-интерфейс, совместной работы. Первоначальная настройка сетевого эмулятора включает в себя загрузку образов ОС и прошивок сетевых устройств. Были загружены следующие образы:

- 1) серверные и десктопные редакции ОС Windows;
- 2) ОС Linux (Debian, Ubuntu, РЕД ОС, Альт, Kali Linux);
- 3) прошивки маршрутизаторов Cisco, Mikrotik, Juniper;
- 4) прошивки коммутаторов Cisco, Juniper;

PNETLab была развернута в качестве ВМ на платформе Proxmox в двух экземплярах. Один экземпляр предназначен для студентов направления ИВТ, а второй — для студентов направления ИБ.

Финальная схема созданной сетевой лаборатории представлена на рис. 2.

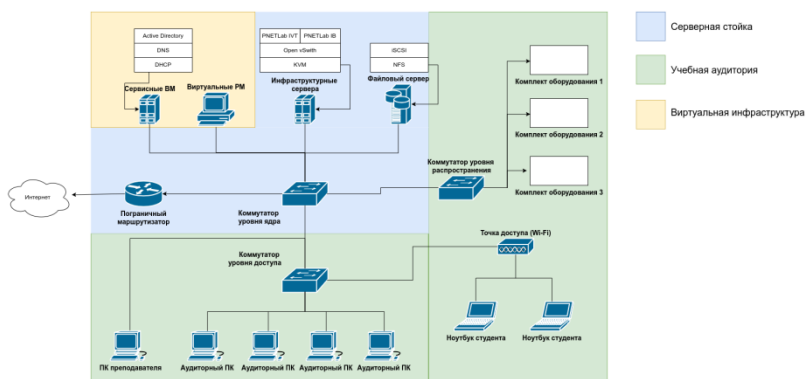


Рисунок 2 – Функциональная схема сетевой лаборатории

Было проведено тестирование системы на двух группах студентов направления ИБ. Первой группе необходимо было сделать лабораторную работу с помощью системы виртуализации Oracle VirtualBox на собственных ноутбуках. Второй группе необходимо было сделать работу в сетевом эмуляторе PNETLab.

Топология лабораторной работы изображена на рис. 3. В ходе выполнения задания использовались следующие устройства:

- 1) рабочие станции Windows-PC (Windows 10) и Linux-PC (Ubuntu или Debian);

2) сервера Server-Linux (Ubuntu или Debian) и Server-Windows (Windows Server 2016).

Для выполнения работы требовалось:

- 1) назначить IP-адреса серверам и рабочим станциям;
- 2) произвести проверку работы сети с помощью команды `ping`, `arp`;
- 3) проанализировать протоколы IPv4 и ARP с помощью инструментов перехвата сетевого трафика, таких как Wireshark и tcpdump.

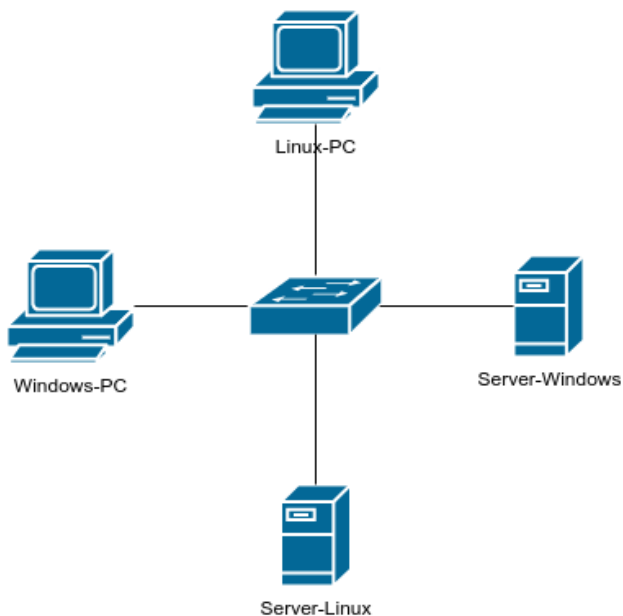


Рисунок 3 – Сетевая топология лабораторной работы

В ходе тестирования были получены следующие результаты:

1) Студенты второй группы затратили на выполнение задания на 90 минут меньше, чем студенты первой группы. Это обусловлено тем, что студенты первой группы затратили данное время на установку ОС на каждую ВМ, которая требовалось для выполнения лабораторной работы.

2) Студенты второй группы столкнулись с проблемами, связанными с длительной загрузкой операционной системы Windows и программного обеспечения. Подтверждено, что загрузка занимала от 5 до 10 минут после запуска виртуальной машины. Это связано с недостаточной производительностью дисковой подсистемы в среде вложенной виртуализации PNETLab и Proxmox.

Заключение: данная сетевая лаборатория эффективно решает поставленные задачи. Однако существуют проблемы, связанные с производительностью дисковой подсистемы, которые могут быть решены путем замены жестких дисков (HDD) на твердотельные накопители (SSD).

Источники информации

1. Реализация гибридного подхода к построению виртуализированного лабораторного комплекса / А. Ю. Филимонов, К. А. Аксенов, С. Д. Колодов, Д. Д. Губанов // Информатизация образования и науки. – 2024. – № 1(61). – С. 53-70.
2. Построение лабораторного стенда для исследования программно конфигурируемых сетевых инфраструктур / А. Ю. Филимонов, К. А. Аксенов, А. С. Климова, С. Д. Колодов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2020. – Т. 63, № 2. – С. 178-186.
3. Минакова, Н. Н. Опыт успешного внедрения виртуальной лабораторной среды для лабораторных практикумов учебных дисциплин направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность / Н. Н. Минакова, А. В. Мансуров // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. – 2023. – Т. 7, № 1. – С. 139-146.
4. Опыт внедрения виртуальных лабораторных сред “PNETLAB” и “EVE-NG” для организации лабораторных практикумов при подготовке специалистов по защите информации в АлтГУ / А. В. Мансуров, Н. Н. Минакова, Д. Д. Рудер, П. С. Ладыгин // Современное профессиональное образование. – 2024. – № 1. – С. 63-69.
5. Скрипов, С. А. Реализация стенда на основе облачных технологий для проведения лабораторных работ по дисциплинам, связанным с компьютерными сетями / С. А. Скрипов // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии : Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции, Сочи, 01–10 октября 2022 года / Под редакцией С.У. Увайсов. – Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского содействии сохранению исторического и научного наследия ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 2022. – С. 27-30.

Сведения об авторах:

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова»: **Стрельников Алексей Максимович** – студент, aleksey.str2@yandex.ru; **Шарлаев Евгений Владимирович** – к.т.н, доцент кафедры ИВТиИБ.

УДК 628.938

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИВНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

П.В. ШАЧНЕВА

Аннотация: разработана система адаптивного освещения на основе IoT и компьютерного зрения, которая анализирует состояние пользователя (моргание, зрачки) и внешние данные (освещенность, температура) для энергоэффективного управления светом. Использование DALI-контроллеров и Wi-Fi обеспечивает гибкость и снижение затрат. Система улучшает комфорт и когнитивные способности, перспективна для внедрения в офисы и жилые помещения.

Ключевые слова: биодинамическое освещение, IoT, компьютерное зрение, энергоэффективность.

ADAPTIVE LIGHTING CONTROL SYSTEM BASED ON SENSORY DATA AND MACHINE LEARNING

P.V. Shachneva

Abstract: an adaptive lighting system based on IoT and computer vision has been developed that analyzes the user's state (blinking, pupils) and external data (illumination, temperature) for energy-efficient light control. The use of DALI controllers and Wi-Fi provides flexibility and cost savings. The system improves comfort and cognitive abilities, and is promising for implementation in offices and residential areas.

Keywords: human centric lighting, IoT, computer vision, energy efficiency.

Согласно переписи населения 2021 года [1], более 75% населения России проживает в городах. Специфика жизни в городе состоит в том, что жители проводят большую часть времени в помещениях и, как следствие, имеют ограниченный доступ к естественному свету. Освещение оказывает влияние на жизненно важные процессы в организме человека. Чтобы влияние световой среды было оптимальным, освещение должно быть согласовано с циркадными ритмами человека [2]. Традиционные системы освещения не используют режимы, адаптированные под идеологию HCL [3] (человеко-ориентированное освещение). Вследствие этого светильники в помещениях работают в течение большего времени, чем могли бы, если бы учитывали потребности в освещении в зависимости от внешних факторов [4]. Таким образом, при формировании системы адаптивного интеллектуального освещения можно снизить затраты на энергопотребление.

Целью работы является разработка архитектуры системы биодинамического освещения на основе IoT и компьютерного зрения, обес-

печивающей энергоэффективное управление параметрами освещения с учетом данных о пользователе и окружающей среде.

Была разработана система, общий принцип работы которой описывает рис.1.



Рисунок 1 – Принцип действия системы освещения

Рассмотрим подробнее три ключевых пункта:

1. Алгоритм обработки видео с камеры продемонстрирован на рис.2. Для анализа состояния пользователя реализованы методы компьютерного зрения:

- Расчет коэффициента открытости глаз (EAR, пороговое значение $< 0,2$ указывает на начало моргания) для оценки морганий (частота морганий как индикатор усталости и стресса).
- Определение диаметра зрачка (реагирует на уровень освещения и когнитивную нагрузки) как расстояния между крайними точками глаза.
- Классификация состояния усталости по комбинации EAR, частоты морганий и диаметра зрачка (пороговое значение 20 морганий за сессию).
- Данные нормализуются с использованием MinMaxScaler и агрегируются с окном в 5 секунд для снижения шума.

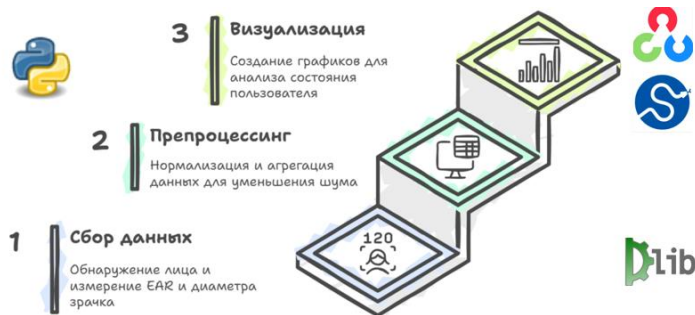


Рисунок 2 – Алгоритм работы компьютерного зрения

2. Интеграция данных и передача по Wi-Fi. Сырые данные с камеры и датчиков (температура, освещенность) передаются на контроллер через Wi-Fi-сеть. Для обеспечения низкой задержки используется протокол, который позволяет обрабатывать данные в реальном времени.

3. Управление освещением через DALI. Управление цветовой температурой (2700–6000 K) и яркостью светодиодных ламп осуществляется через DALI-контроллер, преобразующий цифровые команды в ШИМ-сигналы. Это обеспечивает гибкость настройки параметров и совместимость с существующими стандартами осветительных систем. Данный тип контроллера позволяет управлять светильниками сразу по 64 каналам обособленно.

По итогам работы был собран макет системы и проведено его тестирование. Результаты работы (рис. 3) показали, что диаметр зрачка изменяется пропорционально яркости света, а EAR и рост морганий снижался при усталости. Система продемонстрировала точность >90% в детекции состояний.

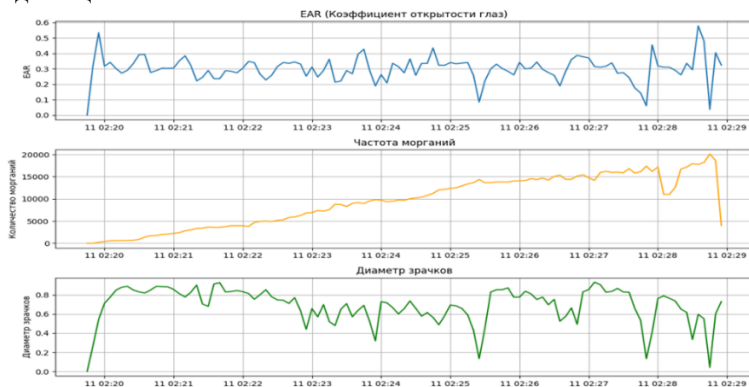


Рисунок 3 – Пример работы алгоритма

Заключение

Разработанная система способствует улучшению состояния пользователя, при повышении его когнитивных способностей. Использование DALI-контроллеров и Wi-Fi позволило снизить стоимость и энергопотребление, а алгоритмы адаптивного управления повысили комфорт и эффективность. Компьютерное зрение позволяет в режиме реального времени получать данные о состоянии человека и выполняемой им работе, что будет использовано для подстройки параметров освещения.

В дальнейших исследованиях планируется интеграция нейросетей для персонализации освещения на основе индивидуальных циркадных ритмов и поведенческих паттернов. Полученные результаты открывают перспективы для внедрения технологии в офисные, образовательные и жилые комплексы, способствуя устойчивому развитию городской инфраструктуры

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-20162, <https://rscf.ru/project/25-28-20162/>

Источники информации

1. ТАСС. Росстат назвал число россиян, проживающих в городах [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/14764801> (дата обращения: 01.05.2025).

2. Awada M., Becerik Gerber B., Lucas G. M., Roll S. C. The Impact of Color Correlated Temperature and Illuminance Levels of Office Lighting on Stress and Cognitive Restoration // Journal of Environmental Psychology. — 2025. — Art. 102628. — ISSN 0272-4944. — DOI: 10.1016/j.jenvp.2025.102628.

3. Houser, K.W.; Boyce, P.R.; Zeitzer, J.M.; Herf, M. Human-Centric Lighting: Myth, Magic or Metaphor? Light. Res. Technol. 2021, 53, 97–118.

4. Ahemen A. N., Amah P. O., Agada A. A survey of power supply and lighting patterns in North Central Nigeria—The energy saving potentials through efficient lighting systems // Energy and Buildings. — 2016. — Vol. 133. — P. 770-776. — ISSN 0378-7788. — DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.10.029.

Сведения об авторах:

Национальный исследовательский Томский политехнический университет:
Шачнева Полина Владимировна – студентка первого курса магистратуры, гр. 4ВМ41, ИШНПТ, pvs22@tpu.ru, научный руководитель **Туранов Сергей Борисович** – к.т.н., доцент ОМ ИШНПТ, turanov_sb@tpu.ru.

УДК 004.774.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКА ТЕХНОЛОГИЙ LARAVEL И PHP НА ПРИМЕРЕ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА АВТОЗАПЧАСТЕЙ ДЛЯ РОССИЙСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ

М.А. МАХИЛИН, А.А. ГРЕБЕНЬКОВ

Аннотация: в работе описан процесс разработки web-ресурса интернет-магазина автозапчастей для российских автомобилей с использованием PHP как основной язык программирования и фреймворк Laravel.

Ключевые слова: фреймворк, Laravel, интернет-магазин, PHP, база данных.

USING THE LARAVEL AND PHP TECHNOLOGY STACK ON THE EXAMPLE OF AN ONLINE STORE OF AUTO PARTS FOR RUSSIAN CARS

M.A. Makhilin, A.A. Grebenkov

Abstract: the paper describes the process of developing a web resource for an online store of auto parts for Russian cars using PHP as the main programming language and the Laravel framework.

Keywords: framework, Laravel, online store, PHP, database.

Современный рынок автозапчастей для российских автомобилей остро нуждается в эффективных инструментах для ведения онлайн-торговли. Владельцам автомагазинов необходима удобная и простая информационная система, позволяющая управлять ассортиментом, заказами и взаимодействием с пользователем. Интернет-магазин с использованием Laravel и PHP предоставляет оптимальное решение, сочетающее функциональность, безопасность и простоту использования.

В работе рассмотрен интернет-магазин автозапчастей для российских автомобилей. Этот проект позволяет не только пользователю найти нужную ему запчасть или ее аналог, но и администратору интернет-магазина легко управлять всей информацией на сайте.

Целью работы: является разработка интернет-магазина автозапчастей для российских автомобилей.

Главной функцией сайта стал удобный выбор запчастей, который включает в себя поиск с использованием фильтров и подбор аналога запчасти, если оригинала нет в наличии. Кроме того, реализована возможность оставлять заявку на персональное оповещение о появлении оригинала на складе. Для администратора существует удобный интерфейс для работы со всей информацией, которая содержится на web-ресурсе.

Основным языком разработки сайта выбран PHP [1].

В разработке web-ресурса используется фреймворк Laravel, который предоставляет мощный инструмент для backend-разработки: систему аутентификации, удобную работу с базой данных и маршрутизацию [2]. Для frontend-части применяется шаблонизатор Laravel Blade, позволяющий создавать интуитивно понятный интерфейсы и эффективно управлять отображением данных. Для хранения данных используется СУБД MySQL с удобным администрированием через phpMyAdmin, что обеспечивает быстрый доступ к информации [3].

На рис. 1 изображена страница с подробной информацией о товаре и его характеристики. Когда товар есть в наличии, пользователь может добавить его к себе в корзину, но когда товар закончился, у пользователя есть возможность оставить заявку на персональное оповещение через почту, которую он укажет.

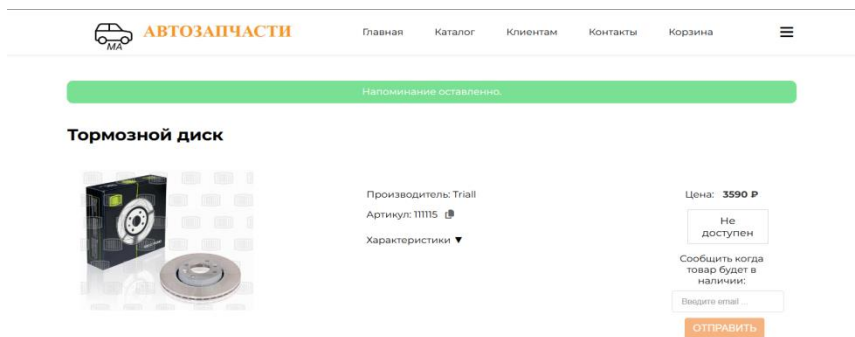


Рисунок 1 — Страница товара

Когда пользователь на странице “Категории” выбирает интересующую его категорию, ему выдается список товаров, слева от всего списка располагается блок с фильтрами, по которым можно уменьшить область поиска товаров. Пользователь может указать ценовой диапазон, производителя, тип и другие фильтры, которые зависят от категории, в которой пользователь ищет товар. На рис. 2 показана часть контроллера, в котором реализован поиск по фильтрам.

Навигационная панель сайта включает в себя следующие разделы: “Главная” (краткая информация об интернет-магазине и марки авто); “Каталог” (категории товаров и поиск с фильтрами); “Клиентам” (полезные ссылки пользователям, такие как примеры по оформлению заказа, информация о доставках и многое другое); “Контакты” (контакты для связи с магазином и его физическое расположение на карте города); “Корзина” (товары которые пользователь хочет купить).

М.А. Махилин, А.А. Гребеньков

```
public function indexFilter(ProductsFilterRequest $request): View {
    $productQuery = Product::query();

    // Фильтр по цене
    if ($request->hasAny(keys: ['price_from', 'price_to'])) {
        $productQuery->where(column: function(Builder<Product> $query) use ($request): void {
            if ($request->has(key: 'price_from')) {
                $query->where(column: 'price', operator: '>=', value: $request->input(key: 'price_from'));
            }
            if ($request->has(key: 'price_to')) {
                $query->where(column: 'price', operator: '<=', value: $request->input(key: 'price_to'));
            }
        });
    }

    // Фильтр по производителю
    if ($request->has(key: 'manufacturer') && $request->input(key: 'manufacturer')) {
        $productQuery->where(column: 'manufacturer', operator: $request->input(key: 'manufacturer'));
    }

    // Фильтр по типу товара
    if ($request->has(key: 'type')) {
        $productQuery->whereIn(column: 'type_id', values: $request->input(key: 'type'));
    }
}
```

Рисунок 2 — Часть кода из контроллера для поисковых фильтров

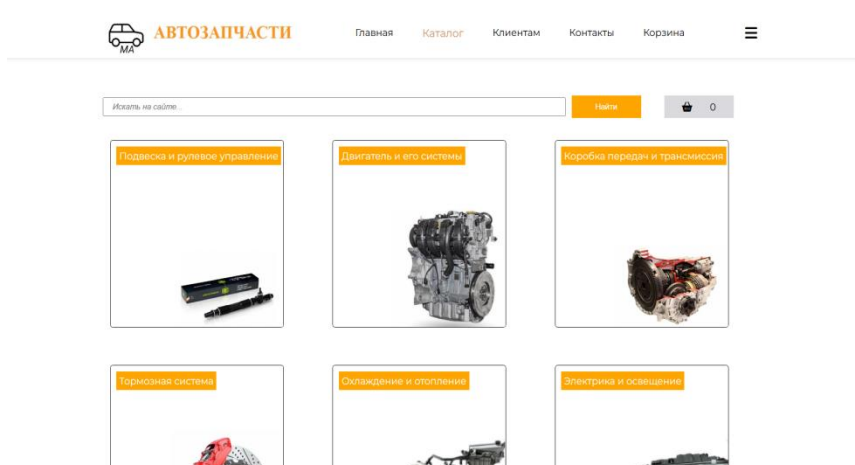


Рисунок 3 — Основной интерфейс web-ресурса

Также на сайте присутствует панель администратора которая включает в себя следующие разделы: “Категории” (администратор может редактировать, добавлять, просматривать или удалять категории); “Товары” (администратор может редактировать, добавлять, просматривать или удалять товары); “Пользователи” (администратор может назначать новые роли для пользователей или оставлять заметки); “Заказы” (здесь отображаются заказы пользователей, если администратор открывает страницу, для обычных пользователей, здесь отображаются их текущие оформленные заказы).

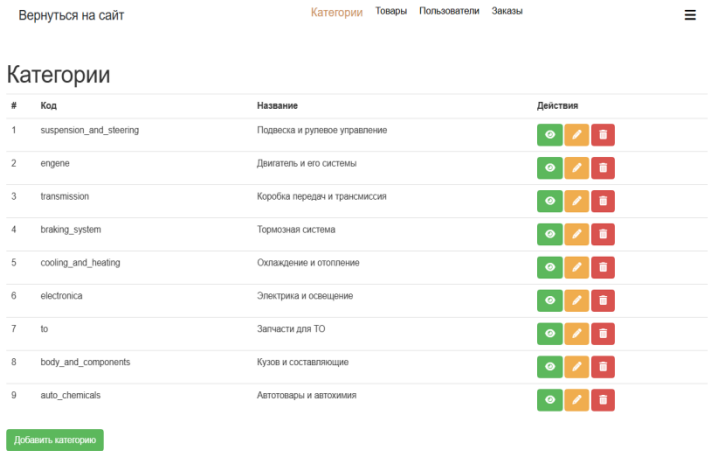


Рисунок 4 — Панель администратора

Вывод: разработанный данный web-ресурс объединяет в себе современные web-технологии и инструменты программирования в едином проекте. Особое внимание при разработке уделялось удобству навигации, визуальной целостности и технической надёжности ресурса. Он полностью готов к использованию и обладает потенциалом для дальнейшего масштабирования и развития, включая добавление новых функций и интеграций.

Источники информации

1. Одиночкина, С. В. Web-программирование PHP : учебно-методическое пособие / С. В. Одиночкина. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2012. — 79 с.
2. Стаффер М. Laravel : Полное руководство. 2-е изд. — СПб: Питер, 2020.
3. phpMyAdmin Documentation: сайт. URL: phpmyadmin.net/.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова: **Махилин Максим Андреевич** – студент, maksimmahilin@mail.ru, **Гребеньков Александр Александрович** – кандидат физико-математических наук, доцент каф. ИВТиИБ, gr_a_al@mail.ru

УДК 004.42; 004.62

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПО СОЗДАНИЮ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Е.В. МАТВЕЕВ, Л.И. СУЧКОВА

Аннотация: в статье представлено решение задачи автоматизации управления проектами в IT-сфере. Разработано настольное приложение для Windows, предназначенное для систематизации и контроля этапов разработки программных продуктов. Приложение отражает процессы планирования, учета задач и взаимодействия между участниками проекта.

Ключевые слова: управление проектами, программное обеспечение, Kanban-доска.

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR MANAGING DEVELOPMENT SOFTWARE PROJECTS

E.V. Matveev, L.I. Suchkova

Abstract: this paper presents a solution for automating project management in the IT sector. A desktop application for Windows has been developed to systematize and control the stages of software product development. The application provided planning processes, task tracking, and collaboration among project participants.

Keywords: project management, software, Kanban board.

Современная IT-индустрия требует эффективных инструментов для управления проектами, особенно в условиях высокой конкуренции и динамично меняющихся технологий. Внедрение специализированного программного обеспечения позволяет централизовать данные, автоматизировать отчетность и улучшить контроль над проектами.

Целью работы является разработка программного обеспечения для автоматизации управления проектами в сфере разработки программных продуктов. В современных условиях, когда IT-проекты становятся все более сложными и масштабными, а требования к срокам их реализации ужесточаются, возникает острая необходимость в эффективных инструментах планирования и контроля. Предлагаемое решение призвано упростить отслеживание прогресса выполнения задач и повысить для менеджера уровень прозрачности рабочих процессов.

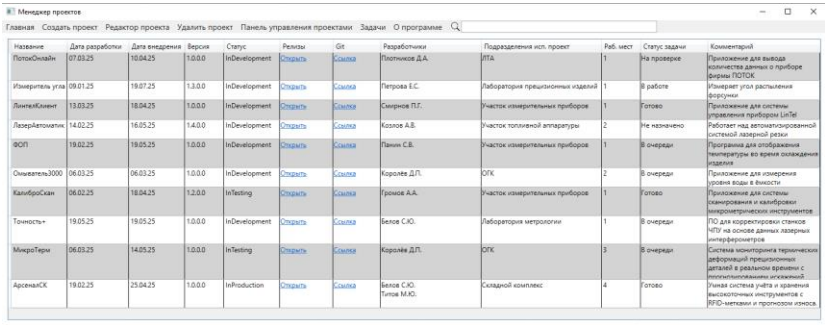
Для реализации поставленной цели разработана многослойная архитектура приложения.

Архитектурное решение разрабатываемого приложения базируется на современных технологиях и принципах проектирования программного обеспечения. В качестве основного языка программирования выбран C#. Приложение разрабатывается для платформы .NET

Е.В. Матвеев, Л.И. Сучкова

Framework 4.6, обеспечивающей стабильную работу в среде Windows и доступ к необходимым библиотекам. Графический интерфейс реализован с использованием Windows Presentation Foundation (WPF), что позволяет создавать современный адаптивный интерфейс, применять сложные визуальные эффекты и анимации, эффективно работать с данными через привязки (data binding), обеспечивать четкое разделение логики и представления.

Настольное приложение разрабатывается для платформы .NET Framework 4.6, а пользовательский интерфейс спроектирован с использованием технологии WPF. На главной странице приложения представлен список проектов с возможностью их поиска и фильтрации, предусмотрено создание, редактирование и удаление проектов. Предложена Kanban-доска для управления задачами с поддержкой перетаскивания (drag-and-drop), а также страницы сводных данных для анализа проектов, подразделений и разработчиков.



Название	Дата разработки	Дата внедрения	Версия	Статус	Ресурсы	Где	Разработчик	Подразделение исп. проект	Рейт. мест	Статус задачи	Комментарий
Ресурсы/Специализация	09.03.25	18.04.25	1.0.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Петрова Е.С.	Лаборатория прикладных исследований	1	На проверке	Улучшения для вывода количества данных о приборе формы P2020A.
Измеритель углов	08.01.25	19.07.25	1.0.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Петрова Е.С.	Лаборатория прикладных исследований	1	В работе	Измеритель углов различных форм.
Линейный сканер	13.03.25	18.04.25	1.0.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Смирнов П.Г.	Участок измерительных приборов	1	Готово	Улучшения для системы управления приборами (a/b).
Лазер/Автоматизация	14.02.25	16.05.25	1.4.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Королев А.В.	Участок топливной аппаратуры	2	Не назначено	Работает над автоматизированной системой лазерной резки.
ЮПИ	19.02.25	19.05.25	1.0.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Павлов С.В.	Участок измерительных приборов	1	В очереди	Программа для отображения температуры во время совпадения изделий.
Очиститель 3000	06.03.25	06.03.25	1.0.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Королев Д.П.	ОПК	2	В очереди	Приложение для измерения уровня воды в емкости.
Калибровка	06.03.25	18.04.25	1.2.0.0	InTesting	Открыть	Ссылка	Григорьев А.А.	Участок измерительных приборов	1	Готово	Приложение для системы измерения и калибровки метрологических инструментов.
Точность	19.05.25	19.05.25	1.0.0.0	InDevelopment	Открыть	Ссылка	Белов С.Ю.	Лаборатория метрологии	1	В очереди	ПО для корректировки станков ЧПУ на основе данных лазерной интерферометрии.
МикроТерм	06.03.25	14.05.25	1.0.0.0	InTesting	Открыть	Ссылка	Королев Д.П.	ОПК	3	В очереди	Система мониторинга термических деформаций прикладных деталей в реальном времени с визуализацией изменений.
Архивы/СК	19.02.25	25.04.25	1.0.0.0	InProduction	Открыть	Ссылка	Белов С.Ю. Тимоха М.Ю.	Сводный комитет	4	Готово	Уникальная система учета и хранения высокоточных инструментов с RFID-метками и протоколами обмена.

Рисунок 1 – Главная страница приложения

База данных спроектирована с использованием подхода Code First, что позволило сначала определить доменную модель, а затем автоматически генерировать структуру базы данных. Были созданы основные сущности Projects (проекты), Developers (разработчики), Departments (подразделения), Tasks (задачи). Настройка связей между таблицами (один-ко-многим, многие-ко-многим) осуществлялась через Fluent API, а поддержка миграций обеспечила возможность постепенного изменения структуры БД.

Разработка приложения для управления проектами по созданию программных продуктов

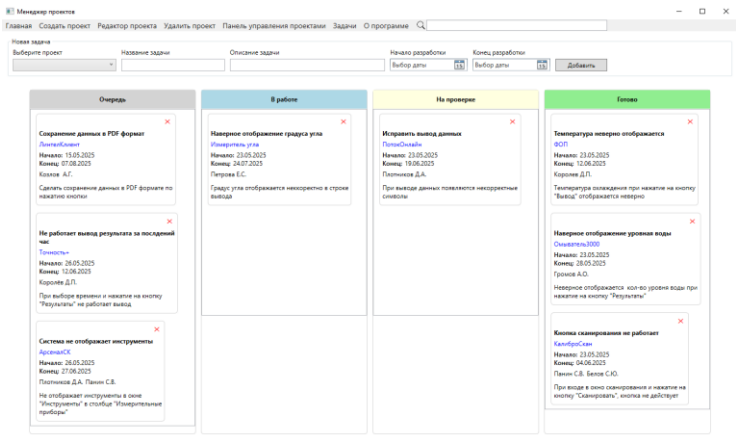


Рисунок 2 – Kanban-доска

Настроены ограничения целостности и каскадные операции для обеспечения согласованности данных. Для оптимизации запросов активно применялся LINQ (Language Integrated Query), что позволило писать лаконичный и безопасный код для работы с данными.

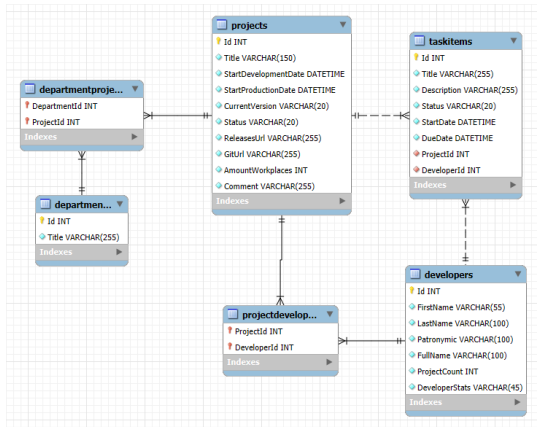


Рисунок 3 – База данных

Заключение. Разработанное приложение предоставляет удобный инструмент для управления ИТ-проектами, сочетающий гибкость, про-

Е.В. Матвеев, Л.И. Сучкова

стоту использования и функциональность. Использование технологий C#, WPF и MS SQL Server Compact обеспечило надежность и производительность системы. В дальнейшем планируется расширить функционал, добавив интеграцию с CI/CD-системами и поддержку мобильных устройств.

Источники информации

1. Android Метанит. Основы C# / [Электронный ресурс] // metanit : [сайт]. — URL: <https://metanit.com/sharp/tutorial/>. (дата обращения: 14.05.2025).
2. Краткий обзор языка C# / [Электронный ресурс] // learn.microsoft : [сайт]. — URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/tour-of-csharp/overview>. (дата обращения: 14.05.2025).
3. Полубояров, В. В. Использование MS SQL Server Analysis Services 2008 для построения хранилищ данных : учебное пособие / В. В. Полубояров. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 662 с. — ISBN 978-5-4497-0883-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102014.html>. (дата обращения: 11.05.2025).
4. Смит, Д. П. Entity Framework Core в действии / Д. П. Смит ; перевод с английского Д. А. Беликова.. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 690 с. — ISBN 978-5-93700-114-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/314882>. (дата обращения: 14.05.2025).
5. Кривоносова, Н. В. Технология WPF. Разработка модулей программного обеспечения: практикум : учебное пособие / Н. В. Кривоносова. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/279719>. (дата обращения: 14.05.2025).

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова: Матвеев Егор Владиславович - студент кафедры ИВТиИБ, e-mail: egor.matveev03@mail.ru; Сучкова Лариса Иннокентьевна - д.т.н., профессор кафедры ИВТиИБ, e-mail: li.suchkova@yandex.ru

4 ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ, ЭКОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИИ

УДК 53.087.44; 616.12-073.97-71

ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ

Р.М. УТЕМЕСОВ, Е.А. ШИМКО, Е.А. ФРОЛОВА, Д.А. МОХНИНА

Аннотация: в работе описывается разработка и создание цифрового лабораторного электрокардиографа. Приводятся результаты снятия пробных электрокардиограмм.

Ключевые слова: лабораторный комплекс, электрокардиография, цифровые датчики, биологические сигналы.

LABORATORY DIGITAL ELECTROCARDIOGRAPH

R.M. Utemesov, E.A. Shimko, E.A. Frolova, D.A. Mokhnina

Abstract: the paper describes the development and creation of a digital laboratory electrocardiograph. The results of taking test electrocardiograms are presented.

Keywords: laboratory facilities, electrocardiography, digital sensors, biological signals.

Компьютеризированное оборудование все чаще используется при выполнении лабораторных работ по функциональной диагностике при подготовке медицинских физиков в университете. Цифровизация лабораторного эксперимента позволяет обеспечивать формирование системы практических умений по использованию современных научных технологий для решения широкого спектра задач в области эксплуатации медицинского оборудования и аппаратуры [1, с. 152].

Главный недостаток серийно выпускаемых электрокардиографов при подготовке технических специалистов медицинской отрасли: они не позволяют изучать своё аппаратное устройство и программное обеспечение. Поэтому возникает необходимость в разработке авторского электрокардиографа.

При этом к устройству предъявляются следующие требования: компактность, наглядность, простота использования, интуитивно понятный интерфейс, долгое время работы, простота возможной починки и модернизации прибора, дешевизна установки.

Принцип работы электрокардиографа основан на регистрации электрической активности сердца пациента с помощью электродов,

Р.М. Утемесов, Е.А. Шимко, Е.А. Фролова, Д.А. Мохнина

которые контактируют с его кожей. Электрические сигналы, генерируемые сердцем в процессе его работы, передаются через электроды по кабелям к прибору, который усиливает и анализирует их для дальнейшего отображения в виде графика ЭКГ. Для точной регистрации этих сигналов используется схема, известная как треугольник Эйнтховена [2].

Аппаратная часть. Биологические сигналы имеют малую амплитуду, поэтому предварительно их необходимо усилить. Одной из тенденций современной разработки электроники является модульное проектирование схем, доступных к использованию и включению в более сложные схемы, без применения специальных средств монтажа.

Одним из таких модулей является монитор сердечного ритма на базе микросхемы AD8232, ориентированной на обработку электрокардио- и электромиосигналов.

Модуль обеспечивает получение, усиление и фильтрацию слабых биопотенциальных сигналов в условиях сильных помех. Включает в себя двухполюсный фильтр высоких частот и нескоммутированный операционный усилитель, который позволяет использовать технологию многополюсной низкочастотной фильтрации для удаления шума линии и других помех.

Датчик снимает показания ЭКГ по методу двухполюсных отведений, при котором фиксируется разность потенциалов между двумя точками электрического поля.

При разработке электронных устройств обычно рассматривают два типа средств отображения: дисплей, интегрированный в прибор дисплей функционально законченного устройства общего назначения (экран компьютера, смартфона или планшета). В данном проекте планируется передача данных на компьютер, а их отображение на экране монитора.

Для реализации проекта была выбрана отладочная плата Arduino Nano. Это небольшая полнофункциональная плата, адаптированная для работы с макетными платами. Она построена на базе микроконтроллера ATmega328. Плата Arduino Nano — хороший выбор благодаря своему небольшому размеру, низкой стоимости и обширному набору функций.

После изучения элементной базы была разработана схема подключения компонентов кардиографа, которая показана на рис. 1: это электроды, модуль AD8232, Arduino Nano и персональный компьютер.

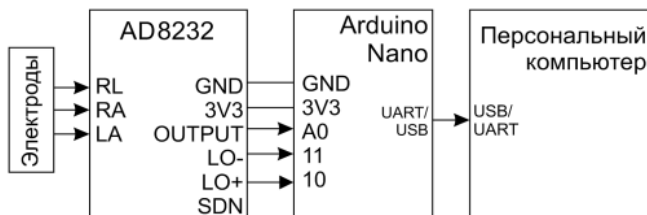


Рисунок 1 – Схема подключения компонентов кардиографа

Программная часть. Работа всего устройства определяется алгоритмом работы программного обеспечения микроконтроллера платы Arduino, блок-схема которого приведена на рис. 2.

Согласно алгоритму, после подачи питания осуществляется настройка контактов микроконтроллера на ввод сигналов и настройка связи по последовательному порту.

Далее организован бесконечный цикл, в котором осуществляется считывание и анализ сигналов о подключении электродов. Если электроды подключены, выполняется считывание и отправка значения аналогового сигнала на персональный компьютер. В противном случае на компьютер отправляется служебный символ.

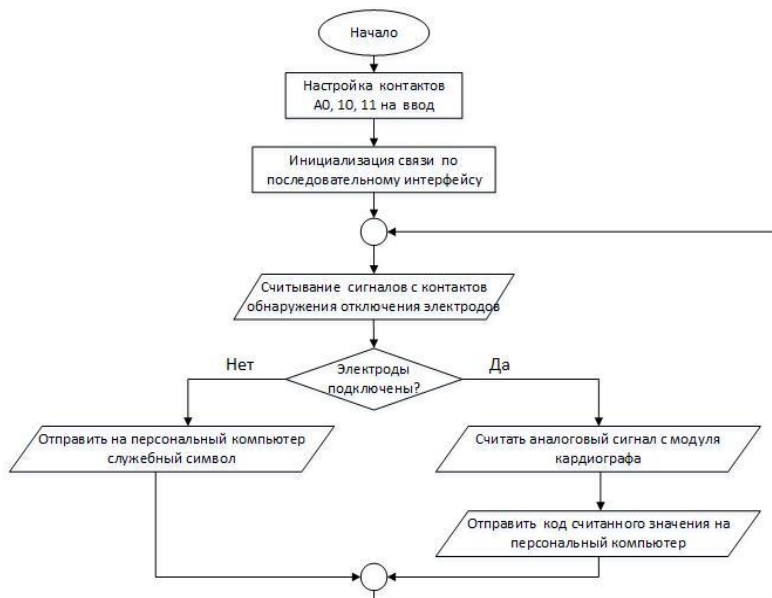


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма работы программы микроконтроллера

В соответствии с блок-схемой алгоритма в среде Arduino 1.8.19 разработан код программы [3].

Внешний вид установки и размещение датчиков на теле испытуемого приведены на рис. 3.

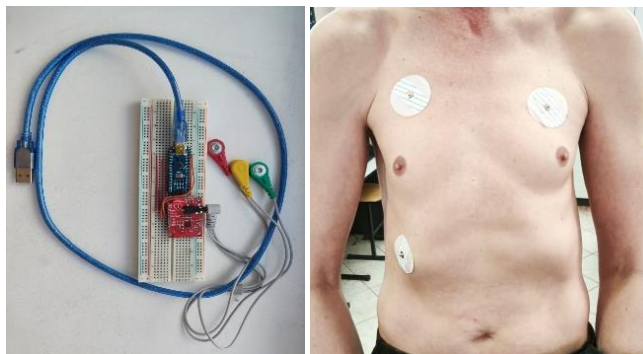


Рисунок 3. Внешний вид установки и размещение датчиков на теле испытуемого

При проведении первых экспериментов устройство было подключено к настольному компьютеру, не имеющему заземления. Сигнал оказался сильно зашумленным и не пригодным к дальнейшему анализу.

Анализ источников и рекомендаций разработчиков модуля кардиографа позволил сделать вывод, что модуль чувствителен к помехам по сетевому питанию. Персональный компьютер должен быть обязательно заземлен.

Для исключения помех по питанию, разрабатываемое устройство было подключено к ноутбуку с автономной батареей. Повторение эксперимента при таких условиях позволило получить качественный сигнал, доступный для визуального анализа (рис. 4).

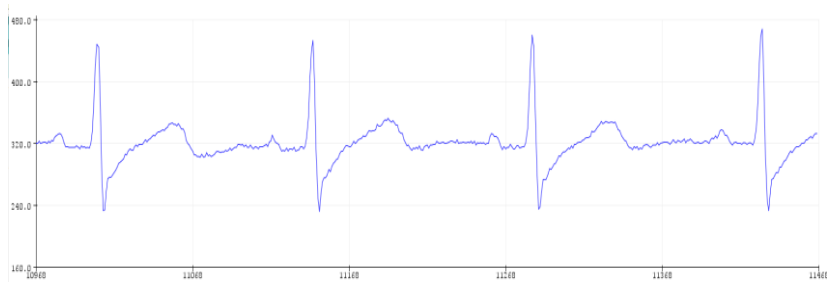


Рисунок 4 – Внешний вид сигнала при подключении схемы к ноутбуку

Сравнивая полученную электрокардиограмму с примером нормальной, видно, что график выглядит корректно (отображаются зубцы Р, R, S, Т). Прежде всего, стоит обратить внимание на сердечный ритм. В норме он должен быть синусовым, т. е. зубцы Р должны иметь постоянную форму, расстояние между показателями Р-Р и R-R приблизительно одинаковые. Также важно обратить внимание, что зубец R должен быть выше, чем S.

Заключение. Выполнена разработка аппаратной и программной части лабораторного цифрового кардиографа. В дальнейшем планируется усилить помехозащищенность прибора и разработать программный комплекс для автоматической обработки получаемых электрокардиограмм.

Источники информации

1. Шимко Е.А. Образовательные возможности цифровой лаборатории Vernier при подготовке медицинских физиков /ЕА Шимко, РМ Утемесов, ДЮ Козлов // Современное педагогическое образование, 2019. – С.152-156.

2. Назначение и устройство электрокардиографа / Лисаневич М. С.// «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №1(52) 2021 // [электронный ресурс] - режим доступа: https://alley-science.ru/domains_data/files/6January2021/NAZNACHENIE%20I%20USTROYSTVO%20ELEKTROKARDIOGRAFA.pdf.

3. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. – СПб: БХВ–Петербург, 2012. – 156 с.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный университет: Утемесов Равиль Муратович - к.т.н, доцент, utemesov.ravil@phys.asu.ru; Шимко Елена Анатольевна - к.п.н, доцент, shimko@phys.asu.ru; Фролова Екатерина Андреевна, студент, frolova_yekaterina_03@mail.ru; Мохнина Дарья Алексеевна, студент, moknina.dar@mail.ru.

УДК 621.362: 537.322

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЭПИКОНДИЛИТА ЛОКТЕВОГО СУСТАВА

О.В. ЕВДУЛОВ, Р.А.-М. МАГОМАДОВ, У.Р. АСХАБОВ

Аннотация: разработана конструкция прибора для эпикондилита локтевого сустава. Рассмотрен прибор, в состав которого входит эластичное основание с встроенными в него термоэлектрическим модулями, сопряженными с тепловыравнивающей пластиной и теплоъемом.

Ключевые слова: локтевой сустав, эпикондилит, лечение, локальная гипотермия, термоэлектрическое устройство, термоэлектрический модуль.

AUTOMATED THERMOELECTRIC DEVICE FOR THE TREATMENT OF EPICONDYLITIS OF THE ELBOW JOINT

O.V. Evdulov, R.A.-M. Magomadov, U.R. Askhabov

Abstract: a device design for epicondylitis of the elbow joint has been developed. A device is considered, which includes an elastic base with thermoelectric modules integrated into it, coupled with a heat-leveling plate and a heat collector.

Keywords: elbow joint, epicondylitis, treatment, local hypothermia, thermoelectric device, thermoelectric module.

Локтевой сустав является одной из наиболее уязвимых частей опорно-двигательного аппарата человека. Именно эта область часто подвержена механическим повреждениям при падениях и столкновениях, что выражается в повышенном риске получения ушибов, растяжений, разрывов и переломов. Распространены также дегенеративные и воспалительные процессы в локтевом сочленении, вызванные повышенными нагрузками, профессиональной деятельностью или возрастными трансформациями хрящевой ткани и связочно-мышечного аппарата. Подобного рода дисфункции в конечном итоге приводят к такому заболеванию как эпикондилит локтевого сустава и сопровождаются разрушением околосуставных тканей. Болезнь требует специальной клинической терапии, вызывает болевую симптоматику, ограничение подвижности и прочие деструктивные проявления.

В настоящее время эпикондилит локтевого сустава лечится следующим образом: обеспечивается покой конечности, применяются медикаментозные способы, используются физиотерапевтические методы лечения. В качестве физиотерапевтических методов лечения применяются электрофорез, фототерапия, ударно-волновое воздействие, парафинотера-

О.В. Евдулов, Р.А.-М. Магомадов, У.Р. Асхабов

пия, лечение лазером, гипотермия и криотерапия, бальнеотерапия и др.

Среди перечисленных физиотерапевтических методов лечения эпикондилита локтевого сустава отдельного внимания заслуживает локальная гипотермия. В последнее время она получила достаточно большое распространение, имеет экспериментальное и клиническое обоснование [1]. В данных условиях для осуществления локальной гипотермии локтевого сустава перспективным является применение охлаждающих термоэлектрических устройств [2, 3], отличающихся высокой функциональностью, надежностью работы, и экологичностью. В этом конструктивном исполнении целесообразно использовать прибор, в состав которого входит эластичное основание с встроенными в него термоэлектрическим модулями, сопряженными с тепловыравнивающей пластиной и теплосъемом. Его структурная схема показана на рис. 1.

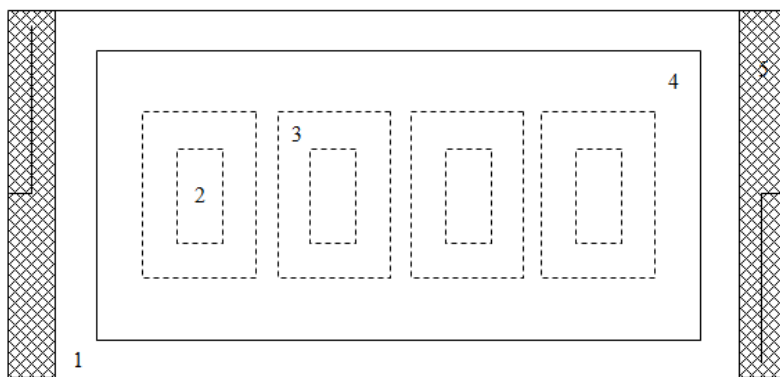


Рисунок 1 - Автоматизированное термоэлектрическое устройство для лечения эпикондилита локтевого сустава

Прибор реализован в виде конструкции, содержащей гибкое эластичное основание 1 со встроенными в него ТЭМ 2, на спаях которых размещены гибкие металлические тепловыравнивающие пластины 3 (со стороны рабочих спаев) и 4 (со стороны опорных спаев, реализованные отдельно для каждого модуля, выполняющих роль теплоотводов). Основание 1 по краям снабжено застежкой типа Hook and loop 5, выполненной из двух частей, находящихся на противоположных сторонах основания 1, на одной из которых размещены микрокрючки, на другой - микропетли. При этом в обеих составляющих застежки типа Hook and loop 5 частях выполнены разрезы, имеющие Г-образную форму, идущие посередине вдоль центральной оси по их длине от

О.В. Евдулов, Р.А.-М. Магомадов, У.Р. Асхабов

конца до начала, а затем в противоположных перпендикулярных направлениях по ширине. Причем обе части застежки типа Hook and loop 5 по ширине до конца не разрезаются.

Питание ТЭМ 2 осуществляется программируемым источником постоянного электрического тока. В соответствии с программной командой он регулирует силу тока питания ТЭМ 2 и продолжительность работы устройства по рекомендации лечащего врача.

Застежка Hook and loop 5 в данном исполнении обеспечивает плотный контакт устройства с объектом воздействия за счет возможности соединения обеих частей внахлест над локтем пациента.

Произведен расчет и подбор ТЭМ, которые могут обеспечить глубину охлаждения травмированного участка позвоночника в диапазоне от 25-28 °С, что удовлетворяет существующим медицинским рекомендациям. Основные параметры охлаждающего термоэлектрического устройства определены на основе инженерных расчетов [4, 5], которые произведены с использованием программного комплекса Thermoelectric system calculation, (разработчик ООО "Криотерм", г. Санкт-Петербург) [6]. Установлено, что в качестве источника холода в устройстве целесообразно использовать ТЭМ типа DRIFT-1,2 производства этой же компании в количестве от 3 до 4 штук.

В соответствии с расчетами рабочий диапазон холодопроизводительности ТЭМ находится в пределах 37-60 Вт при среднем перепаде температур между спаями 35 К, ток питания составляет 4,8-8,2 А при потребляемой мощности 90-260 Вт. Холодильный коэффициент изменяется в пределах от 0,25 до 0,6.

Источники информации

1. Евдулов О.В. Разработка устройств и систем для охлаждения на основе высокоточных термоэлектрических преобразователей энергии: дис... докт. техн. наук. Махачкала, 2019. 330 с.

2. Евдулов О.В., Гамзалова И.Ю. Математическая модель термоэлектрического устройства для локальной гипотермии коленного сустава // Медицинская техника. 2024. № 3. С. 51-54.

3. Assylbekova L., Aldiyarov N., Yevdulov O., Kuldeev N. Mathematical modeling of thermophysical processes in a thermoelectric device for cooling the brain // BioNanoScience. 2024. Vol. 14. P.1428-1441.

4. Евдулов О.В. Разработка устройств и систем для охлаждения на основе высокоточных термоэлектрических преобразователей энергии: дис... докт. техн. наук. Махачкала, 2019. 330 с.

5. Евдулов О.В., Евдулов Д.В., Исабекова Т.И., [и др.] Математическая модель термоэлектрического устройства для лечения панари-

ция методом местной гипотермии // Медицинская техника. 2022. № 2
(332). С. 51-54.

6. <http://www.kryotherm.spb.ru> (дата доступа 05.05.2025).

Сведения об авторах:

ФГБОУ ВО "Дагестанский государственный технический университет":
Евдулов Олег Викторович - д.т.н., доцент, ole-ole-ole@rambler.ru.

ФГБОУ ВО "Грозненский государственный нефтяной технический университет": **Магомадов Рустам Абу-Муслимович** - к.т.н., доцент, rustmag_80@mail.ru; **Асхабов Умар Русланович** - аспирант, rustmag_80@mail.ru.

УДК 615.47; 621.3.048

МОДЕРНИЗАЦИЯ АППАРАТА «УЛЬТРАТОН - АМП»

Р.М. УТЕМЕСОВ, Е.А. ШИМКО, Д.А. МОХНИНА, Е.А. ФРОЛОВА

Аннотация: в работе описывается процесс модернизации аппарата «Ультратон - АМП» с целью снижения токов утечки и повышения электромагнитной совместимости. Приводятся результаты испытаний базовой и модернизированной моделей.

Ключевые слова: ультратонотерапия, токи утечки, электромагнитная совместимость.

MODERNIZATION OF THE «ULTRATON -AMP» DEVICE

R.M. Utemesov, E.A. Shimko, D.A. Mokhnina, E.A. Frolova

Abstract: the paper describes the process of upgrading the «Ultraton -AMP» device in order to reduce leakage currents and increase electromagnetic compatibility. The test results of the basic and upgraded models are presented.

Keywords: ultratonotherapy, leakage currents, electromagnetic compatibility.

Ультратонотерапия, или лечение током надтональной частоты (ТНЧ), предложена в 60-х годах изобретателем Д.А.Синицким. Он экспериментально обосновал целесообразность применения тока частотой до 22 кГц и напряжением до 3...5 кВ для получения противовоспалительного и болеутоляющего эффектов, а также гиперемии, сопровождающейся высоким тепловыделением в тканях [1], [2].

На протяжении ряда лет отечественной медицинской промышленностью выпускался аппарат для лечения токами надтональной частоты «Ультратон ТНЧ-10-1» [3]. Однако громоздкость аппарата (7 кг) и повышенные требования к электробезопасности позволяют использовать его лишь в условиях специализированных кабинетов больниц и клиник, что ввиду их малой пропускной способности ограничивает доступность этой высокоэффективной процедуры для основной массы больных.

Специальстам АО «НПАП Алтаймедприбор» (г. Бийск), впервые удалось создать портативный (масса около 0,6 кг), удовлетворяющий всем требованиям по электробезопасности аппарат «Ультратон-АМП», предназначенный главным образом для домашнего применения [4], [5].

Однако при испытаниях аппарата «Ультратон-АМП-2ИНТ» в испытательном центре ФБУ «Новосибирский ЦСМ» выявлено увеличение токов утечки до 0,14 мА вместо максимально возможных 0,1 мА согласно п.1.4.2 ТУ 9411-001-02099460.

Токи утечки. В КБ-1 АПЗ «Ротор» были проведены несколько опытов по устранению токов утечки.

Р.М. Утемесов, Е.А. Шимко, Д.А. Мохнина, Е.А. Фролова

Сначала было предположение, что дело в плате и токи утечки идут от ее элементов. Поэтому было решено экранировать плату и отдельные ее элементы от основного корпуса. Проводилось несколько экспериментов:

1) Заливка трансформатора и схемы эпоксидным клеем Д-9.

Проводилось сразу несколько опытов по заливке платы и отдельных ее составляющих эпоксидным клеем. В результате удалось уменьшить токи утечки до 0,12 мА, что, действительно меньше начальных значений, но все так же не соответствует необходимым нормам.

1. Экранирование платы с элементами несколькими вариантами:

1.1 Металлизированным скотчем.

1.2 Алюминиевой фольгой.

Выполнение данных операций позволило уменьшить токи утечки до 0,12 мА, что так же превосходит нормы.

Затем была выдвинута гипотеза о том, что все дело в проводе, соединяющем трансформатор и гнездо крепления газоразрядных электродов.

Было произведено укорочение провода, по которому и шли токи утечки, а также установка более толстой изоляции, «пластикового стаканчика» на место, где провод касался корпуса (крепление высоковольтного трансформатора к прибору) (см. рис.).



Рисунок - Аппарат с установленной изоляцией для уменьшения токов утечки

Проведя несколько испытаний с данным образцом, получили токи утечки, укладывающиеся в норму: в среднем 0,87мА.

Электромагнитная совместимость. Для обеспечения электромагнитной совместимости было необходимо изменение конструкции изделия:

–либо применение шнура с евровилкой и размещение помехоподавляющего фильтра в корпус изделия;

–либо изменение конструкции вилки на стандарт «евро» (с заземляющим контактом) с размещением в ней помехоподавляющего фильтра.

В ходе работы была произведена замена фильтра питания, состоящего из трёх резисторов и двух конденсаторов на фильтр, состоящий из одного конденсатора и синфазного дросселя подавления помех. Это позволило улучшить фильтрацию помех при работе аппарата для соответствия ГОСТу, а так же обеспечить электромагнитную совместимость в сети с любыми бытовыми приборами.

Для этого была выбран первый вариант и фильтр перенесен в корпус изделия.

Испытания модернизированного аппарата. В ходе работы были проведены испытания аппарата на проверку выходного напряжения и режима модуляции, а также проверка токов утечки и электрической прочности модуляции согласно ТУ 9411-001-02099460-93. Испытания проводились в испытательной лаборатории ОМИ на пяти образцах аппаратов «Ультратон», прошедших приемно-сдаточные испытания. В данных образцах были применены детали измененной конструкции. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний пяти опытных образцов

Измеряемый параметр		№1	№2	№3	№4	№5
Выходное напряжение, кВ	минимальное	1,6	1,7	1,5	1,6	1,6
	максимальное	4,2	5,2	4,4	5,0	5,0
Модуляция выходного напряжения, Гц		100	100	100	100	100
Ток утечки на корпус, мА		0,090	0,080	0,087	0,090	0,087

Согласно пункту 3.10.1 ТУ 9411-001-02099460-93 величина тока утечки на корпус не должна превышать 0,1 мА.

Результат проверки электрической прочности изоляции – положительный.

Так же, после замены фильтра питания, состоящего из трех резисторов и двух конденсаторов на фильтр из одного конденсатора и синфазного дросселя подавления помех, а так же переноса этого фильтра в корпус, проведено измерение уровня радиопомех штатного аппарата «Ультратон-АМП-2ИНТ» и опытного образца в двух режимах работы (табл. 2).

Таблица 2 - Измерение уровня радиопомех аппарата «Ультратон-АМП-2ИНТ» в двух режимах

Частота, МГц	Уровень радиопомех штатного ультратона, Дб		Уровень радиопомех опытного ультратона, Дб		Норма радиопо- мех, Дб
	1 режим	2 режим	1 режим	2 режим	
0,15	68	53	45	40	66
0,20	65	44	42	39	63
0,24	57	56	35	35	62
0,30	57	40	37	34	60
0,35	56	52	30	26	58
0,40	57	51	36	30	57
0,45	55	53	38	33	56
0,50	49	41	40	38	56
1,00	38	43	41	34	56
3,00	33	30	25	21	56
5,00	27	25	23	18	56
10,00	23	20	24	17	60
15,00	23	19	25	18	60
20,00	16	17	16	9	60
25,00	19	6	13	7	60
30,00	12	9	18	8	60

Измерение уровня радиопомех по ГОСТ Р 51318.14.1 показывает, что в штатном аппарате «Ультратон-АМП-2ИНТ» в диапазоне низких частот от 0,15 до 0,5 МГц наблюдается превышение требуемых значений. Замена помехоподавляющего фильтра в опытном образце аппарата дает хороший запас по уровню радиопомех на всем диапазоне измерений.

Вывод. Таким образом, в ходе работы были достигнуты результаты, соответствующие государственному стандарту для каждого из рассматриваемых параметров. Измененная конструкция аппарата будет использована в дальнейших производимых образцах.

Источники информации

Р.М. Утемесов, Е.А. Шимко, Д.А. Мохнина, Е.А. Фролова

1. Синицкий Д.А. Аппарат для физиотерапевтического лечения. А.с. № 167914, Бюл. Изобр. №3, 1965
2. Синицкий Д.А. Способ лечения гнойно-воспалительных заболеваний. А.с. №614796, Бюл. Изобр. №26, 1978.
3. Викторов М.Ф. Аппарат для лечения током надтональной частоты «Ультратон». Медицинская техника. 1986, №2. С.55-56.
4. Котов Б.С., Ситников В.П., Рудольф Г.В., Гавинский Ю.В. Аппарат для физиотерапии током. Патент на пром. Образец №40584, 1992.
5. Гавинский Ю.В. Ультратонотерапия. Бийск, 1993, 72 с.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный университет: **Утемесов Равиль Муратович** - к.т.н, доцент, utemesov.ravil@phys.asu.ru; **Шимко Елена Анатольевна** - к.п.н, доцент, shimko@phys.asu.ru; **Мохнина Дарья Алексеевна**, студент, moknina.dar@mail.ru; **Фролова Екатерина Андреевна**, студент, frolova_yekaterina_03@mail.ru.

УДК 53.087.6

ПРИМЕРЫ ЦИФРОВОЙ АКСИОГРАФИИ

Е.А. ШИМКО, Р.М. УТЕМЕСОВ, Е.Д. БОЧКАРЁВА, Д.И. ХОЛОДОВ

Аннотация: в данной статье обсуждаются возможности современных методов диагностики функциональных нарушений височно-нижнечелюстного сустава путем измерения основных параметров движения нижней челюсти. Описываются примеры цифровой аксиографии с помощью компьютеризированных датчиков и программы компьютерного зрения в лабораторном практикуме при подготовке медицинских физиков. Приводятся результаты цифровой аксиографии при проведении измерения основных параметров движения нижней челюсти.

Ключевые слова: диагностика височно-нижнечелюстного сустава, цифровая аксиография, параметры движения нижней челюсти.

EXAMPLES OF DIGITAL AXIOGRAPHY

E.A. Shimko, R.M. Utemesov, E.D. Bochkareva, D.I. Kholodov

Abstract: this article discusses the possibilities of modern methods for diagnosing functional disorders of the temporomandibular joint by measuring the basic parameters of the movement of the mandible. Examples of a digital angiography using computerized sensors and a computer vision system in a laboratory practice in the training of medical physicists are described. The results of a digital axiography are presented when measuring the main parameters of jaw movement.

Keywords: diagnosis of the temporomandibular joint, digital axiography, mandibular movement parameters.

Цифровизация лабораторного практикума позволяет обеспечивать формирование системы практических умений по использованию современных научных технологий для решения широкого спектра задач в области эксплуатации медицинского оборудования и аппаратуры при подготовке технических специалистов для медицины [1, с. 152]. Цифровая установка для компьютерной стабилотрии на базе микроконтроллера ATmega328 является примером выпускных квалификационных работ студентов [2].

Как и стабилотрия, аксиография позволяет получить индивидуальные данные движения определенных суставов человека в трехмерном пространстве для анализа этих движений и дальнейшего планирования лечения выявленных патологий [3]. Для диагностики нарушений функционирования височно-нижнечелюстного сустава студенты используют различные современные технологии, включая датчики и видеозаписи, которые фиксируют перемещения, углы, скорости и другие параметры движения нижней челюсти. Затем полученные данные об-

Е.А. Шимко, Р.М. Утемесов, Е.Д. Бочкарёва, Д.И. Холодов

рабатываются с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволяет визуализировать и анализировать динамику движений.

Датчики. Лазерные датчики движения позволяют получать точные измерения движений не только височно-нижнечелюстных суставов, но и мышечной системы, связок и зубных рядов, что очень важно для диагностики различных заболеваний и дисфункций. В частности, лазерные датчики могут использоваться для измерения угловых и линейных перемещений нижней челюсти, что полезно при анализе открывания и закрывания рта, а также при боковых движениях челюсти.

Установка для цифровой аксиографии на основе контроллера Arduino Uno R3 и лазерного датчика движения VL53L0X позволяет фиксировать изменения положения нижней челюсти в режиме реального времени. Установка даёт возможность изучать динамику движений челюсти пациента как в реальном, так и фазовом пространствах (рис. 1).

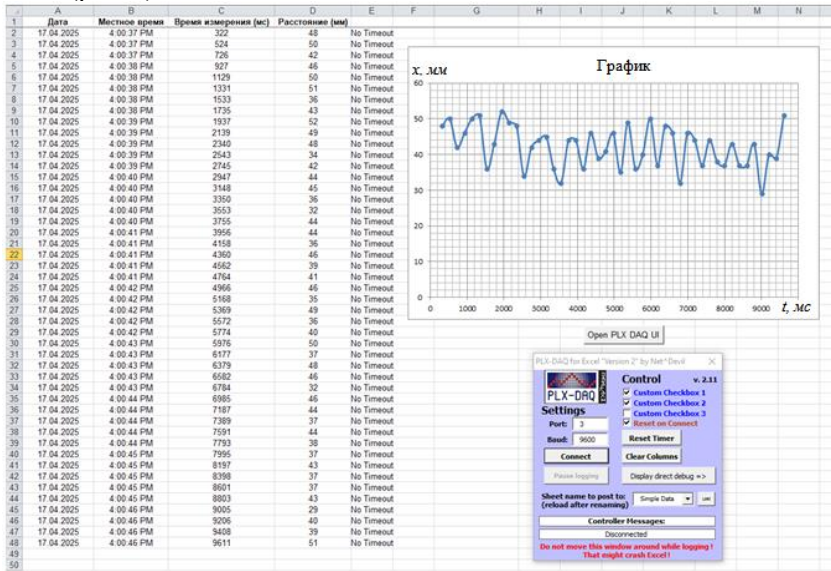


Рисунок 1 – Макрос PLX-DAQ V2 запущенный с Excel, демонстрирующий методику цифровой аксиографии с помощью датчика движения

Видеозаписи. При использовании видеозаписи движения височно-нижнечелюстного сустава студенты предварительно разрабатывают программу, которая будет находить модуль вектора r , и строить на

Е.А. Шимко, Р.М. Утемесов, Е.Д. Бочкарёва, Д.И. Холодов

основе этих данных график зависимости этого параметра от времени. Модуль вектора r – расстояние между двумя точками на нижней челюсти человека (первая точка в области венечного отростка, вторая в области подбородочного отверстия).

Отследить изменение расстояния r можно визуально, работая с видеозаписями движения височно-нижнечелюстного сустава с помощью использования технологий компьютерного зрения [4]. Для нахождения модуля вектора r было необходимо, чтобы программа понимала – в каких координатах в каждый момент времени находится каждая из двух выбранных точек. Для этого было принято решение обозначить точки путем наклеивания круглых наклеек небольшого размера на лицо человека. Тогда программа могла бы находить эти точки на видео и получать их координаты. После апробации программы точки на нижней челюсти сделали зелёными, потому что зелёные пиксели легче задать на цветовом пространстве (рис. 2).

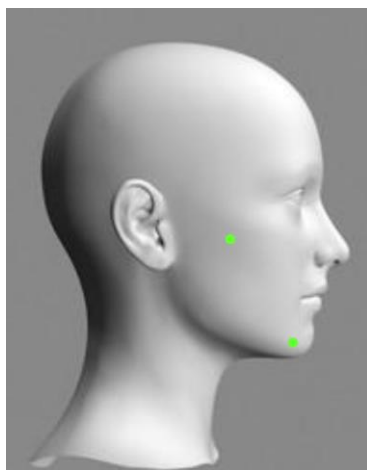


Рисунок 2 – Выделение необходимых объектов на нижней челюсти с помощью цвета

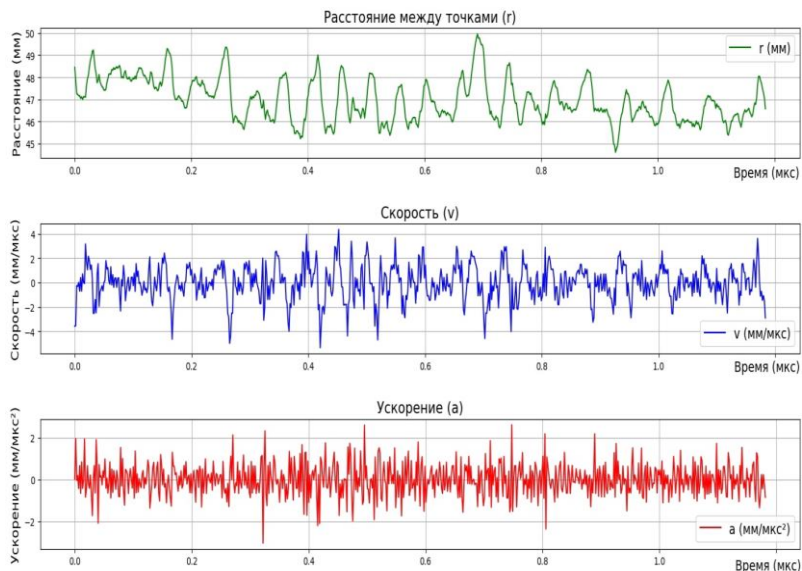


Рисунок 3 – Пример построения программой цифровой аксиографии графиков зависимости расстояния $r(t)$, линейной скорости $v(t)$ и тангенциального ускорения $a(t)$ нижней точки, расположенной в области подбородочного отверстия

В качестве языка программирования был выбран Python, потому что он поддерживает множество библиотек, имеет относительно легкий синтаксис и оптимальную производительность.

Для работы с компьютерным зрением была выбрана библиотека OpenCV, для работы с массивами NumPy и для построения графиков – Matplotlib.

Таким образом, программа цифровой аксиографии на основе технологии компьютерного зрения строит графики модуля вектора r , а также его первой и второй производных по времени $r(t)$, $v(t)$ и $a(t)$.

Эти графики являются необходимой базой для дальнейшей интерпретации результатов диагностики функционирования нижней челюсти (рис. 3).

После сбора и анализа достаточного количества данных можно обучить искусственный интеллект, который на основе указанных графиков будет ставить предварительный диагноз.

Приведённый пример программной реализации функциональной диагностики состояния височно-нижнечелюстного сустава с учётом

выявленных возможностей подходит и для телемедицины – одного из наиболее быстро растущего сегмента здравоохранения в мире.

Источники информации

1. Шимко Е.А. Образовательные возможности цифровой лаборатории Vernier при подготовке медицинских физиков /ЕА Шимко, РМ Утемесов, ДЮ Козлов // Современное педагогическое образование, 2019. – С.152-156.
2. Utemesov R. Digital Device for the Computer Stabilometry Based on the Microcontroller ATmega328 / R. Utemesov, E. Shimko // Communications in Computer and Information Science, 2022. – С.43-54.
3. Пономарев А.В. Диагностика, оценка эффективности лечения и прогнозирования дисфункции височно-нижнечелюстного сустава: дис. ... докт. мед. наук. – Самара, 2018. – Режим доступа: <http://www.samsmu.ru/files/referats/2018/ponomarev/dissertation.PDF>
4. Кофанов, П.И. Компьютерное зрение, определение изменений посредством компьютерного зрения (на примере создания лазерного тира) / П. И. Кофанов, Д. А. Тупикин, Е. А. Звягина // Мехатроника, автоматика и робототехника, 2019. – № 3. – С. 158-160.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный университет: **Шимко Елена Анатольевна** - к.п.н, доцент, shimko@phys.asu.ru; **Утемесов Равиль Муратович** - к.т.н, доцент, utemesov.ravil@phys.asu.ru; **Бочкарева Елизавета Дмитриевна** – студент, bochcarevaelizaveta@gmail.com; **Холодов Даниил Игоревич** – студент, holodok04@list.ru

УДК 621.362: 537.322

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ РАДИОИНДУЦИРОВАННОГО ОРОФАРИНГЕАЛЬНОГО МУКОЗИТА

О.В. ЕВДУЛОВ, А.М. КАРДАШЕВ

Аннотация: разработана конструкция прибора для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита. Ее особенностью является использование в составе прибора мундштука специальной конструкции, помещаемого в рот пациента, транспортной системы, охлаждаемой термоэлектрическими модулями и системы для отвода теплоты от их горячих спаев.

Ключевые слова: радиоиндуцированный орофарингеальный мукозит, лечение, локальная гипотермия, мундштук, транспортная система, термоэлектрический модуль.

AUTOMATED THERMOELECTRIC DEVICE FOR THE TREATMENT OF RADIO-INDUCED OROPHARYNGEAL MUCOSITIS

O.V. Yevdulov, A.M. Kardashev

Abstract: A device design for the treatment of radio-induced oropharyngeal mucositis has been developed. Its special feature is the use of a special-design mouthpiece placed in the patient's mouth, a transport system cooled by thermoelectric modules, and a system for removing heat from their hot junctions

Keywords: Radio-induced oropharyngeal mucositis, treatment, local hypothermia, mouthpiece, transport system, thermoelectric module

Радиоиндуцированный орофарингеальный мукозит полости рта является частым и потенциально серьезным осложнением терапии онкологических заболеваний, сопровождающим проведение химиолучевых процедур. Следовательно, наличие данного заболевания часто приводит к ограничению подводимой суммарной очаговой дозы и увеличению продолжительности пребывания в стационаре пациентов и связанных с этим расходов. Формирование перерывов в лечении, либо его прерывание на дозах, не являющихся терапевтически радикальными, является значим фактором ответа на химиолучевую терапию и формирование радиорезистентности опухоли. Поэтому важным является лечение данного заболевания в промежутках между сеансами химиолучевой терапии пациента.

Мероприятия по лечению радиоиндуцированного орофарингеального мукозита включают в себя адекватное питание; купирование болевого синдрома, деконтаминацию флоры ротовой полости, профилактику сухости во рту, профилактическую гипотермию, терапевтическое

использование палифермина, применение стимуляторов регенерации тканей, раневых покрытий, ополаскивателей полости рта.

Одним из способов лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита является использование локальной гипотермии полости рта [1]. Патогенетическое обоснование гипотермии - спазм сосудов ротовой полости, провоцирующий локальную гипоксию и уменьшение всасывания слизистой внутривенно вводимого цитостатика, а также снижение объема мигрирующих в очаг лучевого повреждения провоспалительных медиаторов и факторов вследствие вазоспазма [2].

Разработано устройство для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита данным методом, структурная схема которого показана на рис. 1.

Устройство содержит мундштук 1, размещаемый в полости рта пациента при проведении процедур, изготовленный из высокотеплопроводного материала (например медь или латунь), имеющий съемное гипоаллергенное покрытие 2 по всей поверхности, транспортную систему 3, находящуюся вне полости рта пациента, выполненную из того же материала и образующую с мундштуком 1 монолитную конструкцию. Разграничение между мундштуком 1 и транспортной системой 3 осуществляет ограничитель 4, изготовленный из гипоаллергенного материала в виде кольца, крепящегося с внешней стороны монолитной конструкции в области разграничения 5. Транспортная система 3 выполнена в виде прямоугольного параллелепипеда, на две противоположные более широкие боковые грани которого установлены холодной стороной термоэлектрические модули (ТЭМ) 6. Оба ТЭМ 6 электрически соединены последовательно и питаются электрической энергией от автоматизированного источника постоянного электрического тока 7, образуя источник холода.

Отвод теплоты от горячей стороны ТЭМ 6 осуществляется за счет системы теплосброса 8, в качестве которой может выступать либо цельнометаллический радиатор (возможно его предварительное охлаждение во внешнем источнике холода), либо радиатор в виде полый емкости, заполненной веществом с высокой теплотой плавления и температурой плавления в пределах от 35 до 50° С (например, парафином). Дополнительно с системой теплосброса может использоваться вентиляторный агрегат, обдувающий ее и питаемый электрической энергией или от источника постоянного электрического тока 7 или дополнительного источника питания электрической энергией.

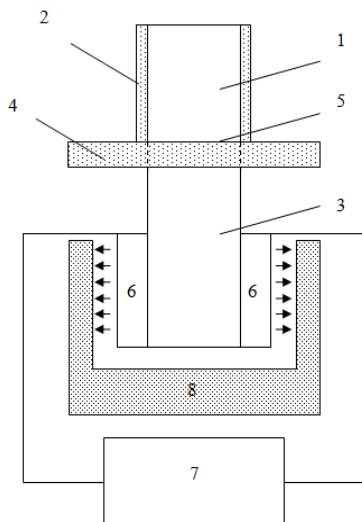


Рисунок 1 - Структурная схема устройства для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита

Использование прибора в лечебной практике следующее:

Перед началом процедуры устройство дезинфицируется. Мундштук 1 с надетым на него гипоаллергенным покрытием 2 помещается в полость рта пациента. Осуществляется питание ТЭМ 6 электрической энергией от автоматизированного источника постоянного электрического тока 7. Холодная сторона ТЭМ охлаждает транспортную систему 3 и соответственно мундштук 1. Ограничитель 4, находящийся в области разграничения 5 осуществляет отделение области мундштука 1 от транспортной системы 3, предотвращая ее попадание в ротовую полость пациента. Отвод теплоты от ТЭМ осуществляется системой теплосброса 8. Во время процедуры мундштук 1 находится либо в статическом положении, либо перемещается по полости рта самим пациентом (за счет движения нижней челюсти, языка). Глубина охлаждения и продолжительность нахождения мундштука 1 в полости рта пациента определяется характером процедуры, определяемым лечащим врачом.

Определены основные параметры устройства для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита методом локальной гипотермии полости рта на основе инженерных расчетов [3, 4], которые произведены с использованием программного комплекса Thermoelectric system calculation, (разработчик ООО "Криотерм", г.

Санкт-Петербург) [5]. Установлено, что в качестве источника холода в устройстве целесообразно использовать ТЭМ типа DRIFT-1,2 производства этой же компании. При этом определено, что транспортная система имеет длину 60 мм, ширину 40 см и толщину 5 мм, а мундштук представляет собой эллипсоид вращения, большая полуось которого равняется 60 мм, а малая полуось 40 мм (транспортная система и мундштук изготовлены из латуни).

В соответствии с полученными данными рабочий диапазон холодопроизводительности ТЭМ находится в пределах 37-70 Вт при среднем перепаде температур между спаями 35 К, ток питания составляет 4,8-8,2 А при потребляемой мощности 90-300 Вт. Холодильный коэффициент изменяется в пределах от 0,2 до 0,6.

Как показали результаты исследований, приведенная в работе конструкция позволяет обеспечить локальную гипотермию полости рта пациентов, проходящих курс химиолучевой терапии опухолей головы и шеи. В данном случае температура мундштука, находящегося в полости рта, может быть снижена до значения 8° С, что соответствует результатам, изложенным в работе [6]. При этом рассмотренная в статье конструкция устройства для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита, выполненная на основе охлаждающего термоэлектрического устройства, будет обладать существенно меньшими габаритными размерами, не требовать применения жидкого теплоносителя, обеспечивать бесшумность и высокий ресурс работы.

Источники информации

1. Легеза В.И., Драчев И.С., Чепур С.В. Осложнения лучевой противоопухолевой терапии. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2022. 207 с.
2. Musio D., De Felice F., Bulzonetti N., Tombolini V. Cetuximab and oral mucositis: is it different from oral mucositis caused by other drugs? // *Otolaryngology*. 2013. Vol 3 (4). P. 147-150.
3. Евдулов О.В. Разработка устройств и систем для охлаждения на основе сильноточных термоэлектрических преобразователей энергии: дис... докт. техн. наук. Махачкала, 2019. 330 с.
4. Евдулов О.В., Евдулов Д.В., Исабекова Т.И., [и др.] Математическая модель термоэлектрического устройства для лечения панариция методом местной гипотермии // *Медицинская техника*. 2022. № 2 (332). С. 51-54.
5. <http://www.kryotherm.spb.ru> (дата доступа 05.05.2025).
6. Java Walladbegi, Roger Henriksson, Björn Tavelin, [et al.] Efficacy of a novel device for cryoprevention of oral mucositis: a randomized,

Автоматизированное термоэлектрическое устройство для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита

blinded, multicenter, parallel group, phase 3 trial // Bone marrow transplantation. 2022. Vol. 57. P. 191-197.

Сведения об авторах:

ФГБОУ ВО "Дагестанский государственный технический университет":
Евдулов Олег Викторович - д.т.н., доцент, ole-ole-ole@rambler.ru.

ГБУ Республики Дагестан "Республиканский онкологический центр":
Кардашев Анвар Магомедович - врач радиотерапевт, anvarkard@gmail.com.

УДК 004.422.81

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОЗДАНИЮ ЗАПРОСОВ К БАЗАМ ДАННЫХ (НА ПРИМЕРЕ СУБД POSTGRESQL)

Д.А. ХОЛМЫЧЕВ, Л.И. СУЧКОВА

Аннотация: в статье представлено решение задачи практического обучения студентов языку запросов к базам данных. Предложена разработка десктопного приложения для студентов и преподавателей. Приложение оптимизирует обучение путём сочетания теоретического обучения с решением задач разработки запросов для учебной базы данных. Проведены архитектурное проектирование, модульная и интеграционная разработка, протестирован функционал написания запросов.

Ключевые слова: СУБД, десктопное приложение, оптимизация обучения.

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR TEACHING DATABASE QUERY DESIGN (USING POSTGRESQL DBMS AS AN EXAMPLE)

D.A. Kholmychev, L.I. Suchkova

Abstract: This paper presents a solution for teaching students database query language. The development of a desktop application for students and instructors is proposed. The application optimizes learning by explaining the most complex topics in a more accessible way. Architectural design, modular and integration development were carried out, and the query-writing functionality was tested.

Keywords: DBMS, desktop application, learning optimization.

Традиционно обучение по любому предмету проходит в очном формате в виде лекций или практических занятий, однако с появлением новых технологий обучения и необходимости для обучающихся самостоятельно прорабатывать ряд практических навыков необходимо разрабатывать средства, обеспечивающие онлайн-тренинги.

Каждому разработчику и в целом любому человеку, связанному с ИТ-сферой, необходимы знания по работе с базами данных, а в частности, знания языка запросов SQL. Имеющиеся онлайн-средства обучения не обеспечивают возможность работы пользователя с учебными базами данных, не дают возможность приобрести или закрепить навык написания запросов к базам данных.

Целью работы является разработка приложения для обучения созданию запросов к базам данных.

Для реализации поставленной цели разработана многоуровневая система. **Модули обучения** разработаны таким образом, чтобы студенты могли изучать как уже готовый материал, так и материал, со-

Д.А. Холмычев, Л.И. Сучкова

зданный преподавателем. При этом у самих студентов нет возможности создавать или редактировать модули преподавателей. Для добавления нового модуля преподавателю необходимо зарегистрироваться и авторизоваться.

Схема работы системы показана на рис. 1.

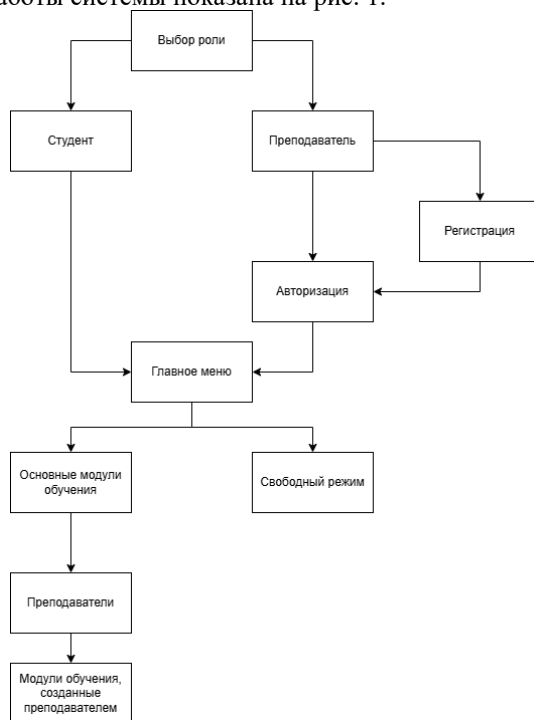


Рисунок 1 – Структурная схема работы системы

Десктопное приложение реализовано на Java и разделено на формы: выбор роли, регистрации, авторизации, просмотр оглавления, работа с модулями обучения, «Свободный режим практики», работа со списком преподавателей, работа с пользовательскими модулями. На экране регистрации преподаватель вводит свои данные, такие как логин, фамилия, инициалы, пароль. Это необходимо для создания отдельного меню для каждого из преподавателей. Главное меню включает в себя «Основные модули обучения» и «Свободный режим практики». Экран «Основные модули обучения» отображает готовые модули для изучения (см. рис. 2).

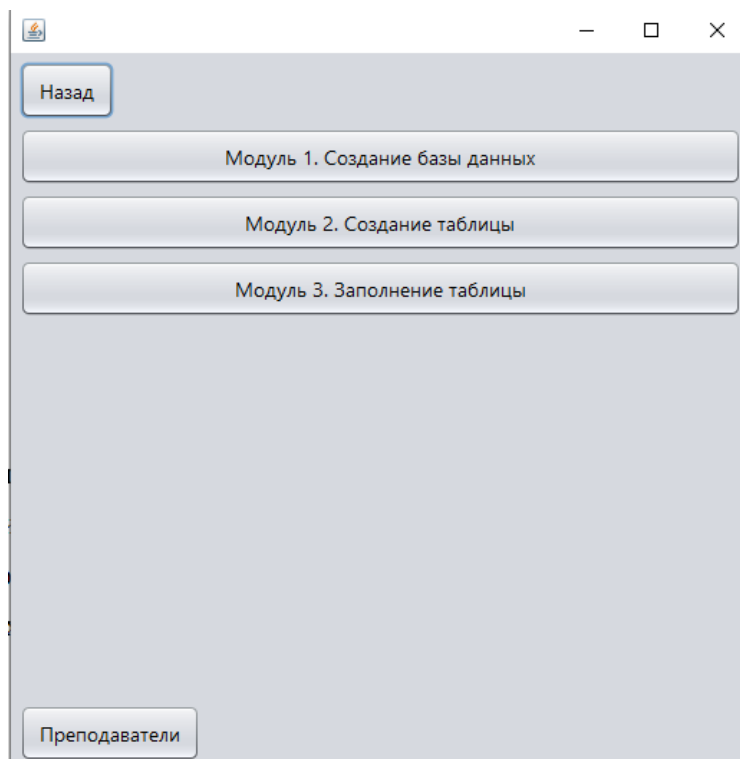


Рисунок 2 – Оглавление с темами

В окне «Свободный режим практики» пользователь может писать любые SQL-запросы в учебной базе данных, которые система обрабатывает и либо выводит информацию по введённому запросу, либо выдает ошибку (см. рис. 3).

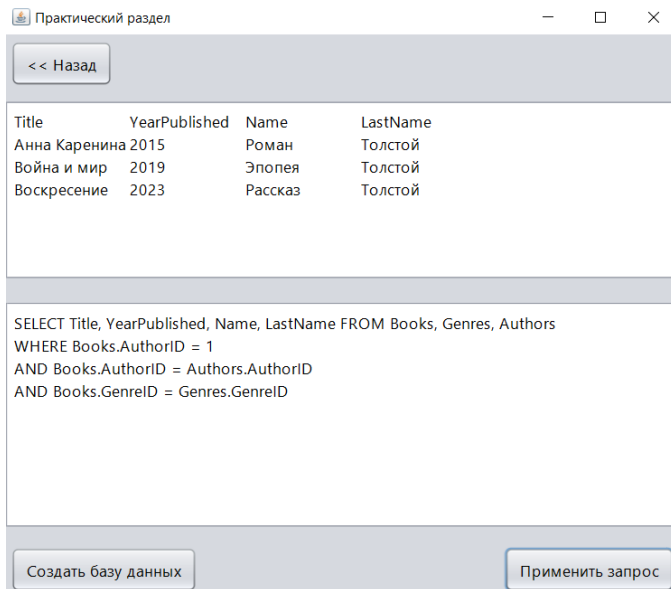


Рисунок 2 – Пример использования песочницы

Раздел создания модулей реализован с помощью базы данных. При создании нового модуля в базу данных добавляется название модуля, заголовок (если есть), текст (если есть) и изображение (если есть).

Раздел просмотра пользовательского модуля реализован путём выгрузки информации из базы данных в том порядке, в котором она была загружена в базу данных.

Заключение. Реализован программный комплекс обучения созданию запросов к базам данных. Был реализован функционал просмотра как уже готовых, так и созданных пользователями модулей, создание модулей, «песочница» для свободного написания и вывода любых запросов к учебной базе данных.

Источники информации

1. Татарникова Т.М. Системы управления базами данных. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМУ, 2004. – с // URL: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-503130143.pdf (дата обращения 14.07.2024).
2. Голицына, О.Л., Максимов, Н.В., Попов, И.И. Базы данных. – М.: Форум, 2020 // URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=362825> (дата обращения 14.07.2024).

Д.А. Холмычев, Л.И. Сучкова

3. Голицына, О.Л., Максимов, Н.В., Попов, И.И. Базы данных: Учебное пособие. – М.: Форум, 2012 // URL: <https://izbe.ru/book/92517-bazy-dannyh-o-l-golicyna-n-v-maksimov-i-i-popov/> (дата обращения 16.07.2024).

4. Талипов, С.Н. Визуальное программирование на Java Swing в NetBeans. – 2021 // URL: <https://www.litres.ru/book/sergey-nikolaevich-tal/vizualnoe-programmirovanie-na-java-swing-v-netbeans-65425013/> (дата обращения 18.07.2024).

5. Хорстманн, К., Корнелл, Г. Джуст Джава: Эффектные пользовательские интерфейсы. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2011 // URL: https://ipsoftware.ru/books/swing_book_2/ (дата обращения 17.07.2024).

6. Хорстманн, К. Java Swing. – М.: Вильямс, 2014 // URL: <https://djvu.online/file/EbPnBnk7iTA0I> (дата обращения 17.07.2024).

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова:
Холмычев Данил Алексеевич - студент кафедры ИВТиИБ, e-mail: sirpreez@yandex.ru ; **Сучкова Лариса Иннокентьевна** - д.т.н., профессор кафедры ИВТиИБ, e-mail: li.suchkova@yandex.ru

УДК 378.147

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Н.А. МУБАРАКОВ

Аннотация: в статье представлены результаты разработки веб-приложения для учёта и планирования учебных задач студентов в условиях цифровой образовательной среды. Приложение реализовано с использованием современного технологического стека (React, NestJS, PostgreSQL). Основной целью работы является повышение самоорганизации студентов и снижение когнитивной нагрузки в условиях дистанционного и смешанного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, самоорганизация, task-менеджер, академическое планирование, цифровизация образования.

RESULTS OF DEVELOPING A WEB APPLICATION FOR ACADEMIC PLANNING IN THE CONTEXT OF EDUCATION DIGITALIZATION

N.A. MUBARAKOV

Abstract: the article presents the results of developing a web application designed for tracking and planning students' academic tasks in a digital educational environment. The application was implemented using a modern technology stack (React, NestJS, PostgreSQL). The primary objective of this work is to enhance students' self-organization and reduce cognitive load in remote and blended learning settings.

Keywords: distance learning, self-organization, task manager, academic planning, education digitalization.

Современное высшее образование всё чаще реализуется в дистанционных и гибридных форматах. Это создаёт повышенные требования к саморегуляции студентов, особенно в аспекте распределения учебной нагрузки. Согласно исследованиям, до 45% студентов испытывают трудности с организацией своего времени и выполнением учебных заданий в срок [1, 2]. В связи с этим возрастает необходимость разработки цифровых инструментов, которые позволили бы централизованно управлять задачами, дедлайнами и расписанием.

Как результат работы была разработана минимально жизнеспособная версия продукта (MVP). Здесь представлены архитектурные и технологические решения, использованные при реализации приложения, а также достигнутые результаты и перспективы развития.

Архитектура и технологии. Разработка приложения велась с учётом современных требований к надёжности, гибкости и масштаби-

Н.А. Мубаракوف

руемости. Разработка велась с учётом трёхуровневой клиент-серверной архитектуры и принципов шаблона MVC (Model–View–Controller). Такой подход обеспечивает логическое разделение слоёв:

- Model отвечает за работу с данными и бизнес-логику;
- View реализуется на клиентской части через компоненты, отображающие данные и интерфейс взаимодействия;
- Controller находится на стороне сервера в виде контроллеров NestJS, принимающих запросы, вызывающих соответствующие сервисы и возвращающих ответ клиенту.

Серверная часть построена на NestJS – фреймворке для Node.js, реализующем модульную архитектуру и паттерн MVC [3]. Взаимодействие с клиентом организовано через REST API. Аутентификация реализована с использованием JWT и refresh токенов, что обеспечивает безопасную и устойчивую авторизацию пользователей.

Клиент реализован на библиотеке React с поддержкой TypeScript, обеспечивающей строгую типизацию и удобную структуру компонентов. Для асинхронной загрузки данных и кэширования используется Tanstack Query. Интерфейс построен на базе Material UI, что гарантирует единый стиль и адаптивность интерфейса [4, 5].

Для хранения данных используется PostgreSQL. ORM-библиотека Sequelize позволяет описывать таблицы в виде моделей и реализует миграции, валидацию и связи между сущностями [6, 7].

Основные модули приложения. Каждая часть приложения реализована в виде независимого модуля, обеспечивающего изолированную логику и взаимодействие через API-интерфейсы. Такой подход способствует масштабируемости и облегчает сопровождение системы.

Модуль регистрации и авторизации обеспечивает создание и активацию учётных записей, проверку подлинности и управление сессиями. При регистрации пользователю направляется ссылка для активации, содержащая токен. После подтверждения аккаунт получает активный статус. Аутентификация основана на использовании access и refresh токенов, где последний хранится в базе данных и позволяет безопасно продлевать сессии.

Модуль управления дисциплинами позволяет пользователю добавлять и редактировать курсы, указывать преподавателей, форму занятий, расписание и срок проведения. Расписание дисциплины представлено в виде массива с днями недели, временем и чётностью недели. Для удобства дисциплины автоматически соотносятся с текущим семестром, рассчитываемым на основе года поступления студента.

Модуль учебных задач предоставляет инструменты создания заданий с возможностью указания приоритета, дедлайна, описания и

связанной дисциплины. Система поддерживает назначение нескольких участников на одну задачу, что позволяет организовать групповую работу. Для хранения связей используется таблица `user_tasks`, реализующая отношение «многие ко многим». Сортировка задач по срокам и приоритету упрощает планирование.

Модуль комментариев и вложений позволяет пользователям оставлять текстовые комментарии к задачам, прикрепляя к ним файлы. Каждый комментарий содержит имя автора, текст и идентификаторы задачи и пользователя. Файлы загружаются на сервер, а метаданные (имя, путь, тип, размер) сохраняются в отдельной таблице.

Модуль расписания реализует отображение занятий по дням недели в виде интерактивного слайдера. При выборе дня отображаются все занятия, запланированные на выбранную дату. Переход по карточке дисциплины открывает связанные с ней задачи, обеспечивая логическую связку между расписанием и задачами.

Модуль календаря задач позволяет визуально оценить загруженность студента. На календаре отображаются дни с активными дедлайнами. Клик по дню открывает список задач, а цветовая маркировка помогает выделить приоритетные задания. Календарь формируется на основе даты дедлайна и поддерживает фильтрацию по предмету и приоритету.

Модуль уведомлений находится в стадии проектирования. Планируется реализовать автоматическое информирование студентов о приближении дедлайнов с помощью фоновых задач (`cron`/очереди), а также отображение уведомлений внутри интерфейса или через электронную почту.

Структура базы данных. База данных построена по реляционной модели и содержит следующие сущности:

- **User (Пользователь):** хранит данные о пользователе, включая email, имя, пароль и статус активации;
- **Token:** ассоциирован с пользователем и содержит refresh токен;
- **Class (Учебная дисциплина):** содержит данные о курсе, расписании, преподавателе и периоде проведения;
- **Task (Задача):** учебное задание, связанное с дисциплиной, с возможностью назначения дедлайна, приоритета и участников;
- **UserTasks:** таблица связи «многие ко многим» между пользователями и задачами;
- **Comment (Комментарий):** включает текст комментария, автора и связанную задачу;
- **FileAttachment (Файл):** вложение, прикрепленное к комментарию, содержащее метаданные о файле.

Такой подход позволяет обеспечить логическую связанность данных и гибкую работу с учебными объектами.

Интерфейс пользователя. При подготовке интерфейса упор сделан на его простоте и доступности для понимания [8]. Вне зависимости от открытой страницы в левой части экрана закреплена навигационная по страницам панель (рис.1).

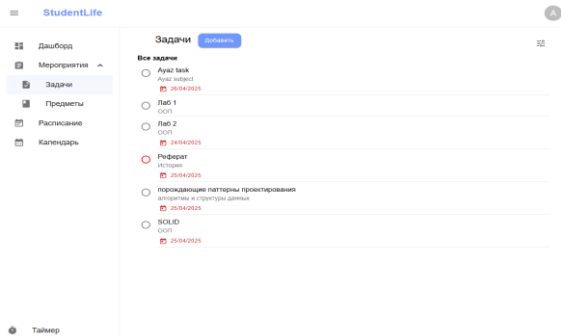


Рисунок 1 – Показ страницы задач

В качестве элементов интерфейса задействованы кнопки, выпадающие списки (меню), поля для ввода, диалоговые окна, слайдеры, верхние панели (топ-бары), иконки. Страница с расписанием представляет собой закрепленную в верхней части слайдер с днями недели и предметы, назначенные в этот день (рис.2).

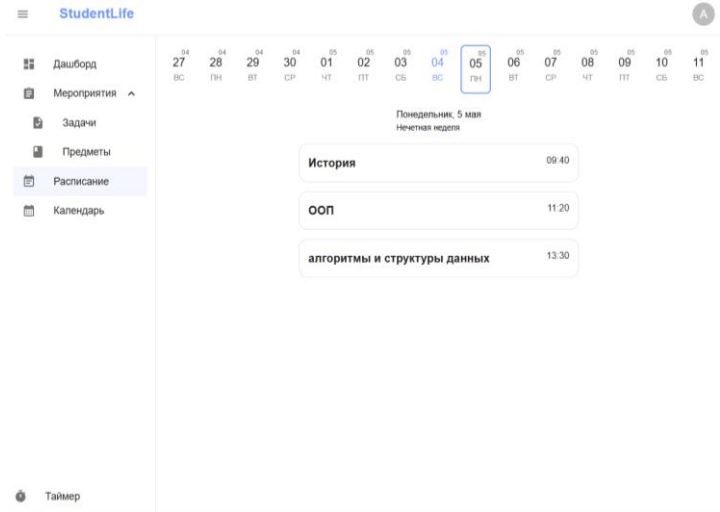


Рисунок 2 – Показ страницы расписания

Нажав на конкретный предмет можно перейти на детальную страницу с отображением всех задач относящихся к этому предмету (рис.3).

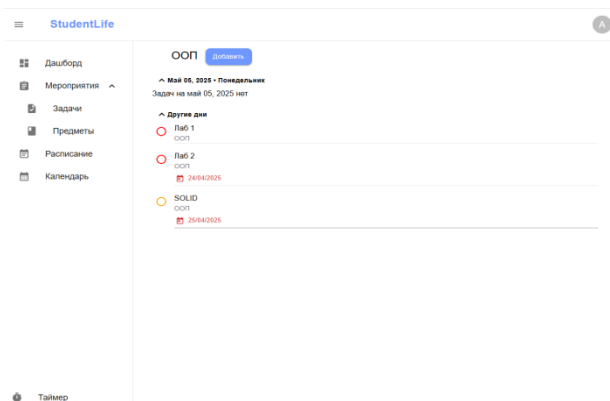


Рисунок 3 – Показ задач предмета

Тестирование. В целях улучшения и достижения положительно-го пользовательского опыта основной упор делался ручное тестирование [9]. Использованный вариант тестирования позволил более гибко подойти к оценке поведения системы и заметить неочевидные проблемы в пользовательском опыте. По результатам тестов внесены необходимые исправления в кодовой базе и бизнес-логике приложения, в представлениях интерфейса пользователя.

Заключение. Разработанное приложение представляет собой многофункциональную платформу для поддержки учебного планирования студентов. Используемая архитектура обеспечивает гибкость, масштабируемость и модульность, а реализованные компоненты охватывают основные потребности в академической самоорганизации. Проект может быть расширен за счёт интеграции новых модулей, включая систему уведомлений, аналитики и интеграцию с внешними образовательными платформами.

Пройдены все основные требуемые вехи: проектирование модели данных и интерфейса, разработка базового функционала, тестирование, исправление дефектов.

Источники информации

1. Иванушкина Н.В. Использование цифровых технологий при реализации дистанционного обучения в вузе / Щипова О.В. // Известия

Н.А. Мубараков

Самарского научного центра Российской академии наук. – 2023. – Т. 25, № 2. – С. 12–19.

2. Романова Ю.С. Современное дистанционное обучение глазами студентов: анализ преимуществ, недостатков и пути совершенствования / Пастухова Е.В. // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 12. – С. 276–289.

3. NestJS: A progressive Node.js framework for building efficient, reliable and scalable server-side applications [Электронный ресурс]. URL: <https://nestjs.com> (дата обращения: 01.05.2025).

4. React – The library for web and native user interfaces [Электронный ресурс]. URL: <https://react.dev> (дата обращения: 04.05.2025).

5. TanStack Query – Powerful asynchronous state management for TS/JS, React, Solid, Vue, Svelte and Angular [Электронный ресурс]. URL: <https://tanstack.com/query> (дата обращения: 01.05.2025).

6. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database [Электронный ресурс]. URL: <https://www.postgresql.org> (дата обращения: 04.05.2025).

7. Sequelize – Sequelize is a modern TypeScript and Node.js ORM for Oracle, Postgres, MySQL, MariaDB, SQLite and SQL Server, and more [Электронный ресурс]. URL: <https://sequelize.org> (дата обращения: 05.05.2025).

8. Зайдуллин С.С. Человеко-машинное взаимодействие в информационных системах: учебное пособие – Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. – 92 С.

9. Баланов, А. Н. Построение микросервисной архитектуры и разработка высоконагруженных приложений : учебное пособие для вузов – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 244 с.

Сведения об авторах:

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева - КАИ: **Мубаракوف Нияз Айдарович** - студент, магистрант.

УДК 371.334.6:004.588

ВНЕДРЕНИЕ В ОБУЧАЮЩЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ОГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ ИГРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

М.С. БОВКУН, А.Н. ТУШЕВ

Аннотация: в работе рассматривается внедрение геймифицированных элементов в обучающее приложение для подготовки к ОГЭ по математике. Описаны ключевые игровые механики (система уровней, достижения, рейтинги), направленные на повышение мотивации и эффективности обучения современных школьников. Приводятся результаты реализации этих решений в приложении «ОГЭ-Эксперт. Математика».

Ключевые слова: геймификация, образовательное приложение, подготовка к ОГЭ, мотивация, игровые механики, математика.

IMPLEMENTATION OF GAMIFICATION ELEMENTS IN AN EDUCATIONAL APPLICATION FOR OGE PREPARATION IN MATHEMATICS

M.S. BOVKUN, A.N. TUSHEV

Abstract: The paper explores the integration of gamified elements into an educational application designed for OGE (Russian State Final Examination) preparation in mathematics. Key game mechanics (level systems, achievements, leaderboards) aimed at enhancing motivation and learning efficiency among modern students are described. The implementation results of these solutions in the application "OGE-Expert. Mathematics" are presented.

Keywords: gamification, educational application, OGE preparation, motivation, game mechanics, mathematics.

Современные школьники, формируются в условиях цифрового мира, где доминируют интерактивные видеохостинги, продвигающие короткие по продолжительности видео, игровые стримы на специализированных стриминговых сервисах и мгновенная обратная связь в мессенджерах. Большинство подростков ежедневно проводят более 3 часов в приложениях с геймифицированными элементами - от систем лайков в соцсетях до прогресс-баров в языковых сервисах типа. Эти цифровые паттерны создают новый когнитивный ландшафт: мозг подростка адаптируется к нелинейной навигации, визуальным подсказкам и наградам за каждое действие. Однако традиционная система подготовки к ОГЭ по математике, построенная на механическом решении типовых задач из сборников 2010-х годов, остаётся аналоговым островком в цифровом океане. Устаревшие форматы, однообразные бланки с заданиями, отсутствие персонализированной аналитики ошибок, монотонные лекции - не просто отстают от реалий, но и провоцируют «цифровой когнитивный диссонанс». Девятиклассников испытывают стресс не от сложности задач, а от ощу-

М.С. Бовкун, А.Н. Тушев

щения «бессмысленности зубрёжки».

Как отмечается в [1], ключевой проблемой является отсутствие вовлеченности, которую можно компенсировать за счёт геймификации - интеграции игровых механик в неигровые контексты. Этот подход, по данным исследований [2], повышает вовлечённость на 60%, а усвоение материала - на 40%, что делает его критически важным для образовательных приложений.

Целью работы является внедрение игровых элементов в приложение для подготовки к ОГЭ по математике, чтобы сделать обучение более интересным и эффективным для современных школьников.

Геймификация в образовании опирается на три ключевых принципа:

- Мотивация через достижения (звания, уровни аккаунтов, достижения за успешное решение тестовых заданий);

- Соревновательность (рейтинги, таблицы лидеров);

- Нелинейное взаимодействие (выбор пути обучения, скрытые задания).

В работе Вербаха и Хантера [3] подчёркивается, что успешная геймификация требует баланса между внешней мотивацией (награды) и внутренней (интерес к предмету). Именно этот баланс был положен в основу приложения «ОГЭ-Эксперт. Математика». В приложении были добавлены различные механики, которые увеличат заинтересованность пользователей к обучению в приложении.

Система прогресса и уровней. Пользователь получает очки опыта за каждое решённое задание, что визуализируется через специальный параметр в личном кабинете (рис. 1). После достижения нового уровня аккаунта, человек получает новое звание, создавая эффект «прокачки» - ключевой элемент игр RPG.

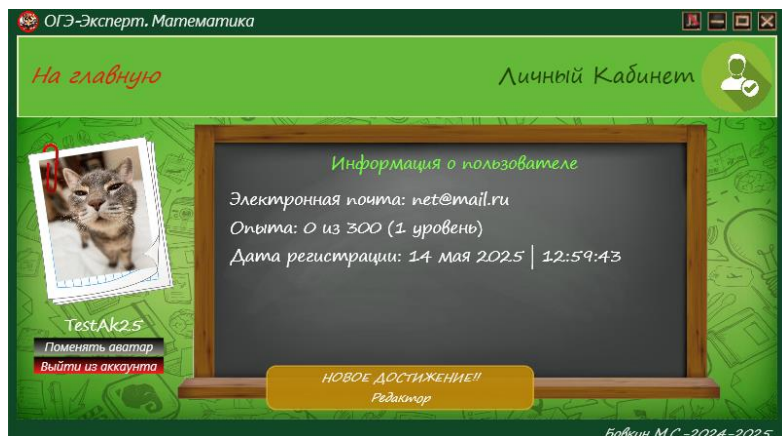


Рисунок 1 – Опыт аккаунта в личном кабинете

Достижения и скрытые задачи. Пять уникальных достижений (рис. 2), которые разделены на несколько категорий: базовые (самые простые достижения, связанные с накопительным решением тестов), редкие (достижения, требующие от пользователя успешного решения тестов со сложными условиями), уникальные (достижения, связанные с поиском «пасхалок» в интерфейсе программы или выполнений определённых действий в определённой последовательности. Это стимулирует исследовательское поведение, характерное для игр-квестов.

Таблица лучших пользователей по определённым категориям (рис. 3). Выборка топ 10 лучших учётных записей происходит по трём категориям: средний балл по всем пройденным тестам, общее число пройденных тестов, число полученных достижений. Сравнение своих результатов с результатами друзей усиливает соревновательный аспект.

Сложность тестовых заданий. Кроме КИМов, которые имеют такие же критерии сложности конкретного задания, как и на экзамене, уникальные тестовые задания в приложении придерживаются принципа, что задача должно быть сложной, но выполнимой. После каждого теста (рис. 4) ученик видит детальный разбор ошибок, что превращает обучение в цикл «вызов - анализ - улучшение».

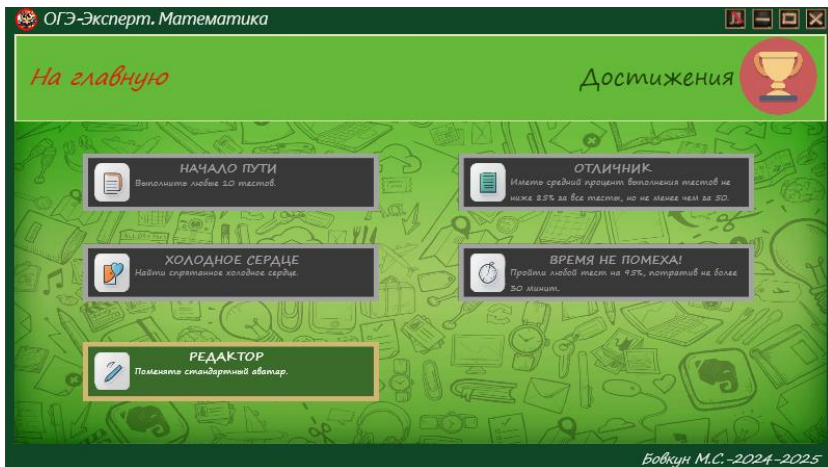


Рисунок 2 – Достижения доступные к получению и уже полученные

ОГЭ-Эксперт. Математика

На главную Рейтинг Пользователей

	Никнейм	Пройдено тестов	Средний рейтинг	Число медалей
1	Botanik	1	100	4
2	adminadwin	1	76.89	2
3	AmosSkodaTop22	132	45.1	1
4	bot12345	6	41.67	2
5	AmiGoe9	3	12.45	5
6	Rank1234	0	0	5
7	SashaBorunov	0	0	0
8	hop12345	0	0	3
9	AlexSharin	0	0	0
10	Kolya22rus	0	0	0

Бовкун М.С. -2024-2025

Рисунок 3 – Рейтинговая таблица лучших пользователей

ОГЭ-Эксперт. Математика

На главную Результаты теста

Экзамен завершен! Название: Вариант 1 Правильных ответов: 20 из 25 Набранные баллы: 22 из 31 Процент выполнения: 80% Получено очков: 220 Экзамен длился: 00:13:11	Проверь себя! Задание 1: Правильный ответ: 3517; Вс ответов: 3517; Задание 2: Правильный ответ: 500; Вс ответов: 500; Задание 3: Правильный ответ: 4; Вс ответов: 4; Задание 4: Правильный ответ: 500; Вс ответов: 500; Задание 5: Правильный ответ: 672;
--	--

Оценка: 5

Бовкун М.С. -2024-2025

Рисунок 4 – Детальная статистика решённого тестового задания

Мультимедийный контент как элемент вовлечения. Для людей, которые не могут работать без музыки, а также для индивидов, которые ценят визуальную составляющую приложения, было реализовано: видеолекции с современным подходом от преподавателей (рис. 5), красивые анимации нажатия на кнопки, интерактивные надписи и анимированные картинки, фоновые треки, влияющие на концентрацию, общее визуальное оформление приложения, которое не кажется устаревшим и при этом же не кажется слишком вызывающим (рис. 6) [4].

М.С. Бовкун, А.Н. Тушев

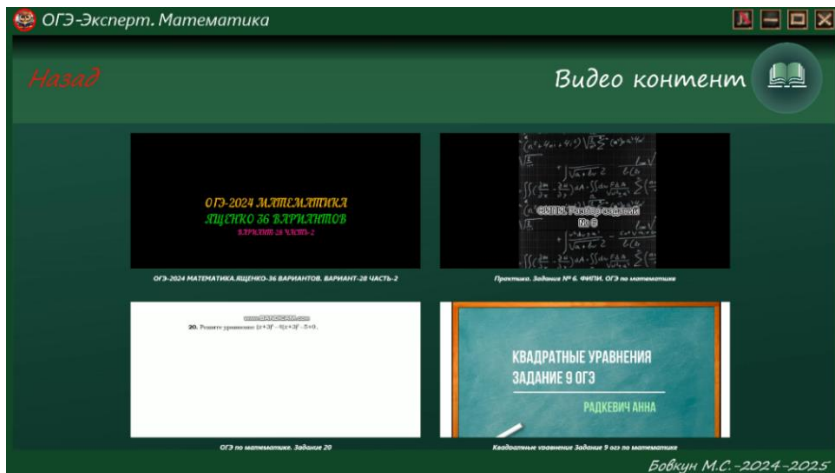


Рисунок 5 – Видеоконтент в приложении

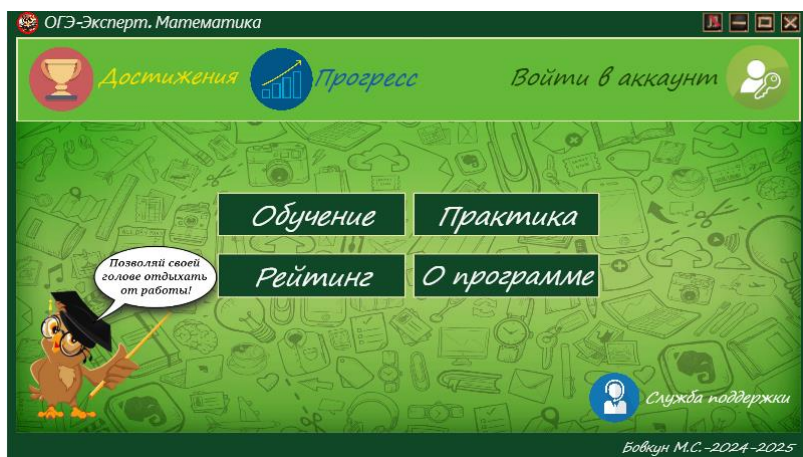


Рисунок 6 – Главная страница приложения

Выводы. Внедрение геймификации в приложение «ОГЭ-Эксперт. Математика» трансформирует подготовку к экзамену из рутинного процесса в персонализированный квест, где каждый шаг подкреплён игровыми механиками. Это не только снижает стресс, но и формирует позитивное отношение к математике, что подтверждается данными тестов и обратной связью пользователей [5]. Дальнейшее развитие проекта включает внедрение помощника, основанного на искусствен-

ном интеллекте, и многопользовательских режимов для группового решения задач.

Источники информации

1. Шматков М.Н., Некрасова И.И., Шрайнер Б.А. Когнитивное развитие современных детей посредством интерактивной геймификации при обучении математике в начальной школе// Научно-методическое обеспечение образовательного процесса – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородское образование, 2022. – С. 50–57.
2. Deterding S. Gamification: Designing for Motivation // Interactions. 2012. Vol. 19. P. 14–17.
3. Werbach K., Hunter D. For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Wharton Digital Press, 2012.
4. Купер А., Рейнман Р., Кронин Д. UX-дизайн. Искусство создания удобных интерфейсов. М.: Питер, 2021. 432 с.
5. Пономарева Е.Ю., Рыжова Н.А. Геймификация в образовании: от теории к практике // Образовательные технологии. 2021. № 3. С. 45–58.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: **Бовкун Максим Сергеевич** – студент, bovkun2003@mail.ru; **Тушев Александр Николаевич** – к.т.н, доцент, tushev51@mail.ru.

УДК 378.147

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОРГАНАЙЗЕРА СТУДЕНТА ДЛЯ УЧЕБНОЙ И ВНЕУЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С.Г. МОИСЕЕВ, Л.И. СУЧКОВА

Аннотация: в работе описано проектирование приложения, помогающего студентам планировать распорядок дня с учётом учебных и внеучебных активностей.

Ключевые слова: проектирование приложения, планирование распорядка дня.

DESIGNING A STUDENT'S ELECTRONIC ORGANIZER FOR ACADEMIC AND EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

S.G. Moiseev, L.I. Suchkova

Abstract: the paper describes the design of an application that helps students plan their daily routine, taking into account academic and extracurricular activities.

Keywords: application design, daily routine planning.

В настоящее время, в условиях высокой учебной нагрузки и необходимости эффективного тайм-менеджмента, возрастает потребность в цифровых инструментах для организации студенческой деятельности. Учебный процесс, совмещённый с внеучебной активностью, требует чёткого планирования, но универсальные приложения часто не учитывают специфику студенческой жизни [1].

Современные исследования [2] показывают, что специализированные органайзеры способны повысить продуктивность за счёт адаптивного планирования [3] и учёта всех аспектов деятельности. Однако существующие решения либо слишком общие, либо фокусируются только на учёбе.

В данной работе рассматривается проектирование электронного органайзера, объединяющего учебные и внеучебные задачи. Такой подход требует интеграции методов тайм-менеджмента и адаптивных технологий, что делает разработку актуальной для современного образования.

Целью работы является проектирование электронного органайзера для студентов, обеспечивающего эффективное планирование и контроль как учебной, так и внеучебной деятельности на основе современных цифровых технологий и принципов тайм-менеджмента.

Была разработана реляционная модель базы данных предметной области «Электронный органайзер студента для учебной и внеучебной деятельности», содержащая 11 таблиц (рис. 1).

Таблица «Type_task» содержит:

- «id_type» – уникальный идентификатор типа задачи;
- «Title_type» – название типа задачи.

Таблица «Priority» содержит уникальный идентификатор приоритета и его название. Таблица «Статус» хранит уникальный идентификатор статуса и название статуса.

Структура таблицы «Task»:

- «id_task» – уникальный идентификатор задачи;
- «Title_task» – название задачи;
- «Details_task» – описание задачи;
- «Date» – дата сдачи задачи, если она относится к учебной;
- «Time» – время сдачи задачи, если она относится к учебной;
- «id_type» – уникальный идентификатор типа задачи;
- «id_priority» – уникальный идентификатор приоритета задачи;
- «id_status» – уникальный идентификатор статуса задачи.

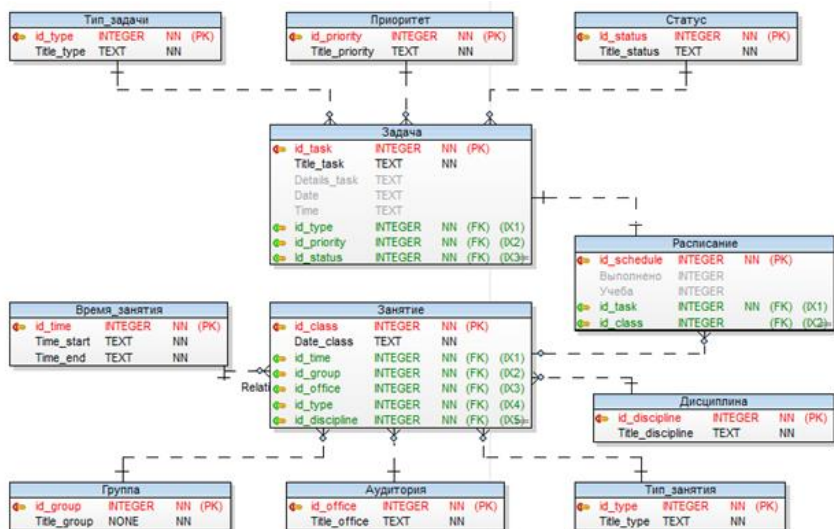


Рисунок 1 – Реляционная модель базы данных

Таблица «Time_class» содержит:

- «id_time» – уникальный идентификатор времени;

- «Time_start» – время начала занятия;
- «Time_end» – время окончания занятия.

Таблица «Group» хранит уникальный идентификатор и название группы. Таблица «Office» нужна для хранения номера аудитории, а таблица «Discipline» для хранения названия дисциплины.

Структура таблицы «Type_task»:

- «id_type» – уникальный идентификатор типа занятия;
- «Title_type» – название типа занятия.

В программе должна быть реализована работа со следующими объектами:

- Список задач, упорядоченный по времени сдачи;
- Список внеплановых задач;
- Список невыполненных задач;
- Расписание занятий;
- Календарь для выбора даты.

Сформулированы следующие функциональные требования для приложения:

- Запуск первоначального расписания на сегодняшний день;
- Просмотр, редактирование и добавление задач;
- Удаление задач;
- Разделение задач на типы;
- Отображение статуса задачи;
- Отображение приоритета задачи.

Спроектирован интерфейс мобильного приложения, состоящий из 4 основных страниц (экранов), каждая из которых будет предназначена для показа определенной информации.

Вкладка «Расписание» отображает список занятий и созданных задач, упорядоченный по времени. Нажимая по пункту списка можно узнать полную информацию задачи или расписания. С помощью календаря, расположенного в верхней части экрана, можно переключаться по дням. Есть возможность перенести сдачу задачи на другие даты или другое время, а также перенести задачу во внеплановые. Макет данной страницы показан на рисунке 2;

Вкладка «Внеплановые» отображает список задач, созданных пользователем без даты и времени выполнения. Они не отображаются в списке задач на определенный день, но приложение регулярно напоминает про их выполнение. Эти задачи создаются, если не указать дату и время завершения и автоматически переходит в раздел «Внеплановые задачи».



Рисунок 2 – Макет страницы «Расписание»

При желании данные задачи можно перенести в раздел «Задачи», указав день и время завершения в настройках задачи. Макет страницы «Внеплановые» показан на рисунке 3;



Рисунок 3 – Макет страницы «Внеплановые»

Вкладка «Невыполненные» отображает список задач, которые не были отмечены выполненными после даты выполнения. Эти задачи будут храниться в этом списке до их выполнения, удаления или переноса на другую дату. Макет страницы «Невыполненные» показана на рисунке 4;

С.Г. Моисеев, Л.И. Сучкова



Рисунок 4 – Макет страницы «Невыполненные»

Вкладка «Рабочее» содержит настройки профиля, статистика выполнения и подсчет всех задач. Макет страницы показан на рис. 5.

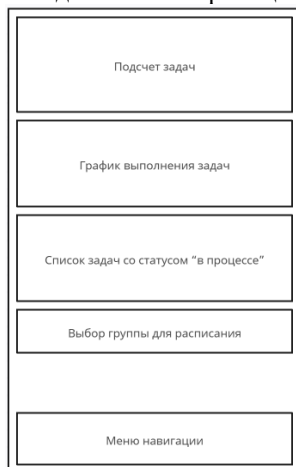


Рисунок 5 – Макет страницы «Рабочее»

Переключение между экранами будет доступно через меню навигации, расположенное в нижней части экрана.

На рис. 6 показана подробная структура экранов мобильного приложения.

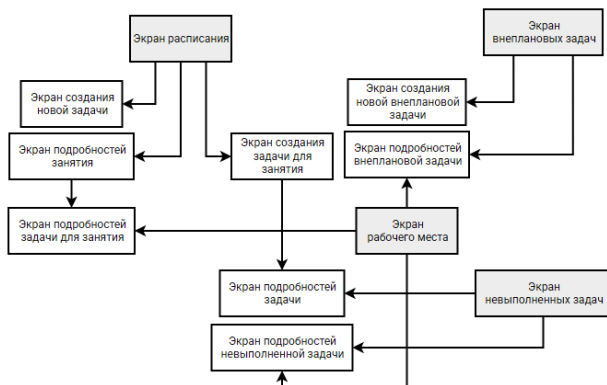


Рисунок 6 – Структура экранов мобильного приложения

Выводы. Таким образом, проведённое исследование подтверждает, что проектирование специализированного электронного органайзера для студентов позволяет эффективно решать задачи организации как учебной, так и внеучебной деятельности. Разработанный подход, основанный на интеграции цифровых технологий и принципов тайм-менеджмента, не только упрощает планирование академической нагрузки, но и способствует формированию сбалансированного расписания дня.

Реализация подобного приложения открывает перспективы для дальнейшего развития персонализированных образовательных инструментов, адаптирующихся к индивидуальным потребностям студентов и повышающих их продуктивность.

Источники информации

1. Патаракин Е.Д. Цифровые инструменты в образовании: от теории к практике. — М.: ИНФРА-М, 2022.
2. Trello for Education: Case Study of Student Productivity Tools // Journal of Educational Technology. — 2022. — Vol. 18(2). — P. 112-125.
3. Chen L. et al. AI-based personal planners for students: Design and implementation // IEEE Conference on e-Learning. — 2021. — P. 34-41.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова:
Сучкова Лариса Иннокентьевна - д.т.н, профессор, li.suchkova@yandex.ru;
Моисеев Семён Геннадьевич - студент, semenmoiseev.2004@mail.ru.

УДК 004.047; 004.67

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ ПРАВИЛ

А.А. СЕЦКО, Л.И. СУЧКОВА

Аннотация: Статья посвящена разработке программного обеспечения для анализа зависимости результатов обучения студентов от различных факторов на основе экспертных правил с применением методов нечеткой логики. Предложено решение, включающее модуль синтаксического анализа лингвистических правил, механизм фаззификации образовательных показателей и алгоритм нечеткого вывода. Реализовано приложение с графическим интерфейсом для верификации гипотез преподавателей. Тестирование подтвердило эффективность системы для выявления скрытых закономерностей в учебных данных.

Ключевые слова: нечеткая логика, прогнозирование успеваемости, экспертные правила, фаззификация, образовательная аналитика.

FORECASTING STUDENT LEARNING OUTCOMES USING A FUZZY RULE-BASED

A.A. Setsko, L.I. Suchkova

Abstract: This paper presents a software solution for analyzing student learning results based on expert rules using fuzzy logic methods. The system includes a linguistic rule parser, fuzzification module for educational metrics, and a fuzzy inference algorithm. An application with a graphical interface was implemented to verify teachers' hypotheses. Testing confirmed the system's effectiveness in identifying hidden patterns in educational data.

Keywords: fuzzy logic, academic performance forecasting, expert rules, fuzzification, educational analytics.

Введение

Для каждого обучающегося в образовательной организации имеется объемный массив разнородных данных, относящихся как к учебной, так и внеучебной деятельности. Для управления образовательными траекториями студентов важно выявить закономерности влияния на успеваемость различных факторов. Анализ успеваемости студентов сопряжен с обработкой разнородных данных: количественных (баллы, посещаемость) и качественных (активность, мотивация). Однако традиционные статистические методы часто не учитывают неопределенность и субъективность таких показателей. Нечеткая логика, предложенная Л. Заде [1], позволяет формализовать экспертные знания в виде лингвистических правил.

Цель работы — разработка программного комплекса для верификации гипотез на данных о внеучебной и учебной деятельности студентов. Решаемые задачи:

1. Формализация лингвистических переменных.
2. Разработка способа хранения информации о термах лингвистических переменных, синтаксиса и семантики анализа правил описания взаимосвязи нечетких данных.
3. Проектирование архитектуры системы с модулем интерпретации правил.

Методы и алгоритмы

Лингвистические переменные описываются термами (*низкий, средний, высокий*) с функциями принадлежности трапецевидного типа (рис. 1) [2,3].

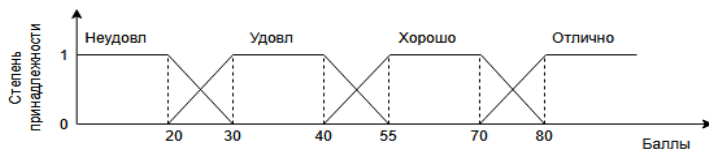


Рисунок 1 - Функции принадлежности для переменной "Средний балл"

Для показателя "Посещаемость_за_аттестацию_5" термы задаются пороговыми значениями:

- *Неудовлетворительно*: [0, 0, 20, 30]
- *Удовлетворительно*: [20, 30, 40, 55]
- *Хорошо*: [40, 55, 70, 80]
- *Отлично*: [70, 80, 100, 100]

Фаззификация входных данных преобразует четкие значения (например, 65%) в степени принадлежности: $\mu_{\text{средняя}}(x) = 0.8$, $\mu_{\text{высокая}}(x) = 0.2$.

Архитектура системы

Программный продукт (рис. 2) включает:

- Модуль предобработки: загрузка данных из CSV/БД, нормализация.
- Движок правил: синтаксический анализатор условий вида: "ЕСЛИ <условие> ТО <вывод>".
- FuzzyEngine: расчет степеней принадлежности.
- Визуализатор: отображение результатов в виде диаграмм.

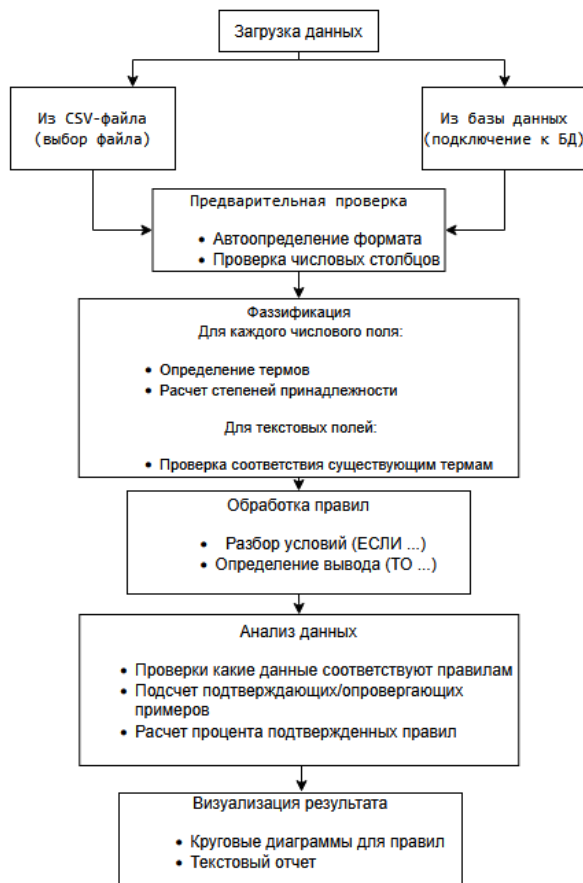


Рисунок 2 - Схема взаимодействия модулей

Алгоритм работы включает следующие методы:

1. Синтаксический анализ:
 - Разделение правила на условия и вывод.
 - Валидация операторов (>, =, И, ИЛИ).
2. Фаззификация:
Для каждого значения x вычисляется $\mu(x)$ по кусочно-линейной зависимости.
3. Нечеткий вывод:
 - Активация правил: $\min(\mu_1(x), \mu_2(x))$ для оператора И.
 - Агрегация результатов: объединение выходных термов.

- Дефаззификация: метод центра тяжести.

Приложение разработано на Python с использованием PyQt5 для реализации графического интерфейса (рис. 3), Pandas для обработки табличных данных и Matplotlib для визуализации анализа данных [4].

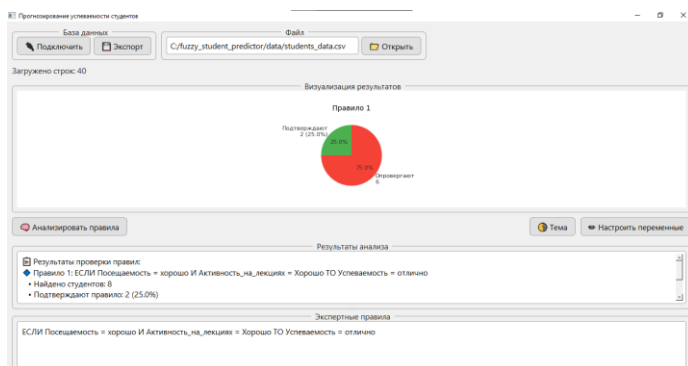


Рисунок 3 - Интерфейс приложения

Пример работы:

Для правила **"ЕСЛИ посещаемость = Хорошо И Активность_на_лекциях = Хорошо ТО Успеваемость = Отлично"** на данных 40 студентов:

- Подтверждено: 8 случаев (степень истинности > 0.6).
- Опровергнуто: 6 случая.
- Точность прогноза: 25.0%.

Заключение

Разработанное программное обеспечение позволяет:

1. Формализовать экспертные знания в виде интерпретируемых правил.
2. Верифицировать гипотезы на исторических данных.
3. Визуализировать корреляции между показателями.

Источники информации:

1. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем // Proc. IEEE. 1962. Vol. 51. P. 89–94.
2. Афанасьева М.В. Нечеткие множества в экономических моделях. М.: МГУ, 2011. 154 с.
3. Mendel J.M. Fuzzy Logic Systems for Engineering // IEEE Trans. Fuzzy Systems. 1995. Vol. 3(3). P. 344–358.

4. PyQt5 Reference Guide [Электронный ресурс]. URL: <https://www.riverbankcomputing.com/static/Docs/PyQt5> (дата обращения: 10.06.2025).

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова:
Сецко Андрей Алексеевич, студент, e-mail: asezco8@gmail.com; **Сучкова Лариса Иннокентьевна**, д.т.н., профессор кафедры ИВТиИБ.

5 ЭЛЕМЕНТЫ, УСТРОЙСТВА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

УДК 004.9

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

А.С. БЕССОНОВ, С.О. ФИЛЯЕВ

Аннотация: рассматриваются особенности расчета коэффициента нелинейных искажений, определяемого при контроле качества усилителей и генераторов гармонических сигналов. Описываются разработанный в среде LabVIEW виртуальный прибор и пример его использования.

Ключевые слова: электронное устройство, контроль качества, гармонический сигнал, коэффициент нелинейных искажений, среда NI LabVIEW

VIRTUAL INSTRUMENT FOR CALCULATION OF THE TOTAL HARMONIC DISTORTION

A.S. Bessonov, S.O. Filyaev

Abstract: The calculating of the total harmonic distortion, determined during quality control of a harmonic signals amplifiers and generators, are considered. The corresponding LabVIEW virtual instrument and an example of its use are described.

Keywords: electronic device, quality control, harmonic signals, total harmonic distortion, NI LabVIEW environment

Контроль качества таких электронных устройств, как усилители и генераторы гармонических сигналов, проводится путем проведения измерительного эксперимента, и по полученным данным рассчитывается *коэффициент нелинейных искажений* (КНИ) [1]. По значению КНИ можно принимать решение о годности или негодности этих электронных устройств к использованию.

Для проведения измерений создаются автоматизированные стенды и системы, для создания программного обеспечения которых часто используется среда графического программирования NI LabVIEW. Она имеет ряд несомненных преимуществ по сравнению с другими средами программирования [2]. Для расчета КНИ необходимо создать соответствующую функцию, оформленную в среде LabVIEW в виде *виртуального прибора* (ВП). Этот ВП в дальнейшем можно будет многократно использовать в различных прикладных программах.

А.С. Бессонов, С.О. Филяев

Целью работы является создание и проверка работоспособности ВП, который предназначен для расчета КНИ на основе экспериментальных данных, полученных от объекта контроля.

Формула для расчета КНИ имеет вид [1]:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{m=2}^M V_m^2}}{V_1}, \quad (1)$$

где THD , % – *Total Harmonic Distortion*, КНИ, выраженный в процентах; V_1 – основная (первая) гармоника; V_i – гармонические составляющие измерительного сигнала с номерами i ; M – количество гармоник измерительного сигнала, учитываемых при расчете КНИ.

Для определения значений V_i необходимо произвести преобразование Фурье полученного от объекта контроля измерительного сигнала U . В среде LabVIEW для этого есть функция быстрого преобразования Фурье FFT (*Fast Fourier Transform*) [2] (рис. 1).

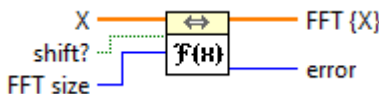


Рисунок 1 – Функция быстрого преобразования Фурье

На вход функции FFT поступает массив отсчетов измерительного сигнала U , а на ее выходе формируется соответствующий спектр V . Из спектра V далее выделяются гармонические составляющие, необходимые для расчета КНИ по формуле (1).

Лицевая панель и блок-диаграмма ВП приведены соответственно на рис. 2 и рис. 3.

Данные U , выраженные в вольтах, могут загружаться из ВП более высокого уровня или из файла. Они отображаются на графическом экране *Input* (рис. 2).

Кроме того, должна быть указана частота дискретизации сигнала $\#s$. Зная объем массива U и частоту дискретизации $\#s$ в дальнейшем определяются шаг h (в единицах Гц), с которым отображается спектр V . Здесь же производится перевод вычисленных гармоник в вольты [2].

Спектр вычисляется с помощью ВП FFT , который настраивается в режим работы *Real FFT*. Полученный массив спектра V отображается на графическом экране FFT (рис. 2).

Виртуальный прибор для расчета коэффициента нелинейных искажений

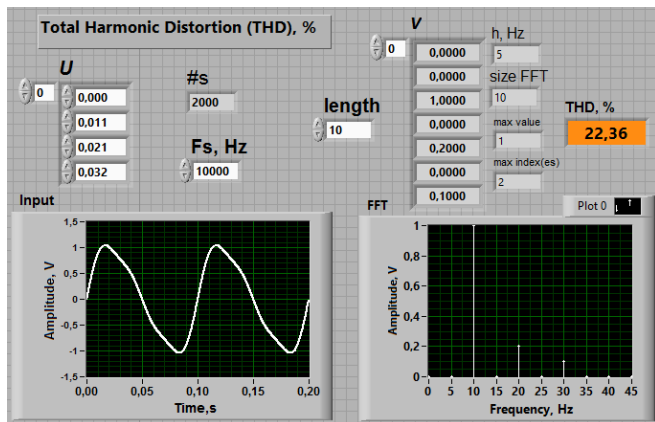


Рисунок 2 – Лицевая панель виртуального прибора для расчета коэффициента нелинейных искажений

На экране *FFT* (на частоте 10 Гц) наибольшее значение имеет основная гармоника V_1 . Гармоники более высоких порядков в приведенном примере имеют значительную величину, поскольку анализируемый измерительный сигнал U сильно искажен (см. графический экран *Input* на рис. 2).

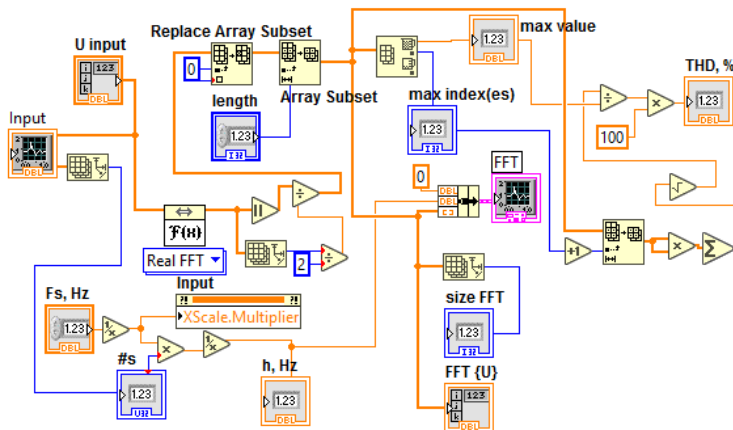


Рисунок 3 – Блок-диаграмма виртуального прибора для расчета коэффициента нелинейных искажений

Для вычисления КНИ основная гармоника и гармоники высоких порядков выделяются и подставляются в формулу (1), программную А.С. Бессонов, С.О. Филяев

реализацию которой можно видеть в составе блок-диаграммы на рис. 3. В результате рассчитанный КНИ отображается на индикаторе *THD*, %. Этот индикатор выделен на лицевой панели (рис. 2) оранжевым цветом.

Рассчитанный КНИ в приведенном примере имеет высокое значение – 22,36%. Это объясняется значительными искажениями измерительного сигнала (см. рис. 2). При реальном контроле такое значение КНИ означает негодность электронного устройства к использованию. Однако на занятиях со студентами однозначно полезно изучить большие и малые искажения гармонических сигналов и рассчитать соответствующие значения КНИ.

Выводы. В результате проделанной работы был разработан LabVIEW виртуальный прибор, выполняющий расчет коэффициента нелинейных искажений гармонического сигнала. Авторами была проведена успешная проверка работоспособности виртуального прибора. Результаты работы можно применить при проведении научных и прикладных исследований, в производственном процессе контроля электронных изделий, а также при обучении студентов технических вузов.

Источники информации

1. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике / Под ред. В.П. Дьяконова. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 688 с.
2. Суранов А.Я. LabVIEW 8.2: справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 536 с.

Сведения об авторах:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет»: **Бессонов Алексей Станиславович** - к. т. н., доцент, bessonov@mirea.ru; **Филяев Сергей Олегович** – магистрант второго года обучения, s.filyaev@mail.ru

УДК 004.9; 534.442

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СОЗДАНИЯ MIDI ФАЙЛОВ ИЗ АУДИО ПОТОКОВ

А.Н. ТУШЕВ, Н.Д. КРОТОВ

Аннотация: в работе описывается разработка приложения для автоматического создания MIDI файлов из аудио потоков. Также разбираются алгоритмы, которыми производится транскрипция.

Ключевые слова: автоматическая транскрипция аудио, MIDI, спектральный анализ музыки

APPLICATION DEVELOPMENT FOR AUTOMATIC MIDI-FILE GENERATION FROM AUDIO STREAMS

A.N. Tushev, N.D. Krotov

Abstract: the work describes a development of an application for automatic MIDI-file generation from audio streams. Also, the algorithms used to perform transcription are analyzed.

Keywords: automatic audio transcription, MIDI, spectral audio analysis

Музыка занимает важное место в жизни современного человека, оказывая значительное влияние на его эмоциональное состояние, продуктивность и общее благополучие. Прослушивание музыки, игра на музыкальных инструментах, сочинение своих произведений, анализ чужих композиций являются диалогом между создателем и потребителем. С развитием информационных технологий и распространением информации всё больше людей получают возможность как слушать, так и создавать свою музыку.

И начинающие, и опытные музыканты обычно играют музыку по записанному кем-то вручную нотным транскрипциям, но большинство транскрипций написаны только для популярных произведений и могут быть платными или защищенными авторскими правами.

Целью работы является разработка приложения, преобразующего входной аудиофайл в MIDI файл, наиболее точно отображающий ноты, звучащие в музыке.

Были исследованы существующие продукты, соответствующие теме, такие как Melodyne, Piano2Note, NeuralNote и были выделены требования к проекту. Программа должна иметь возможность выбора алгоритма определения нот из аудиофайла, настройки чувствительности алгоритма, прослушивания результата работы параллельно с входным файлом и изменения полученной MIDI дорожки, путем добавления, удаления или изменения полученных нот.

А.Н. Тушев, Н.Д. Кротов

Для работы с MIDI файлами и устройствами была выбрана библиотека DryWetMidi[1], для аудиопотоков – NAudio[2].

Для выполнения транскрипции были выбраны следующие алгоритмы:

1. Преобразование Фурье (Fourier Transform)[3]

Быстрое Фурье-преобразование (FFT): используется для преобразования временного сигнала в частотное представление. Это основной метод для анализа спектра аудио сигнала.

Кратковременное Преобразование Фурье (STFT) - это вариация FFT, которая раскладывает сигнал на последовательность локализованных во времени спектров, полученных с помощью оконного преобразования Фурье. Простой алгоритм, который используют и другие алгоритмы, а также с его помощью происходит реализация спектрограммы. Вычисляется по следующей формуле:

$$STFT\{x(t)\}(\tau, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)w(t - \tau)e^{-j\omega t}dt$$

где:

- $x(t)$ — исходный сигнал
- $w(t - \tau)$ — окно (обычно Хэмминга или Ханна)
- ω — частота
- τ — текущая временная позиция

Окно проходит по сигналу с шагом hopsize и к каждому сегменту применяется FFT.

2. Констант-Q-преобразование (CQT)[4]

CQT работает как STFT, но частотные полосы расположены логарифмически, что более соответствует музыкальной шкале. CQT вычисляется с фильтрами разной длины для каждой частоты. Алгоритм имеет большую вычислительную сложность.

Период каждой полосы:

$$Q = \frac{f_k}{\Delta f_k}$$

Где f_k — центральная частота, а Δf_k — ширина полосы.

Длина окна:

$$N_k = Q * \frac{F_s}{f_k}$$

F_s — частота дискретизации

3. Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)[5]

Применяет мел-фильтры к спектру сигнала, моделируя особенности человеческого слуха, и использует дискретное косинусное преобразование. Хорошо работает для распознавания тембра и устойчив к шумам, но может терять детали гармонической структуры.

А.Н. Тушев, Н.Д. Кротов

Применение мел-фильтров

- 1) STFT преобразование сигнала
- 2) Применение Mel-шкалы:
$$f_{mel} = 2595 * \log_{10}(1 + 700f)$$
- 3) Пропуск через треугольные фильтры в Mel-области
- 4) Вычисление логарифма энергии
- 5) Дискретное косинусное преобразование:

$$c_n = \sum_{k=1}^K \log(S_k) * \cos \left[\frac{\pi n(k - 0.5)}{K} \right]$$

Где S_k — энергия в k-м Mel-фильтре

4. Hidden Markov Models (HMM)[6]

HMM – это вероятностная модель, описывающая скрытые состояния. Анализирует хроматограмму и использует алгоритм Витерби для определения последовательности тональностей. Сложный алгоритм, который учитывает музыкальный контекст при определении нот, предпочитая ноты, входящие в текущую тональность, что делает его эффективным для полифонической музыки.

- 1) Вычисляется STFT и по её результатам заполняется хроматограмма, описывающая все ноты октавы.
- 2) В текущем фрейме вычисляется вероятность соответствия его одной из тональностей.
- 3) Алгоритм Витерби находит наиболее вероятную последовательность тональностей
- 4) Для каждого фрейма вычисляется тональность, ноты входящие в неё получают больший вес и выбирается количество нот равное настроенной полифонии
- 5) Для ноты вычисляется её октава.

5. Анализ гармонических компонентов

Harmonic-Percussive Source Separation (HPSS)[7]: Метод для разделения гармонических и перкуссионных компонентов сигнала. Можно применять в комбинации с другими алгоритмами для более точного извлечения нот.

После вычисления STFT, полученный результат проходит медианное сглаживание по времени и по частоте

$$H(t, f) = \text{median}(S(t + \Delta t, f))$$
$$P(t, f) = \text{median}(S(t, f + \Delta f))$$

если $H(t, f) > P(t, f)$ – гармоническое, иначе перкуссионное

Простой алгоритм, позволяющий избавиться от ненужных звуков и сделать другие алгоритмы точнее.

Было разработано приложение на языке C# с применением Windows Forms для создания дизайна интерфейса. На рис. 1 изображен интерфейс главного окна приложения, позволяющий с помощью проводника Windows загрузить аудиофайл для обработки.

После загрузки файла выводится полученная спектрограмма и можно выбрать необходимый алгоритм и его настройки: диапазон частот, размер полифонии, чувствительность и темп.

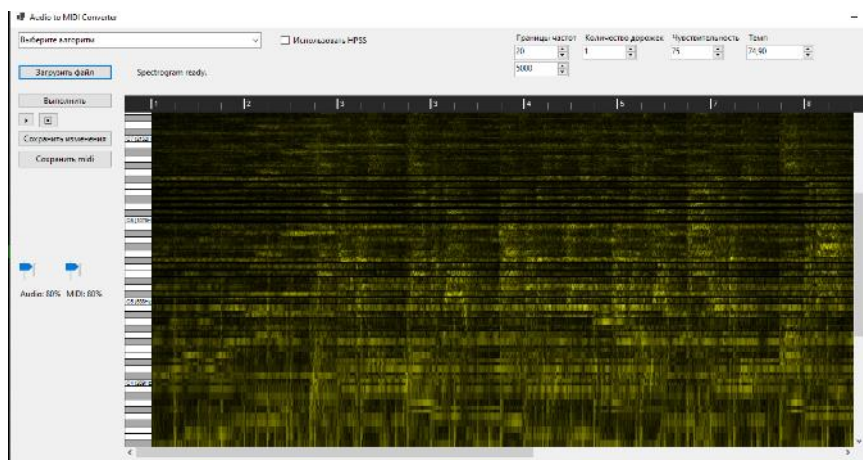


Рисунок 1 – Окно приложения после загрузки аудио

Нажатие на кнопку «Выполнить» начинает работу алгоритма и на спектрограмме появляются определенные ноты. Полученную последовательность нот можно редактировать и экспортировать в формате MIDI.

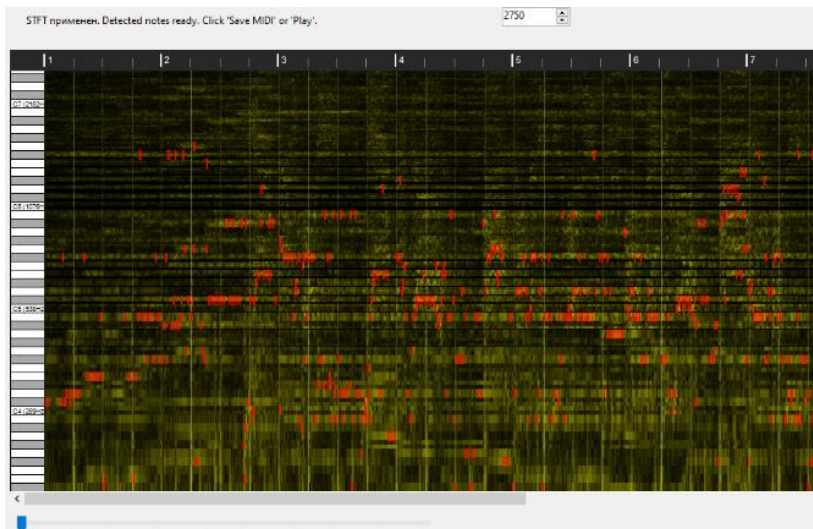


Рисунок 2 – Результат работы алгоритма

Выводы. Разработанное приложение способно из входного аудиофайла вычислить последовательность MIDI нот, визуально их отобразить и экспортировать в файл.

Источники информации

1. Melanchall.DryWetMIDI [Электронный ресурс] / GitHub. – Режим доступа: <https://github.com/melanchall/drywetmidi> (дата обращения: 20.04.2025).
2. NAudio [Электронный ресурс] / GitHub. – Режим доступа: <https://github.com/naudio/NAudio> (дата обращения: 20.04.2025).
3. Фирсова С.А., Мелешкин А.А. Разработка системы для автоматического распознавания аккордовой последовательности в цифровых аудиофайлах // Огарёв-online. - 2021. - Т. 9. - №12. doi: 10.15507/огарёв-online.v9i12.279427
4. Puckette M., Brown J. An efficient algorithm for the calculation of a con-stant Q transform. // Journal of the Acoustical Society of America. – 1992. – pp. 2698-2701. – DOI: 10.1121/1.404385.
5. Zheng F., Zhang G., Song Z. Comparison Of Different Implementations Of MFCC // Computer Science & Technology, vol. 16(6) – 2001. – pp. 582-589. – DOI: 10.1007/BF02943243

6. Takeda H., Saito N., Otsuki T., [и др.]. Hidden Markov model for automatic transcription of MIDI signals // 2003. – pp. 428-431. – DOI: 10.1109/MMSP.2002.1203337.

7. Fitzgerald, Derry. Harmonic/Percussive Separation using Median Filtering // 13th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-10). – 2010. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/254583990_HarmonicPercussive_Separation_using_Median_Filtering (дата обращения: 20.04.2025).

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: **Тушев Александр Николаевич** - к.т.н, доцент, tushev51@mail.ru; **Кротов Никита Дмитриевич** - студент, nikz1999@mail.ru.

УДК 004.774.6

РАЗРАБОТКА WEB-САЙТА ДЛЯ МАГАЗИНА ТОВАРОВ ИЗ АЗИИ

А.Д. АРТЕМЕНКО, А.А. ГРЕБЕНЬКОВ

Аннотация: в работе описывается создание web-сайта для магазина товаров из Азии. Приводятся результаты работы созданного сайта.

Ключевые слова: разработка сайта, успешная компания, интернет-магазин, автоматизация работы

DEVELOPMENT OF A WEBSITE FOR THE ASIAN GOODS STORE

A.D. Artemenko, A.A. Grebenkov

Abstract: the work describes the creation of a website for a store of goods from Asia. The results of the work of the created site are given.

Keywords: website development, successful company, online store, automatic of work

В современном цифровом мире магазины часто пытаются привлечь более широкую аудиторию, увеличить свою популярность и потребность у клиентов, выделиться среди конкурентов. Также владельцы бизнеса стремятся автоматизировать работу, как самого магазина, так и сотрудников. Web-сайт позволит привлечь аудиторию, повысить авторитет среди конкурентов, а также централизованно хранить и управлять всей необходимой информацией о клиенте, включая их персональные данные, актуальные заказы.

Целью работы является разработка web-сайта для магазина азиатских товаров «Нейт&Ёши», обеспечивающего удобный процесс выбора товаров и оформления заказов.

Для разработки была выбрана среда Visual Studio Code на базе Microsoft [1]. VS code имеет множество преимуществ таких, как быстрая, огромное количество расширений и встроенных инструментов, что делает его универсальным. Для разработки frontend выбран framework Vue.js и языки HTML, CSS, для backend выбран framework Node.js и языки JavaScript [2-4].

Карта созданного сайта, представлена на рис. 1, где показаны всевозможные переходы между страницами.

Была создана база данных, ее цель - хранить и управлять данными о клиентах, товарах, заказах и других аспектах работы магазина товаров из Азии. База данных была создана с помощью пользовательского инструмента phpMyAdmin [5], у него удобный графический интерфейс и есть встроенные инструменты, поэтому в процессе анализа суще-

А.Д. Артеменко, А.А. Гребеньков

ствующих решений, выбор был сделан в пользу него. В итоге были созданы 10 таблиц: users, cart, cart_products, products, categories, orders, orders_items, promotions, promotions_users и reviews. С их помощью осуществляется вся логика сайта.



Рисунок 1 – Карта сайта

На рис. 2 изображена главная страница web-сайта, где отображен лозунг магазина, также имеется меню для перехода на другие страницы и авторизации пользователя или регистрации.

В разделе меню «О нас» представлена информация о магазине, с предлагаемой продукцией.

В разделе «Магазин» представлены актуальные товары с подробной информацией и разделением на категории.

В разделе «Акции» пользователь может ознакомиться с актуальными предложениями.

В разделе «Контакты» представлена информация о графике работы и месторасположении магазинов, также номер телефона и почта для связи.

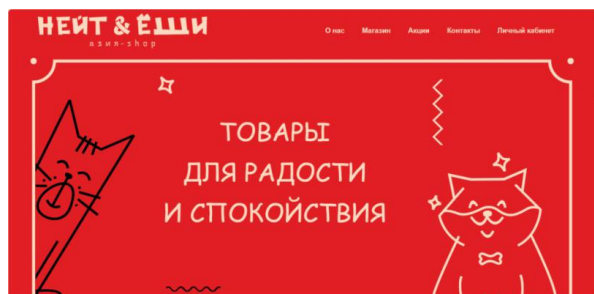


Рисунок 2 – Главная страница магазина

После авторизации пользователь попадает в личный кабинет, он представлен на рис. 3. В личном кабинете отображена личная и контактная информация пользователя, а также появляются такие разделы, как «Мои заказы», «Корзина», «Мои отзывы» и кнопка «Выход».

В разделе «Мои заказы» пользователь может отслеживать статус своего актуального заказа и видеть уже завершённые заказы, а также просматривать детали абсолютно каждого заказа.

В разделе «Корзина» находятся добавленные пользователем товары, здесь же есть возможность оформления заказа.

В разделе «Мои отзывы» размещена форма обратной связи с магазином, где пользователи могут оставить свои отзывы, здесь же можно просмотреть предыдущие отзывы.

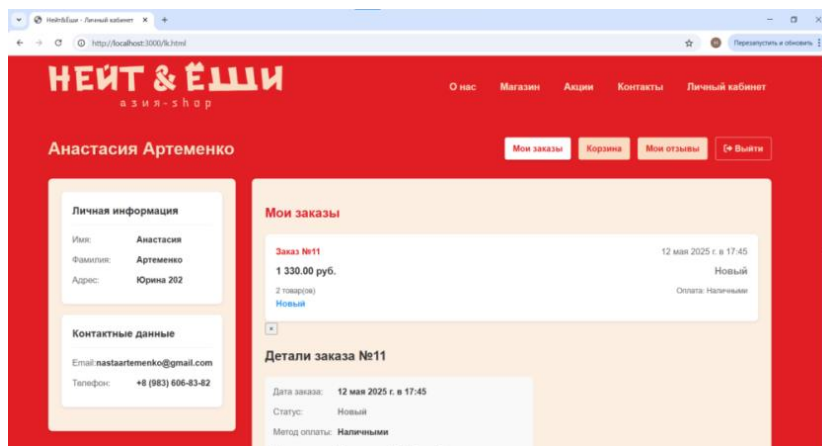


Рисунок 3 – Личный кабинет

Разработка подразумевала разделение на frontend и backend. Frontend хранит в себе: стилизацию – css, саму структуру сайта – html, используемые картинки – png, js-файлы для взаимодействия. Backend хранит в себе: главный серверный файл server.js, конфигурацию проекта package.json, переменные окружения .env.

Выводы. В итоге был разработан web-сайт для магазина «Нейт&Ёши», создан адаптивный и удобный интерфейс с главной страницей и разделами «О нас», «Магазин», «Акции», «Контакты», «Личный кабинет». Реализована корзина товаров, система оформления заказов, а также возможность обратной связи.

В качестве средств разработки использовались Vue.js – фронтенд, Node.js – бэкенд и PhpMyAdmin – управление базой данных, что обеспечило гибкость и производительность.

Источники информации

1. Documentation for Visual Studio Code: официальный сайт. – URL: <https://code.visualstudio.com/docs> (дата обращения 19.01.2025).
2. Vue.js: официальный сайт. – URL: <https://ru.vuejs.org/> (дата обращения 17.02.2025).
3. Руководство по Node.js: официальный сайт. – URL: <https://metanit.com/web/> (дата обращения 17.02.2025).
4. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5, 4-е изд. [Текст] / Робин Никсон. — Пер. с англ. — Санкт-Петербург: Питер, 2017. — 768 с
5. Документация phpMyAdmin: официальный сайт. – URL: <https://php-myadmin.ru/doc/ability/> (дата обращения 29.03.2025).

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова: Артеменко Анастасия Данииловна – студент, nastaartemenko161@gmail.com, Гребеньков Александр Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент каф. ИВТиИБ, gr_a_al@mail.ru

УДК 004.774.6

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОЙЦОВ И ШТАБА СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДОВ АЛТГТУ

П.О. БЕРНГАРДТ, А.А. ГРЕБЕНЬКОВ

Аннотация: В работе описывается web-приложение, предназначенное для автоматизации взаимодействия между бойцами и штабом студенческих отрядов АлтГТУ. Приводятся результаты тестирования разработанного сайта.

Ключевые слова: разработка сайта, автоматизация взаимодействия, управление задачами, молодёжные организации.

DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR INTERACTION BETWEEN MEMBERS AND HEADQUARTERS OF STUDENT TEAMS AT ALTSTU

P.O. Bergardt, A.A. Grebenkov

Abstract: The work describes a web application designed to automate interaction between members and headquarters of student teams at AltSTU. The results of testing the developed website are presented.

Keywords: website development, interaction automation, task management, youth organizations.

В современном цифровом обществе веб-приложения играют ключевую роль в решении организационных задач и повышении эффективности коммуникации. Одной из таких задач является координация между бойцами и штабом студенческих отрядов, где часто возникают сложности с документооборотом, организацией мероприятий и оперативным информированием.

Целью работы является разработка веб-приложения для автоматизации взаимодействия внутри студенческих отрядов АлтГТУ, обеспечивающего учёт документов и их централизованное хранение, учёт посещаемости мероприятий, быстрый доступ к последним новостям организации и сообщениям с информацией от штаба. Для реализации проекта использовалась среда разработки Visual Studio Code[1], обеспечивающая удобный интерфейс и высокую скорость работы.

Для сайта был разработан граф переходов, показывающий все возможные перемещения по страницам web-приложения (рис. 1).

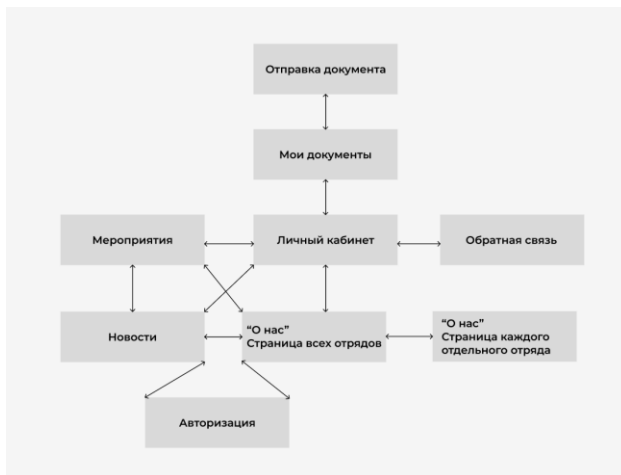


Рисунок 1 – Граф переходов

Далее была разработана главная страница сайта, представляющая собой страницу новостей. При создании страницы для клиентской части использовались языки HTML и CSS [2], для серверной JavaScript[3], а так же был использован фреймворк Vue.js[4] (рис. 2).

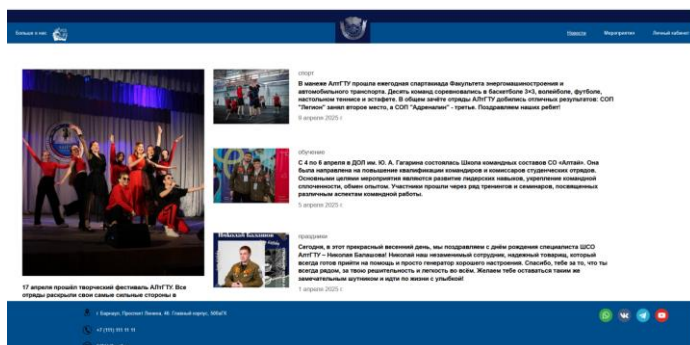


Рисунок 2 – Главная страница сайта

Для удобной реализации всех функций был разработан личный кабинет пользователя (рис. 3-4).

Разработка web-приложения для взаимодействия бойцов и штаба студенческих отрядов АлтГТУ



Рисунок 3 – Личный кабинет, версия бойца

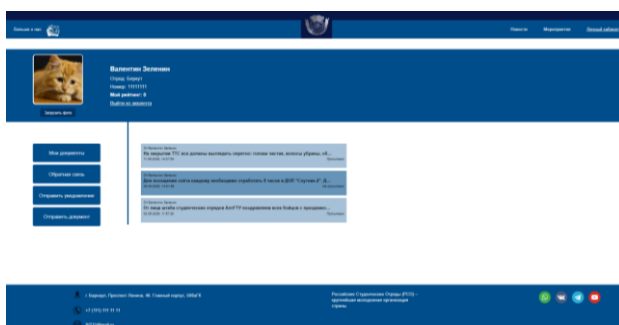


Рисунок 4 – Личный кабинет, версия администратора

В ходе работы была спроектирована база данных, хранящая в себе всю необходимую информацию [5] (рис. 5)

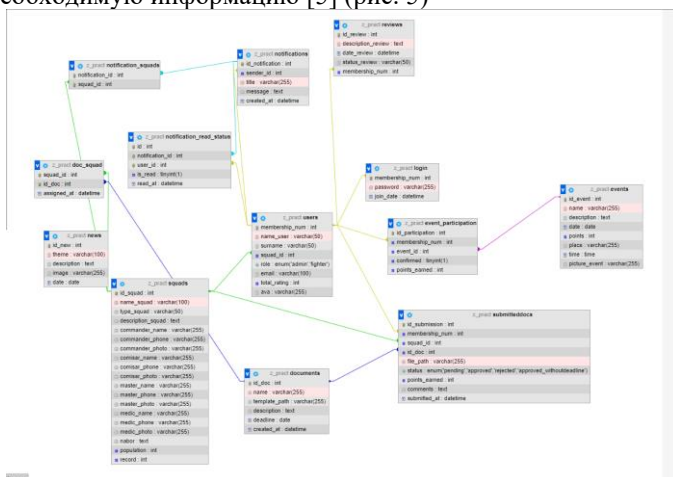


Рисунок 5 – Модель базы данных

П.О. Бернгардт, А.А. Гребеньков

Выводы. С использованием современных технологий веб-разработки было создано специализированное приложение для взаимодействия участников студенческих отрядов АлтГТУ. В разработанном сайте реализованы все функции необходимые для удобной автоматизации работы студенческих отрядов АлтГТУ, а так же разработана база данных, позволяющая удобно хранить все необходимые данные.

Источники информации

1. Microsoft Visual Studio. [Электронный ресурс] URL: <http://www.kogorta.ru/novostipo/visualstudiocode.html> (дата обращения 12.06.2024).

2. Официальная документация MDN Web Docs по HTML [электронный ресурс]: Официальный сайт. – <https://developer.mozilla.org>. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/HTML>(дата обращения: 12.06.2024). – Текст: электронный

3. Vue.js: Документация. — Режим доступа: <https://ru.vuejs.org/guide/introduction.html/> (дата обращения: 12.06.2024). — Текст: электронный.

4. Официальная документация MDN Web Docs по JavaScript [электронный ресурс]: Официальный сайт. — <https://developer.mozilla.org>. — Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript>(дата обращения: 12.06.2024). – Текст: электронный.

5. Введение в СУБД MySQL: учебное пособие / — 2-е изд. — Москва: ИНТУИТ, 2016. — 228 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100713> (дата обращения: 12.06.2024). – Режим доступа: Лань: электронно-библиотечная система.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова: Бернгардт Полина Олеговна – студент, Polinna_B@mail.ru, Гребеньков Александр Александрович – кандидат физикоматематических наук, доцент каф. ИВТиИБ, gr_a_al@mail.ru

УДК 378.147

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ОРГАНАЙЗЕРА СТУДЕНТА ДЛЯ УЧЕБНОЙ И ВНЕУЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С.Г. МОИСЕЕВ, Л.И. СУЧКОВА

Аннотация: в работе описана разработка приложения, помогающего студентам планировать распорядок дня с учётом учебных и внеучебных активностей.

Ключевые слова: разработка приложения, планирование распорядка дня.

DEVELOPMENT A STUDENT'S ELECTRONIC ORGANIZER FOR ACADEMIC AND EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

S.G. Moiseev, L.I. Suchkova

Abstract: the paper describes the development of an application that helps students plan their daily routine, taking into account academic and extracurricular activities.

Keywords: development design, daily routine planning.

В условиях высокой учебной нагрузки и необходимости эффективного тайм-менеджмента возрастает потребность в цифровых инструментах для организации студенческой деятельности. Учебный процесс, совмещённый с внеучебной активностью, требует чёткого планирования, но универсальные приложения часто не учитывают специфику студенческой жизни [1, 2].

Целью работы является разработать удобное приложение, в котором будут представлены интуитивно понятный и удобный интерфейс для создания, редактирования и отслеживания задач, а также обеспечивать ряд дополнительных возможностей, таких как категоризация задач, установка сроков и приоритетов, напоминания и интеграция с календарем.

Структура каталога приложения представлена на рис. 1 и 2.

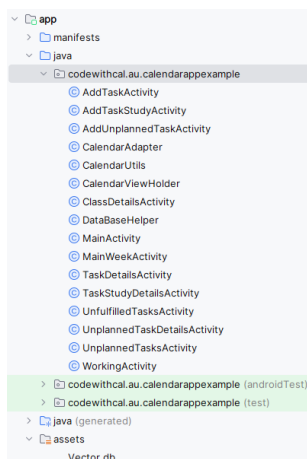


Рисунок 1 – Структура каталога разрабатываемого приложения

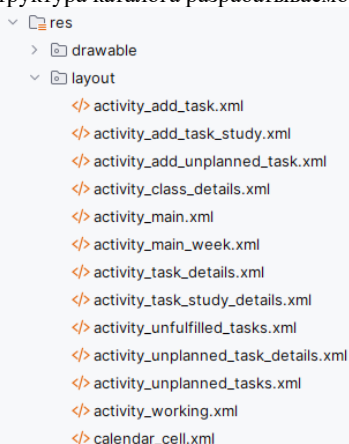


Рисунок 2 – Структура каталога разрабатываемого приложения

Для работы с базой данных был создан файл DataBaseHelper.java. Взаимодействие приложения с СУБД ведется посредством созданных функций. Сохранение новой задачи в базе данных отражено на рис. 3.

Вывод информации из базы данных происходит после SQL-запроса и записи ее в курсор. Из курсора информация записывается в массив в момент прохода цикла, с помощью функции «get».

Вывод информации в элементы интерфейса происходит через создание адаптера (рис. 4).

Разработка электронного органайзера студента для учебной и внеучебной деятельности

```
public void SaveNewTask(View view) { 2 usages
    builder.setTitle("Создание задачи")
    .setMessage("Вы действительно хотите создать задачу с такими данными?")
    .setCancelable(true)
    .setPositiveButton(текст: "Да", new DialogInterface.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) { //Переход на страницу с расписанием этой группы
            databaseHelper = new DataBaseHelper(getApplicationContext());
            databaseHelper.create_db(); //Создаем базу данных
            db = databaseHelper.open();

            ContentValues cvTask = new ContentValues();
            cvTask.put("title_task", editTextTitle.getText().toString());
            cvTask.put("details_task", editTextDescription.getText().toString());
            if(election_dateTime) {
                cvTask.put("date", selectedDay + " " + selectedMonth + " " + selectedYear);
                cvTask.put("time", selectedHour + ":" + selectedMinute);

                if(the_past) { cvTask.put("id_type", 2); }
                else { cvTask.put("id_type", 1); }
            }
            else {
                cvTask.put("date", NULL);
                cvTask.put("time", NULL);
                cvTask.put("id_type", 3);
            }

            cvTask.put("id_priority", spinnerPriority.getSelectedItemId() + 1);
            cvTask.put("id_status", 1);
            db.insert(таблица: "task", nullColumnHack: null, cvTask);

            userCursor = db.rawQuery( sql: "SELECT last_insert_rowid();", selectionArgs: null);
            userCursor.moveToFirst();
            int idTask = userCursor.getInt( columnIndex: 0);

            ContentValues cvSchedule = new ContentValues();
            cvSchedule.put("study", 0);
            cvSchedule.put("id_task", idTask);
            db.insert(таблица: "schedule", nullColumnHack: null, cvSchedule);

            db.close();
            startActivity(new Intent( packageContext: AddTaskActivity.this, MainWeekActivity.class));
        }
    });
}
```

Рисунок 3 – Функция создания записи в БД о новой задаче

```
ArrayAdapter<String> adapter = new ArrayAdapter<>{ context: this, android.R.layout.simple_list_item_1, arrayList};
adapter.setDropDownViewResource(android.R.layout.simple_list_item_1);
scheduleList.setAdapter(adapter);
```

Рисунок 4 – Вывод информации из массива в GUI интерфейс

В приложении реализованы проверки корректности выполняемых действий, например, проверка занятости времени из базы данных для выбранной пользователем даты и времени старта новой задачи (рис. 5).

```
cursorTask = db.rawQuery( sql: "SELECT * FROM \"task\"" +
    "WHERE date = \"\" + selectedDay + \" \" + selectedMonth + \" \" + selectedYear + \"\" +
    "AND time = \"\" + selectedHour + \":\" + selectedMinute + \"\" ", selectionArgs: null);
cursorTask.moveToFirst();
if(cursorTask.getCount() != 0) {
    builder.setTitle("Создание задачи")
    .setMessage("Задача на установленное время уже существует! Измените время!")
    .setCancelable(false)
    .setPositiveButton(текст: "Ok", new DialogInterface.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {
            dialogInterface.cancel();
        }
    });
    }.show();
}
```

Рисунок 5 – Проверка занятости времени сдачи задачи

На рисунке 6 представлен внешний вид пункта меню «Расписание».

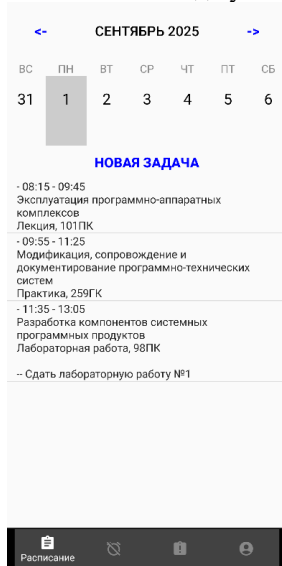


Рисунок 6 – Страница «Расписание»

Для создания новой задачи необходимо нажать кнопку «НОВАЯ ЗАДАЧА», расположенную под календарем. После ее нажатия откроется окно создания задачи, где необходимо заполнить поля для ввода (рис. 7).

Заголовок задачи:

Описание задачи:

Дата и время сдачи задачи:

Выбранное время:

ВЫБОР ДАТЫ И ВРЕМЕНИ

Приоритет задачи:

Низкий

СОХРАНИТЬ

Рисунок 7 – Создание новой задачи

Выводы. В ходе разработки электронного органайзера для студентов было создано функциональное приложение, позволяющее эффективно организовывать как учебную, так и внеучебную деятельность. Реализованный инструмент объединяет возможности цифрового планирования, адаптивного тайм-менеджмента, что обеспечивает удобное управление академической нагрузкой и личными задачами.

Источники информации

1. Кузнецов А.А., Симонова И.В. Цифровые инструменты тайм-менеджмента в образовании // Информационные технологии в образовании. – 2022. – № 3(45). – С. 45-52.
2. Чернышев С.В. Разработка программных решений для образовательных целей: методика и практика. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 204 с.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова:
Сучкова Лариса Иннокентьевна - д.т.н, профессор, edu.digit@altgtu.ru; **Моисеев Семён Геннадьевич** - студент, semenmoiseev.2004@mail.ru.

УДК 004.774.6

РАЗРАБОТКА WEB-РЕСУРСА ДЛЯ ФАНАТОВ ТВОРЧЕСТВА Н. ЛЕГОСТЕВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

О.В. ИОНОВ, А.А. ГРЕБЕНЬКОВ

Аннотация: в статье описан процесс разработки web-ресурса для поклонников хип-хоп исполнителя Н. Легостева. Представлена структура сайта, его основные разделы, функционал и используемые технологии: HTML, CSS, JavaScript, PHP и Laravel. Рассмотрена организация базы данных и интеграция компонентов в единую систему.

Ключевые слова: web-ресурс, Laravel, база данных, сайт для фанатов, система управления контентом.

DEVELOPMENT OF A WEB RESOURCE FOR FANS OF N. LEGOSTEV'S WORK USING MODERN WEB TECHNOLOGIES

O.V. Ionov, A.A. Grebenkov

Abstract: the article describes the process of developing a web resource for fans of hip-hop artist N. Legostev. It presents the website structure, its main sections, functionality, and the technologies used: HTML, CSS, JavaScript, PHP, and Laravel. The organization of the database and the integration of components into a unified system are considered.

Keywords: web resource, Laravel, database, fan site, content management system.

В современном мире web-ресурсы играют ключевую роль в объединении сообществ, увлечённых общими интересами. Одной из таких динамичных областей является музыкальная индустрия, в частности хип-хоп культура. В связи с растущей популярностью этого жанра возникает потребность в специализированных онлайн-платформах для фанатов конкретных исполнителей.

Настоящая работа посвящена разработке web-ресурса для фанатов творчества хип-хоп исполнителя Н. Легостева. Этот проект представляет собой многогранную платформу, объединяющую поклонников артиста. Сайт позволяет не только следить за последними новостями, новыми релизами и предстоящими концертами, но и ознакомиться с биографией исполнителя, видеоклипами и музыкальными альбомами. Также реализован магазин мерча.

Целью работы является создание web-ресурса для фанатов Н. Легостева, который станет уникальным информационно-развлекательным пространством.

Используемые технологии

В качестве средств разработки выбраны современные web-технологии:

О.В. Ионов, А.А. Гребеньков

Разработка web-ресурса для фанатов творчества Н. Легостева с использованием современных web-технологий

HTML — язык разметки для структурирования страниц [1];

CSS — язык стилей для оформления внешнего вида [1];

JavaScript — язык для создания динамических элементов;

PHP — серверный язык программирования для генерации динамического контента [2];

Laravel — один из самых популярных и мощных фреймворков для PHP, известный своей производительностью, элегантным синтаксисом и удобными встроенными инструментами [3].

Сегодня у разработчиков есть десятки фреймворков, однако Laravel выделяется своей гибкостью, высокой степенью защищённости от атак, включая SQL-инъекции и межсайтовый скриптинг, интегрированной системой маршрутизации, поддержкой шаблонизатора Blade, миграциями баз данных и инструментами командной строки Artisan.

Благодаря Composer упрощается работа с библиотеками и пакетами, а удобный API и чёткий синтаксис делают разработку максимально комфортной и структурированной [4].

База данных и структура сайта

Для хранения данных используется СУБД MySQL, управляемая через PhpMyAdmin (рис. 1).

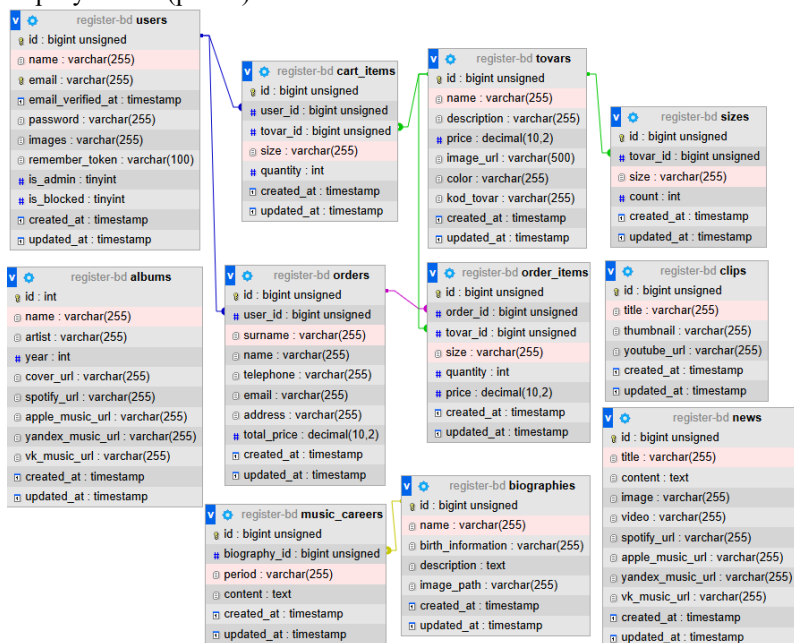


Рисунок 1 – Модель базы данных в дизайнерае phpMyAdmin

Разработка web-ресурса для фанатов творчества Н. Легостева с использованием современных web-технологий

Карта сайта продемонстрирована на рис. 2. Она показывает все возможные переходы между страницами сайта.

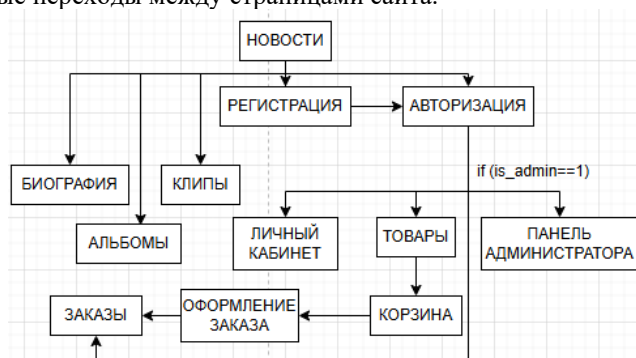


Рисунок 2 – Карта сайта

Каждая страница сайта связана через навигационную панель для удобства переходов между разделами.

На рис. 3 изображена страница «Личный кабинет», на которой отображена навигационная панель, контактная информация и профиль пользователя с возможностью редактирования данных.



Рисунок 3 – Страница «Личный кабинет»

На рис. 4 изображена страница «Клипы» панели администратора. На данной странице реализована возможность добавления, удаления и редактирования данных. Для доступа к панели администратора пользователь должен обладать особыми правами.

Основные функции сайта

На сайте доступно прослушивание треков через официальные стриминговые сервисы, просмотр видеоклипов на YouTube, биография арти-
О.В. Ионов, А.А. Гребеньков

Разработка web-ресурса для фанатов творчества Н. Легостева с использованием современных web-технологий

ста, а также раздел с новостями и интернет-магазин с фирменными товарами. Для управления содержимым реализована панель администратора с возможностью добавления, редактирования и удаления контента.



Рисунок 4 – Страница «Клипы» панели администратора

Выводы. Разработка данного web-ресурса позволила объединить современные web-технологии и инструменты программирования в едином проекте, ориентированном на целевую аудиторию — поклонников творчества Н. Легостева. Созданный сайт представляет собой актуальную и эффективную онлайн-платформу, предназначенную для обеспечения доступа к свежей информации и интерактивному контенту. Он полностью готов к использованию и обладает потенциалом для дальнейшего масштабирования и развития, включая добавление новых функций и интеграций.

Источники информации

1. Беликова С. А., Беликов А. Н. Основы HTML и CSS: проектирование и дизайн веб-сайтов. — Ростов-на-Дону: Изд-во Южного Федерального Университета, 2020.
2. Одиночкина, С. В. Web-программирование PHP : учебно-методическое пособие / С. В. Одиночкина. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2012. — 79 с.
3. Брусов А. С., Тарасов С. О. Использование фреймворка Laravel 5.0 для разработки web-приложений // Современные материалы, техника и технологии. 2015. №3.
4. Стаффер М. Laravel : Полное руководство. 2-е изд. — СПб: Питер, 2020.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова:
Ионов Олег Владимирович – студент, olionf@mail.ru, **Гребеньков Александр Александрович** – кандидат физико-математических наук, доцент каф. ИВТиИБ, gr_a_al@mail.ru.

О.В. Ионов, А.А. Гребеньков

6 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 004.056:373

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.И. КАТРАКОВА, А.И. БОРИСКИНА

Аннотация: в работе рассматриваются облачные сервисы для среднеобразовательных учреждений. Проанализированы основные причины утечек данных в этой инфраструктуре. В результате исследования приведены меры для обеспечения безопасности использования облачных технологий в данном секторе.

Ключевые слова: облачные сервисы, утечка данных, информационная безопасность, образовательные организации

ANALYSING THE SECURITY OF CLOUD SERVICES IN EDUCATION

E.I. Katrakova, A.I. Boriskina

Abstract: the work considers cloud services for secondary educational institutions. The main causes of data leaks in this infrastructure are analysed. As a result of the study, measures are given to ensure the security of cloud technology use in this sector.

Keywords: cloud services, data leakage, information security, educational organisations

На сегодняшний день облачные сервисы пользуются огромной популярностью в сфере образования, предоставляя ученикам и сотрудникам удобные решения для хранения и передачи данных. Благодаря таким онлайн-платформам люди получают доступ к образовательным ресурсам с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Это помогает обеспечить гибкость в обучении, позволяя легко передавать информацию и учебные материалы, а также дистанционно взаимодействовать школьникам и их родителям.

Целью работы является анализ облачных сервисов в сфере общеобразовательных организаций примеров на наличие причин утечки сведений и определение мер их предотвращения.

Облачные системы можно разделить на 3 модели развертывания: частные, публичные и гибридные. Первый тип является инфраструктурой, которая принадлежит организации и находится в собственном или арендованном оборудовании [1]. Из преимуществ этой модели можно выделить возможность полного контроля и обеспечения высокого уровня безопасности данных. Такие виртуальные ресурсы могут

Е.И. Катракова, А.И. Борискина

быть использоваться, например, в негосударственных образовательных организациях, так как развертывание такого облака требует больших экономических затрат и в организации должна быть предсказуемая нагрузка на инфраструктуру.

Публичное облако представляет собой виртуальную инфраструктуру, принадлежащая провайдеру и предоставляемая организации в аренду в объеме, в котором она нуждается. За счет практически неограниченных ресурсов, простого развертывания, стоимости, новизны технических решений компании чаще выбирают именно такую модель онлайн-хранилища. За безопасность данных в публичном облаке отвечает провайдер, а также здесь уже предусмотрено аварийное восстановление.

Также существует гибридная модель развёртывания. Ее применение в данном случае выглядит следующим образом: одна часть инфраструктуры размещена в публичном облаке у провайдера, а другая – в частном облаке организации и обычно содержит конфиденциальные сведения о школе и ее учениках. Таким образом образовательные учреждения могут удобно использовать систему, сочетая преимущества двух моделей, одним из которых можно назвать совмещение возможностей публичного облака с использованием средств безопасности, как у частных инфраструктур.

Модель развертывания облака зависит от целей его использования в связи с тем, что школы могут использовать сразу несколько сервисов в зависимости от целей. Области применения онлайн-платформ представлены на рис. 1.

Рассмотрим все области по отдельности:

- Электронный дневник – центральный элемент, обеспечивающий учет успеваемости, расписания и коммуникации;
- Коммуникация между учителями и родителями – инструменты для обмена сообщениями, уведомлениями и обратной связи;
- Личные кабинеты школьников и учителей – индивидуальные профили с доступом к учебным материалам, оценкам и заданиям;
- Дистанционное обучение – поддержка онлайн-уроков, видеоконференций и удаленного взаимодействия;
- Организация работы по группам – пространство для работы над проектной совместной деятельностью;
- Дополнительные онлайн-ресурсы – интеграция внешних образовательных платформ, тренажеров и курсов, видеоуроков и тестов;
- Электронные библиотеки – доступ к учебникам, статьям и медиа материалам в цифровом формате;

- Организация проектной деятельности – инструменты для управления индивидуальными проектами и заданиями.



Рисунок 1 – Области применения облачных сервисов в школах

Немаловажным остается проблема обеспечения безопасности работы облачных сервисов и защита данных в образовательном секторе. Статистика исследований Positive Technologies свидетельствует о том, что государственные и научно-образовательные организации подвержены атакам и распространению вредоносных ПО. Например, в 2023 году сфера образования заняла 3 место по количеству успешных кибератак [2]. Основными направлениями для совершения атак являются: незаконный сбор персональных данных сотрудников и обучающихся, и экзаменационных материалы, а также сбой работы высоконагруженных серверов, задействованных в коммуникации и обучении. Эти данные свидетельствуют о необходимости внедрения дополнительных мер защиты облачных сервисов, которые используются в школах.

Рассмотрим основные причины утечки данных из облачных сервисов, предназначенных для образовательных организаций. Достаточно распространённой проблемой являются ошибки конфигурации безопасности. Открытые для публичного доступа базы данные, неправильно настроенные права доступа или ошибки, связанные с человеческим фактором, позволяют злоумышленникам проникать в систему.

Особую угрозу представляют уязвимости в API и интерфейсах управления. Многие облачные сервисы предоставляют веб-консоли и API для управления ресурсами, но недостаточная защита этих интерфейсов становится лазейкой для злоумышленников. Проблема остро проявляется в интеграции с сторонними сервисами, когда такая уязвимость может поставить под угрозу всю систему в школе.

Фишинговые атаки, имитирующие сайты облачных сервисов, позволяют получить доступ к аккаунтам учителей, родителей или школьников. Такая манипуляция основана на создании ложных страниц входа, визуально идентичных официальным ресурсам платформ. Когда пользователей попадает на такой сайт и вводит свои учетные данные, эта информация, включая персональные данные, оказывается в руках злоумышленников.

Сбои и ошибки программного обеспечения представляют серьезную угрозу для конфиденциальных данных образовательной организации, хранящихся в облаке. В инфраструктуре таких сервисов могут возникать критические уязвимости и системные сбои, которые могут привести к несанкционированному доступу к информации. К типичным проблемам можно отнести: ошибки в коде виртуализации, позволяющие преодолеть изоляцию между клиентами, уязвимости в системах управления базами данных, сбои в механизмах репликации данных между серверами, ошибки в алгоритмах контроля доступа, проблемы с системами резервного копирования. Данные уязвимости открывают возможности для массовой утечки данных облачного сервиса.

Исходя из рассмотренных случаев, а также статистики кибератак в сфере образовательных учреждений, стоит сделать вывод, что облачные сервисы нуждаются в улучшении мер безопасности во избежание потери сведений пользователей. На основании проведенного анализа можно предложить меры, которые должны применяться при использовании облачных сервисов [3]:

- Аварийное восстановление и регулярное резервное копирование, которые часто используются в публичных облачных системах, обеспечивают сохранение информации в случае сбоев, вирусных атак или других непредвиденных ситуаций внутри образовательного учреждения или со стороны провайдера, а также быстро восстановить работоспособность сервисов и избежать крупных утечек конфиденциальных сведений;

- Дополнительное шифрование, в том числе и криптографическими методами со стороны провайдера, позволяют организовывать передачу данных в облачных сервисах с достаточным уровнем безопасности;

– Изоляция пользователей с использованием Виртуальных Частных Сетей (VPN) и Виртуальных Локальных Сетей (VLAN) предотвращать горизонтальное перемещение атак и утечки данных между пользователями образовательных сервисов;

– Регулярный мониторинг активности пользователей и процессов в облачной среде позволяет своевременно выявить аномалии и подозрительное поведение, тем самым провайдеры и администраторы сервисов могут снизить риск угрозы утечек.

Выводы. На сегодняшний день облачные сервисы в сфере образования по-прежнему остаются в зоне риска утечек сведений, однако данная проблема заметно сокращается при введении дополнительных мер внутри учебной организации и со стороны администрации сервисов безопасности облачных технологий.

Источники информации

1. Что такое частные, публичные и гибридные облака: в чем разница и куда перенести сервисы компании [Электронный ресурс] URL: <https://mcs.mail.ru/blog/chto-takoe-chastnye-publichnye-i-gibridnye-oblaka> (дата обращения: 03.05.2025)

2. Госсектор России в 2024 году столкнется с ростом числа целевых атак [Электронный ресурс] URL: <https://ptsecurity.com/ru-ru/about/news/gossektor-rossii-v-2024-godu-stolknetsya-s-rostom-chisla-celevykh-atak/> (дата обращения 06.05.2025)

3. Попов П. А., Охрицкий И. С. Защита данных при использовании облачных сервисов [Электронный ресурс] // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. №10-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-dannyh-pri-ispolzovanii-oblachnyh-servisov> (дата обращения: 04.05.2025).

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: Катракова Елена Игоревна– студент кафедры ИВТиИБ, kkatrakova@mail.ru; Борискина Александра Иннокентьевна– старший преподаватель, al_loskutnikova@mail.ru

УДК 004.056:37

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ВУЗОВ

М.О. КОСТРОВА, С.А. ЯНОВСКАЯ, А.И. БОРИСКИНА

Аннотация: в статье исследуются правовые и организационные аспекты обработки персональных данных в вузах в контексте соблюдения требований Федерального закона № 152-ФЗ. Рассматриваются типичные риски, связанные с хранением и передачей данных студентов и сотрудников, а также меры по их минимизации. Особое внимание уделено проблемам согласия на обработку данных и автоматизированным информационным системам, используемым в образовательных учреждениях. Исследование актуально для администраций вузов и специалистов в области защиты информации.

Ключевые слова: персональные данные, Федеральный закон, угрозы, защита, информация

PERSONAL DATA SECURITY THREATS IN HIGHER EDUCATION INFORMATION SYSTEMS

M.O. Kostrova, S.A. Yanovskaya, A.I. Boriskina

Abstract: the article examines legal and organizational aspects of personal data processing in higher education institutions in the context of compliance with Federal Law No. 152-FZ. It analyzes typical risks associated with the storage and transfer of student and staff data, along with measures to mitigate them. Special attention is given to issues of data processing consent and automated information systems used in educational institutions. The study is relevant for university administrations and information security professionals.

Keywords: personal data, Federal Law, threats, protection, information

Исследование проблем обработки персональных данных в вузах обусловлено стремительной цифровизацией образовательной среды и ужесточением требований законодательства в области информационной безопасности. В условиях активного использования электронных журналов, систем дистанционного обучения и облачных сервисов учебные заведения сталкиваются с повышенными рисками утечки конфиденциальной информации о студентах и преподавателях. Особую значимость приобретают вопросы правомерности сбора данных, получения согласий на их обработку и обеспечения технической защиты в соответствии с Федеральным законом № 152-ФЗ.

Согласно Приказу Министерства науки и высшего образования России № 840 от 07.09.2021 "Об определении угроз безопасности персональных данных, актуальных при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых в сферах деятельности, нормативно-правовое регулирование которых осуществляется Ми-

М.О. Кострова, С.А. Яновская, А.И. Борискина

нистерством науки и высшего образования Российской Федерации", установлен следующий **перечень потенциальных угроз**:

1. Риски, возникающие из-за специфики работы технического оборудования, программно-аппаратных комплексов и программного обеспечения, отвечающих за хранение, обработку и передачу персональных данных.

2. Опасности незаконного получения доступа к съемным носителям информации, в том числе к переносным компьютерам сотрудников, работающим с системами обработки персональных данных.

3. Угрозы, связанные с возможностью заражения систем вредоносными программами и компьютерными вирусами из внешних источников.

4. Риски несанкционированных действий со стороны сотрудников, имеющих официальный доступ к персональным данным на всех этапах: от создания и модернизации информационных систем до их эксплуатации, вывода из работы и последующего архивного хранения информации.

5. Угрозы применения методов психологического воздействия или манипуляций в отношении сотрудников, обладающих правами доступа к системам обработки персональных данных.

6. Опасности несанкционированного проникновения в системы посторонними лицами через слабые места в организации защиты персональных данных.

7. Риски взлома систем внешними злоумышленниками за счет уязвимостей в используемом программном обеспечении для обработки персональных данных.

8. Угрозы перехвата или подмены информации при ее передаче по каналам связи из-за недостатков в защите сетевого взаимодействия.

9. Опасности проникновения в системы через слабые места в защите компьютерных сетей, используемых для обработки персональных данных.

10. Риски, связанные с нарушением правил использования средств защиты информации, что создает возможности для несанкционированного доступа.

11. Угрозы целенаправленных атак с применением специальных технических средств для преодоления криптографической защиты персональных данных или создания условий для такого преодоления, которые определяются операторами систем в соответствии с требованиями Приказа ФСБ России № 378 от 10.07.2014, устанавливающего меры по защите информации при использовании средств криптографии.

Основываясь на опыте людей, работающих в сфере высшего образования и непосредственно принимающих участие в обработке персональных данных, исследований в этой области, включая анализ утечек конфиденциальных данных из организаций – 1-е полугодие 2024, проведенный компанией Positive

Technologies (<https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/utechki-dannyh-aktualnye-ugrozy-pervogo-polugodiya-2024-dlya-organizaczij/#id1>), а также опираясь на законодательство Российской Федерации, мы выявили следующие **уязвимости, которые могут повлечь нарушение конфиденциальности ПДн:**

1. Сбор и хранение в базах данных вузов огромного количества информации о сотрудниках образовательного учреждения, студентах и их родителях. Зачастую собираемая информация является избыточной и цели её получения неясны, что противоречит Закону. Такая практика также может привести к утечке ПДн. Например, кураторы групп зачастую вынуждены заполнять кураторские отчёты, содержащие информацию о студентах и их родителях, в нерабочее время и, как следствие, вне образовательной организации. Таким образом, данная практика в разы увеличивает риски, связанные с безопасностью ПДн. При этом студент-первокурсник, находясь в стрессовой ситуации и столкнувшись с объёмом запрашиваемой информации, не способен рационально оценить ситуацию и отказаться предоставить эти данные.

2. Постоянная регистрация студентов в различных программах и платформах и прохождение анонимных тестов, участие студентов в которых нужно для мониторинга работы образовательного учреждения. На первый взгляд данные процедуры носят исключительно добровольный характер, однако фактически старост групп заставляют привлекать к участию максимальное количество студентов. При этом тесты регулярно проводятся на базе Google форм, что нарушает законодательство РФ. В соответствии с Федеральным законом от 21.07.2014 № 242-ФЗ, обработка ПДн должна проходить исключительно через базы данных, находящиеся в России, в противном случае происходит трансграничная передача персональных данных, для осуществления которой предусмотрены иные правила и порядок. В свою очередь, Положение о конфиденциальности Google Docs предусматривает, что информация конкретного пользователя может обрабатываться не в той стране, в которой он проживает, а на серверах других регионов. Так как Google больше не имеет официального представительства в России, использование инструментов данной компании для работы с ПДн недопустимо. Несмотря на то, что данные опросы являются «обезличенными», они требуют предоставить адрес электронной почты, получив который зачастую можно узнать настоящие имя и фамилию пользователя, а также увидеть фотографию. Таким образом, хотя Верховный Суд и не признал адрес электронной почты персональными данными, его распространение может быть использовано злоумышленниками для сбора ПДн, а также спама пользователей.

3. Использование мессенджеров и общих чатов для получения

недостающей информации. Зачастую кураторы или старосты групп вынуждены запрашивать необходимую информацию в общих группах или личных сообщениях, что нарушает порядок сбора ПДн и может привести к негативным последствиям.

Для предотвращения угроз ПДн и минимизации рисков, мы предлагаем следующие **меры для обеспечения информационной безопасности в вузах:**

1. Систематический анализ угроз
 - Регулярное выявление слабых мест в инфраструктуре хранения и обработки данных.
 - Корректирование политики безопасности с учетом актуальных киберугроз.
2. Применение криптографической защиты
 - Скрытие информации как при хранении, так и во время передачи.
3. Жесткое управление правами доступа
 - Необходимо внедрение минимально необходимых привилегий.
 - Рекомендуется обязательное использование двухфакторной аутентификации для систем с важными данными.
4. Повышение киберграмотности
 - Организация регулярных обучающих программ по цифровой безопасности.
 - Обучение распознаванию социальной инженерии и других методов взлома.
5. Своевременное обновление ИТ-инфраструктуры
 - Оперативная установка обновления безопасности для всех систем.
 - Вывод из эксплуатации устаревшего программного обеспечения.
6. Надежная система резервирования информации
 - Автоматизация процессов создания резервных копий.
 - Периодическое тестирование процедуры восстановления данных.
7. Готовность к киберинцидентам
 - Разработка четких алгоритмов действий при утечке данных.
 - Учёт требований законодательства о раскрытии инцидентов.
8. Защита периферийных устройств
 - Контроль безопасности всех подключенных к сети устройств.

- Применение защищенных каналов связи для удаленного доступа.

9. Мониторинг деятельности поставщиков

- Тщательная проверка поставщиков ИТ-услуг на соответствие стандартам безопасности.

- Фиксация обязательств по защите данных в договорных документах.

10. Соблюдение нормативных требований

- Обеспечение соответствия международным и локальным стандартам защиты данных.

- Ведение документации для прохождения проверок.

Также мы рекомендуем обеспечить **сбор минимального необходимого количества информации о студентах** и, по возможности, избежание перепечатывания её в большом количестве документов. Помимо этого, мы обращаем внимание на то, что настаивать на регистрации студентов на сторонних сайтах недопустимо.

Выводы. Эффективная защита информации в образовательных учреждениях требует комплексного подхода, сочетающего технические меры, обучение персонала и четкие регламенты. Реализация этих мер позволит минимизировать риски и укрепить доверие всех участников образовательного процесса.

Источники информации

1. Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 № 152-ФЗ.

2. Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части уточнения порядка обработки персональных данных в информационно-телекоммуникационных сетях" от 21.07.2014 № 242-ФЗ.

3. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации "Об определении угроз безопасности персональных данных, актуальных при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых в сферах деятельности, нормативно-правовое регулирование которых осуществляется Министерством науки и высшего образования Российской Федерации" от 07.09.2021 № 840.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: **Кострова Мария Олеговна** – студент, kostrova-2004@mail.ru; **Яновская Софья Андреевна** – студент, sofya_yanovskaya@bk.ru; **Борискина Александра Иннокентьевна** – старший преподаватель, boriskinaai@altgtu.ru.

УДК 004.7; 621.396

ПРОТОКОЛ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ЧЕРЕЗ ЗАЩИЩЁННЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ

И.А. АФАНАСЬЕВ, Е.В. ШАРЛАЕВ

Аннотация: в статье описана разработка прототипа протокола дистанционного управления объектами на базе радиомодулей LoRa Ebyte E220–400T22 с реализацией защищённого канала связи. В предложенном протоколе используется шифрование AES–192 в режиме CBC (Cipher Block Chaining) с нулевым вектором инициализации, а также механизмы защиты от перехвата управления, подмены и повторного воспроизведения сегментов. Приведена структура передаваемых сегментов, их парсинг и шифрование.

Ключевые слова: дистанционное управление, передача команд и телеметрии, защищённый канал связи, LoRa, AES–192.

PROTOCOL OF REMOTE CONTROL SYSTEM OF OBJECTS VIA A SECURE COMMUNICATION CHANNEL

I.A. AFANASIEV, E.V. SHARLAEV

Abstract: the article describes the development of a prototype of a remote control protocol for objects based on LoRa Ebyte E220–400T22 radio modules with the implementation of a secure communication channel. The proposed protocol uses AES-192 encryption in CBC (Cipher Block Chaining) mode with a zero initialization vector, as well as mechanisms for protecting against control interception, substitution, and repeated reproduction of segments. The structure of transmitted segments, their parsing, and encryption are given.

Keywords: remote control, command and telemetry transmission, secure communication channel, LoRa, AES–192.

В условиях стремительного развития информационных технологий и автоматизации производственных процессов. Системы дистанционного управления объектами широко применяются в промышленности, энергетике, транспорте и «умных» инфраструктурах [1]. Передача команд управления и телеметрической информации по радиоканалам подвергается множеству угроз. Таким как: перехват, модификация, воспроизведение старых сообщений и глушение. Обеспечение защищённого канала связи критически важно для сохранения работоспособности и безопасности управляемых объектов. Исследование направленно на необходимость создания комплексных протоколов, гарантирующих конфиденциальность, целостность и доступность информации, согласно триаде CIA (Confidentiality, Integrity, Availability).

Целью работы является разработка прототипа протокола дистанционного управления объектами через защищённый радиоканал на

И.А. Афанасьев, Е.В. Шарлаев

базе модулей LoRa Ebyte E220–400T22 с использованием шифрования AES–192 и механизмом защиты от основных видов атак.

Протокол реализован поверх проприетарного протокола компании eByte, использующего циклический избыточный код (Cyclic redundancy check, CRC), что позволяет избежать приема поврежденных или грубо измененных пакетов. В предлагаемом сегменте передаются защищенные посредством AES–128 CBC с нулевым вектором инициализации: команды управления, синхронизации, подтверждения, а также телеметрия. Режим CBC с нулевым вектором инициализации был выбран, т.к. при потере сегмента между устройствами, не пришлось бы дополнительно синхронизировать вектор между ними. Конечно, тогда создается уязвимость в виде статичного шифротекста получаемого после шифрования блока. Но, благодаря нумерации сегментов и временной метки, что создает постоянное изменение блока до шифрования, мы избегаемся от этой проблемы, всегда генерируя разный шифротекст [2].

Общая структура сегмента, построенного поверх проприетарного протокола компании eByte выглядит следующим образом (рис.1). На верхней части рисунка представлен целый сегмент, состоящий из ID отправителя, ID получателя, зашифрованного блока и концевика.

На нижней части рисунка расположен состав зашифрованного блока, который состоит из:

- Размера команды до шифрования, это необходимо чтобы избежать появления ложных команд при изменении размера зашифрованного блока;
- Команды, в нашем случае это может быть команда управления, синхронизации, подтверждения, телеметрии;
- Номера сегмента, в формате от «0» до «9999». При прохождении значения равному «9999», номер сегмента обнуляется и становится равен «0000». Это необходимо для реализации защиты, при которой сегменты с номерами из прошлого не принимаются;
- Время в формате «YYYYMMDDHHMMSS», где Y–год, M–месяц, D–день, M–минуты, S–секунды. Подобный формат необходим для фильтрации сегментов по временному маркеру, чтобы избежать приема более старых сегментов. В совокупности с проверкой по номеру это позволяет организовать простую и достаточно качественную фильтрацию принимаемых сегментов.



Рисунок 1 – Структура написанного протокола

Перед тем как начать более глубокий разбор структуры и функциональных особенностей нашего протокола, необходимо оговорить возможности проприетарного протокола компании eByte, на котором строится наш протокол. Для этого обратимся к рисунку 2.

Пакет состоит из заголовка (адреса получателя, размера пользовательских данных, номера канала), пользовательских данных и контрольной суммы [3]. Проанализировав структуру можно сказать, что единственный защитный механизм — это контрольная сумма. Данные не принимаются, если посчитанная контрольная сумма не совпадает с принятой, это защищает протокол от атак с искажением или подменой содержимого. Именно благодаря этой особенности, в нашем протоколе мы можем не применять контрольную сумму.

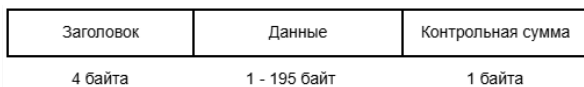


Рисунок 2 – Структура протокола компании eByte

Рассмотрим более подробно применяемые команды управления, синхронизации, подтверждения и телеметрии.

Начнем с команд управления (рис.3). Обратимся к общей структуре. Как можно увидеть, ID отправителя «001» и ID получателя «002», не являются зашифрованными и могут быть легко изменены атакующим, но для простой фильтрации и передачи команд определённому объекту этого более чем достаточно [4]. Следовательно, для упрощения дальнейшего понимания, мы будем рассматривать только зашифрованный блок, обращая внимание на его структуру, передаваемую информацию и реализованные механизмы проверки сегмента.

Зашифрованный блок имеет размер команды до шифрования равный значению «002», что соответствует команде «W0», далее номер сегмента «4458» и временная метка «20250511234411». Если предположить, что данный сегмент отправляется передатчиком на приемник, то приемник при получении будет выполнять следующие проверки: проверка

соответствия приёмопередающих ID, временной метки и номера сегмента.

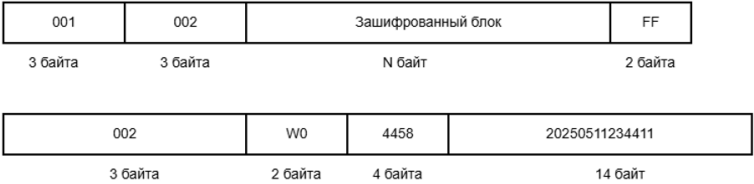


Рисунок 3 – Структура управляющего сегмента

Временная метка должна находиться в пределах ± 1 секунды в обе стороны, номер сегмента должен быть больше предыдущего сегмента, записанного в памяти, но не более чем на 50. После успешного приема управляющей команды, происходит отправка телеметрических данных. Структура телеметрического сегмента представлена на рис. 4.



Рисунок 4 – Структура телеметрического сегмента

Анализ и проверки, проводимые при приеме такого сегмента, не отличаются от проверки управляющего сегмента. Единственное, вместо управляющей команды, мы передаём телеметрические данные, в нашем случае – это «25.53.0». Где 25.5 – Температура, 3.0 – Сантиметры. Следовательно, мы можем перейти к другим разновидностям сегментов, например, к синхронизационному. Сегмент служащий для синхронизации представлен на рис. 5.



Рисунок 5 – Структура синхронизационного сегмента

По сравнению с управляющим и телеметрическим сегментом, проверки выполняются иначе.

На передающей и приемной стороне в энергонезависимую память записывается номер «SYN», в нашем случае это «000356». При приеме номер «SYN» должен быть больше предыдущего сегмента, записанного в памяти, но не более чем на 10. Время и номера сегментов не проверяются, а подхватываются клиентской частью, именно поэтому сегмент и называется синхронизационным. Он синхронизирует время и нумерацию сегментов между предающей и приемной стороной. После успешной синхронизации происходит отправка подтверждающего сегмента. Рассмотрим подтверждающий сегмент (рис.6).

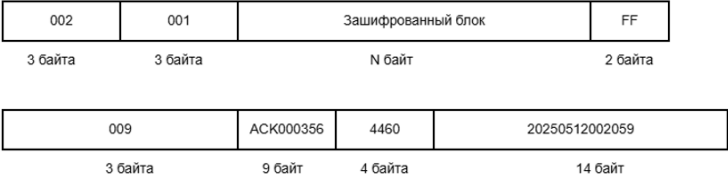


Рисунок 6 – Структура подтверждающего сегмента

Проверки подтверждающего сегмента объединяют в себя проверки, применяемые для синхронизационного, управляющего и телеметрического сегментов. Т.е. проводится проверка по номеру «АСК», в нашем случае «000356». Номер аналогичен «SYN», это не случайно. «АСК» отправляется с номером принятого и успешно обработанного «SYN». Так мы можем понять, что получили подтверждение именно на нужный нам синхронизационный сегмент. Так же, проверяется и номер сегмента вместе со временной меткой, условия проверки аналогичны управляющему и телеметрическому сегментам.

Остался последний тип сегмента, представленный в качестве дополнительного функционала, а именно сегмент для перезагрузки. Он представлен на рис. 7.

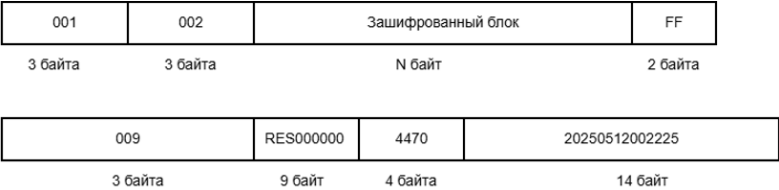


Рисунок 7 – Структура сегмента для перезагрузки

Данный сегмент необходим для выполнения перезагрузки удаленного устройства. Проверки, выполняемые при приеме аналогичны ра-

боте с «АСК». После успешной проверки, отправляется подтверждающий сегмент и выполняется перезагрузка.

Выводы. Предложенный протокол способен защитить канал связи от большинства угроз, таких как: перехват управления, модификация данных, воспроизведение старых команд, подделка телеметрических данных. Благодаря реализации в нем механизмов AES-192, CRC, наличию номеров сегментов и временных меток, протокол способен обеспечить конфиденциальность, доступность и целостность передаваемой информации.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на адаптацию протокола к многоточечным сетям и динамическому управлению ключами.

Источники информации

1. Информационно-измерительные и управляющие системы: учебное пособие для вузов / С. Ю. Тырышкин. — М: Издательство Юрайт, 2025. — 124 с.

2. Криптографические протоколы. Основные свойства и уязвимости: учеб. Пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А.В. Черемушкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.

2. Ebyte LoRa E220-400T22 User Manual. Rev. 1.0, 2024. 38 p.

3. Рябко Б.Я., Фионов А.Н. Криптографические методы защиты информации: Учебное пособие для вузов – 2-е издание, стереотип. – М.:Горячая линия–Телеком, 2012. – 229 с.:ил.

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет: Афанасьев Иван Александрович; Шарлаев Евгений Владимирович – к.т.н., доцент кафедры ИВТиИБ.

УДК 004.657:303.432.4

ВЫЯВЛЕНИЕ УЯЗВИМЫХ РЕКУРСИВНЫХ ФУНКЦИЙ В SQL – ЗАПРОСАХ PostgreSQL

Е.К. ЧИНДЯСКИН, А.Г. ЯКУНИН

Аннотация: В работе описывается решение задачи выявления потенциально уязвимых рекурсивных функций в исходном коде СУБД PostgreSQL, способных привести к переполнению стека при выполнении SQL-запросов. Актуальность темы обусловлена активным применением рекурсии в архитектуре PostgreSQL и высокой значимостью обеспечения её устойчивости на уровне ядра. На конкретном примере продемонстрировано применение разработанного программного инструментария.

Ключевые слова: PostgreSQL; рекурсивные функции; переполнение стека; статический анализ; динамический анализ; граф вызовов; `check_stack_depth()`; `pg_regress`; LLVM; безопасность программного обеспечения.

IDENTIFYING VULNERABLE RECURSIVE FUNCTIONS CALLED IN SQL QUERY IN PostgreSQL analyze DBMS

E.K. Chindyaskin, A.G. Yakunin,

Abstract: The paper describes a solution to the problem of identifying potentially vulnerable recursive functions in the source code of the PostgreSQL DBMS, capable of leading to a stack overflow when executing SQL queries. The relevance of the topic is due to the active use of recursion in the PostgreSQL architecture and the high importance of ensuring its stability at the kernel level. A specific example demonstrates the use of the developed software toolkit

Keywords: PostgreSQL; recursive functions; stack overflow; static analysis; dynamic analysis; call graph; `check_stack_depth()`; `pg_regress`; LLVM; software security.

В системе управления базами данных (СУБД) PostgreSQL имеются потенциально уязвимые рекурсивные функции, вызываемые в процессе исполнения SQL запросов. Их уязвимость состоит в том, что при определенных параметрах запроса в них происходит заикливание рекурсии, приводящее к переполнению стека, а в конечном итоге – к нарушению нормального функционирования СУБД.

Цель данной работы – на примере показать, как конкретно реализуется разработанная методика и как с помощью неё и используемого в ней программного инструментария обнаруживаются потенциально опасные рекурсивные функции в исходном коде PostgreSQL, которые могут вызываться через SQL-запросы и приводить к переполнению стека.

Последовательность реализующих предложенную методику операций.

Е.К. Чиндяскин, А.Г. Якунин

1. Путем подачи команды `test@debian-12:~/postgres$ ~/detect-funcs.sh` из основного каталога с исходным кодом СУБД запускается скрипт «detect-funcs.sh» для построения графа вызовов всех функций с помощью компилятора Clang и оптимизатора и анализатора сгенерированного компилятором байт-кода Opt. Граф выводится в виде вложенного списка, в котором на верхнем уровне находится узловая функция, а далее следуют вызываемые из неё вложенные функции. Фрагмент такого вложенного списка для узловой функции `summarize_range` приведен на рис. 1.

```
Call graph node for function: 'summarize_range'<<0x651730>> #uses=1
CS<0x703170> calls function 'brin_form_placeholder_tuple'
CS<0x703a70> calls function 'brin_doinsert'
CS<0x704100> calls function 'RelationGetNumberOfBlocksInFork'
CS<0x704740> calls function 'RelationGetNumberOfBlocksInFork'
CS<0x705ab0> calls function 'table_index_build_range_scan'
CS<0x705f80> calls function 'ProcessInterrupts'
```

Рисунок 1 – Фрагмент списка вызовов функций

2. Командой `test@debian-12:~/postgres$ cat graphs.log | ~/detect-recursion.py` запускается Python – скрипт «detect-recursion.py», выделяющий из полученного на предыдущем шаге списка вызова функций только рекурсивные, причем только те, которые не имеют проверку глубины стека с помощью стандартной функции `check_stack_depth()` [1]. Фрагмент результата работы данного скрипта приведен на рис. 2. Под основной строкой каждой функции списка выводятся две дополнительные строки, носящие служебный характер и указывающие адреса в памяти, из которых происходил их вызов (основной и по рекурсии)

```
=== src/backend/parser/parse_json.c ===
The function collectSiblingPathsInJsonTablePlan calls itself:
  Call graph node for function: 'collectSiblingPathsInJsonTablePlan'<<0x1a374e0>> #uses
  CS<0x1a66410> calls function 'collectSiblingPathsInJsonTablePlan'
The function registerAllJsonTableColumns calls itself:
  Call graph node for function: 'registerAllJsonTableColumns'<<0x1a0b520>> #uses=2
  CS<0x1a3bbe0> calls function 'registerAllJsonTableColumns'
The function transformJsonTableChildPlan calls itself:
  Call graph node for function: 'transformJsonTableChildPlan'<<0x1a31ca0>> #uses=3
  CS<0x1a611e0> calls function 'transformJsonTableChildPlan'
```

Рисунок 2 – Фрагмент вывода списка рекурсивных функций, не контролирующих глубину вложений

3. На следующем шаге в исходный код выявленных на предыдущем шаге функций добавляется код, позволяющий обнаружить, что данная функция была вызвана в регрессионном тесте. На рис. 3 приведена содержащаяся в списке отобранных функций рекурсивная функция `next()`, на рис. 4 – исходный код этой функции с вызывающим рекурсию и выделенный цветом оператором `Return next(v)`, а на рис. 5 – добавление в исходный код отладочной функции `elog()`, необходимой

для отслеживания и подтверждения факта обращения к функции next()
[2]. Место вставки в код функции elog() также выделено на рисунке
цветом.

The function next calls itself:

**Call graph node for function: 'next'<<0x1b29be0>> #uses=37
CS<0x1c4a230> calls function 'next'**

Рисунок 3 – Упоминание функции next() в списке отображенных рекурсивных
функций

```
case CHR(':'): /* non-capturing paren */
|
| RETV('(', 0);
| break;
case CHR('#'): /* comment */
|
| while (!ATEOS() && *v->now != CHR(''))
| |
| | v->now++;
| |
| | if (!ATEOS())
| | |
| | | v->now++;
| |
| | assert(v->nexttype == v->lasttype);
| | return next(v);
| | break;
case CHR('='): /* positive lookahead */
|
| NOTE(REG_ULOOKAROUND);
| RETV(LACON, LATYPE_AHEAD_POS);
| break;
case CHR('!'): /* negative lookahead */
|
| NOTE(REG_ULOOKAROUND);
| RETV(LACON, LATYPE_AHEAD_NEG);
| break;
```

Рисунок 4 – Код функции next(),находящейся в файле
src/backend/regex/regc_lcc.c

```
case CHR(':'): /* non-capturing paren */
|
| RETV('(', 0);
| break;
case CHR('#'): /* comment */
|
| while (!ATEOS() && *v->now != CHR(''))
| |
| | v->now++;
| |
| | if (!ATEOS())
| | |
| | | v->now++;
| |
| | assert(v->nexttype == v->lasttype);
| | elog(LOG, "!!! next");
| | return next(v);
| | break;
case CHR('='): /* positive lookahead */
|
| NOTE(REG_ULOOKAROUND);
| RETV(LACON, LATYPE_AHEAD_POS);
| break;
case CHR('!'): /* negative lookahead */
|
| NOTE(REG_ULOOKAROUND);
| RETV(LACON, LATYPE_AHEAD_NEG);
| break;
```

Рисунок 5 – Место размещения в коде функции next отладочной
функции elog()

4. На следующем шаге по команде `test@debian-12:~/postgres$ make -s check-world` запускается встроенный в PostgreSQL фреймворк `pg_regress`, выполняющий набор SQL-запросов для регрессионного тестирования [3]. Все формируемые в ходе прохождения тестов сообщения, в том числе и сообщения с фразой «!!! next», выводятся в файлы `postmaster`, которые сохраняются в тех каталогах, в которых находился вызвавший сообщение тестируемый код. Для поиска `log` - файлов `postmaster` с нужными сообщениями используется команда `grep` (рис. 6). Из него видно, что по этой команде находятся не только нужные, но и другие файлы с текстом «!!! next», в том числе и содержащий код функции `next()` файл `src/backend/regex/regc_lex.c`.

```
test@debian-12:~/postgres$ grep -iRL "!! next" *
src/test/modules/test_regex/log/postmaster.log
src/backend/postgres
src/backend/regex/regcomp.o
src/backend/regex/regc_lex.c
tmp_install/tmp/pgsql/bin/postgres
tmp_install/tmp/pgsql/bin/postmaster
```

Рисунок 6 – Поиск файлов, содержащих текст «!!! next»

Анализ текста в найденных `log` - файлах позволяет выяснить, какой SQL-запрос активировал вызов функции `next()`. На рис. 7 показан содержащийся в лог-файле текст, из которого можно определить, какой SQL-запрос активировал данную функцию, и с какими параметрами делался запрос.

```
pg_regress/test_regex LOG:  !!! next
pg_regress/test_regex STATEMENT: select * from test_regex('a(?#comment)b', 'ab', 'P');
```

Рисунок 7 – Текст интересующего сообщения в файле логирования `postmaster`

5. Анализ кода входящей в запрос функции `test_regex()` показал, что она содержит запрос функции `regex_match()`, которая, в свою очередь, содержит функцию `(next)`. Из приведённого на рисунке 4 кода этой функции видно, что глубина рекурсии зависит от длины передаваемого в неё тестового аргумента, который, как видно из рис. 7, начинается с «а», за которым следует последовательность «?#». Для того, чтобы попытаться вызвать переполнение стека, было решено передать в SQL-запрос с функцией «`regexpr_match()`» текст “(?#)”, повторяющийся миллиона раз. Как видно из рис. 8, такой запрос привёл к появлению сообщения о нарушении его нормального завершения.

Выявление уязвимых рекурсивных функций в SQL – запросах POSTGRESQL

```
test@debian-12:~/postgrespro$ (printf "SELECT regexp_match('abc', 'a"; for ((i=1;i<1000000;i++));  
do printf "(?#)"; done; printf "b') " ) | psql  
server closed the connection unexpectedly  
This probably means the server terminated abnormally  
before or while processing the request.  
connection to server was lost
```

Рисунок 8 – Вызов тестового SQL-запроса с сообщением о завершении работы сервера

6. Для отслеживания выполнения запроса на уровне вызова функций был использован входящий в состав отладчик gdb (GNU debugger). Просмотр выведенных отладчиком процессов показал, что соответствующий исполнению запроса процесс имеет идентификатор «1961987» (рис. 9):

```
test@debian-12:~$ ps ax | grep postgres  
1961200 ?        Ss      0:00 /tmp/pgsql/bin/postgres -D /tmp/pgsql/data  
1961201 ?        Ss      0:00 postgres: checkpointer  
1961202 ?        Ss      0:00 postgres: background writer  
1961204 ?        Ss      0:00 postgres: walwriter  
1961205 ?        Ss      0:00 postgres: autovacuum launcher  
1961206 ?        Ss      0:00 postgres: logical replication launcher  
1961987 ?        Rs      3:15 postgres: test test [local] SELECT  
1962013 pts/4    S+      0:00 grep postgres
```

Рисунок 9 – Перечень процессов, протекающих при выполнении приведенной на рисунке 8 команды

Анализ backtrace данного процесса по команде bt отладчика gdb показал, что функция «next()», ушла в рекурсивное выполнение (рис. 10)

```
(gdb) bt  
#0 append_with_tabs (buf=0x7ffecf0444d0, str=<optimized out>) at elog.c:3366  
#1 send_message_to_server_log (edata=0x563caf42b170 <errordata>) at elog.c:29  
#2 EmitErrorReport () at elog.c:1537  
#3 0x0000563caf14617e in errfinish (filename=<optimized out>, lineno=lineno@  
#4 0x0000563caef96a39 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:496  
#5 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#6 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#7 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#8 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#9 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#10 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#11 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#12 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#13 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#14 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#15 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#16 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#17 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497  
#18 0x0000563caef96a41 in next (v=v@entry=0x7ffecf1a0c50) at ./regc_lex.c:497
```

Рисунок 10 – Фрагмент рекурсивных вызовов функции next

Аналогичную информацию можно получить и из лог-файла сервера (рис. 11). Из него следует, что причиной нештатного завершения запроса стала ошибка сегментации.

```
LOG: server process (PID 3505923) was terminated by signal 11: Ошибка сегментирования
DETAIL: Failed process was running: SELECT regexp_match('abc', 'a(#{})(#{})(#{})(#{})(#{})')
LOG: terminating any other active server processes
LOG: all server processes terminated; reinitializing
```

Рисунок 11 – Сообщение в файле логирования сервера

Дополнительную информацию о тех функциях, которые привели к некорректному поведению, можно получить и из coredump-файла, который генерируется в момент неожиданного завершения работы процесса. С помощью утилиты coredumpctl [4] и gdb можно отследить последние вызовы функций перед неожиданным завершением работы сервера PostgreSQL и понять в какой функции произошла ошибка (рис. 12).

```
#0 0x000055f6b40497bc in next (v=<error reading variable: Cannot access memory at address 0x7ffdf95791fe8>)
    at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:201
#1 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#2 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#3 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#4 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#5 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#6 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#7 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#8 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#9 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#10 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#11 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#12 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#13 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#14 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#15 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#16 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#17 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#18 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#19 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#20 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#21 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#22 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#23 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
#24 0x000055f6b404a6dd in next (v=0x7ffdf95f8e570) at /home/test/postgresql/src/backend/regex/regc_lex.c:496
```

Рисунок 12 – Конец последовательности вызовов функций

Выводы. Разработанная методика выявления потенциально уязвимых рекурсивных функций в исходном коде СУБД PostgreSQL и реализующие её программные средства направлена на повышение стабильности работы этой СУБД. Однако, как видно из приведенного описания практического примера её применения, она требует привлечения для своей реализации специалистов достаточно высокого уровня подготовки. Отсюда следует, что для более эффективного её применения, необходимо автоматизировать часть её этапов, связанных с анализом кодов выявленных уязвимых функций с целью формирования SQL

– запросов, приводящих к нештатному их завершению по причине переполнения стека из-за заикливания рекурсивного процесса.

Источники информации

1. Stack Depth Limitations . – RL: https://github.com/postgres/postgres/blob/master/src/backend/utils/misc/stack_depth.c
2. PostgreSQL logging and reporting functions . – URL: <https://github.com/postgres/postgres/blob/master/src/backend/utils/error/elog.c> (дата обращения 15.03.2025).
3. Регрессионные тесты // Postgres Professional [Электронный ресурс]. URL: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/17/regress>
4. Coredumpctl Documentation // Arch Linux Manual [Электронный ресурс] URL: <https://man.archlinux.org/man/coredumpctl.1>

Сведения об авторах:

Алтайский государственный технический университет им. Ползунова:
Чиндяскин Егор Константинович – магистрант 2 курса kyzevan23@mail.ru;
Якунин Алексей Григорьевич - д-р техн. наук, профессор, заведующий каф. информатики, вычислительной техники и информационной безопасности.

УДК 004.588; 004.031.42

АНАЛИЗ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.С. ДЬЯКОНОВ, Е.В. ШАРЛАЕВ

Аннотация: в работе проводится анализ современных тренировочных систем в области информационной безопасности, их особенности, классификацию, используемые технологии и будущее таких систем.

Ключевые слова: киберподготовка, тренировочные системы, информационная безопасность

Analysis of training systems in the field of information security

V.S. Diakonov, E.V. Sharlaev

Abstract: The work analyzes modern training systems in the field of information security, their features, classification, technologies used and the future of such systems.

Keywords: cyber training, training systems, information security

Современный мир информационных технологий требует постоянного совершенствования знаний и навыков в области информационной безопасности. В условиях стремительного роста количества и сложности угроз, связанных с информационными ресурсами, всё более актуальным становится создание инновационных решений для подготовки специалистов. Эти решения должны предоставлять возможность практического приобретения навыков и моделирование условий, близких к реальным, чтобы обеспечить максимально эффективное обучение.

Цель данной работы - провести анализ существующих тренировочных систем в области информационной безопасности, определить их предназначение, используемые технологии и их актуальность, рассмотреть классификацию тренировочных платформ, примеры реализации киберподготовки в России и за рубежом, рассмотреть проблемы и ограничения современных тренировочных систем, этические и правовые аспекты киберподготовки, будущее технологий подготовки специалистов в области информационной безопасности.

Технологии киберподготовки представляют собой комплекс программных и аппаратных решений, предназначенных для подготовки специалистов в области информационной безопасности (ИБ). Эти технологии обеспечивают создание специализированных сред, в которых можно безопасно тестировать механизмы защиты, выявлять уязвимости и отрабатывать тактики реагирования на кибератаки. Их основной задачей является формирование компетентных специалистов, способ-

ных эффективно противодействовать угрозам, анализировать сложные инциденты и разрабатывать стратегические меры защиты.

Существует несколько основных типов тренировочных систем, применяемых в киберподготовке. Онлайн-платформы, такие как Hack The Box или TryHackMe, предоставляют возможность индивидуально-го обучения в формате интерактивных лабораторий. Офлайн-киберполигоны чаще используются государственными и корпоративными структурами и представляют собой изолированные среды, имитирующие реальные ИТ-инфраструктуры. Платформы для командных соревнований, например, CTF или Red/Blue Team-учения, ориентированы на развитие командных навыков и отработку защиты в условиях атак. Каждая из этих систем решает специфические задачи и подбирается в зависимости от уровня подготовки и целей обучения специалистов.

В основу данных технологий положено применение сред виртуализации, платформ для проведения тренировок, а также специализированных инструментов для анализа киберинцидентов. Виртуальные среды позволяют моделировать различные сценарии атак без риска для реальной инфраструктуры, что делает процесс обучения более практичным и эффективным. Специализированные платформы предоставляют доступ к учебным материалам, симуляциям реальных угроз и методикам расследования инцидентов. Инструменты анализа инцидентов позволяют изучать логи атак, выявлять следы проникновений и разрабатывать стратегии защиты в условиях реального времени.

Современные технологии киберподготовки также включают средства автоматизированного тестирования знаний, позволяя объективно оценивать уровень подготовки специалистов. Интеграция таких платформ с корпоративными и государственными системами безопасности обеспечивает их адаптацию к конкретным условиям эксплуатации. Кроме того, активно развиваются персонализированные обучающие среды, использующие алгоритмы адаптивного обучения, которые анализируют уровень подготовки обучающегося и подстраивают материалы под его потребности.

Современные информационные системы подвергаются постоянным атакам, число которых растёт с каждым годом. По данным отчёта (ISC)² за 2024 год, глобальная нехватка специалистов в сфере кибербезопасности превышает 4 миллиона человек. Одновременно с этим, число зарегистрированных инцидентов в киберпространстве продолжает расти: только за 2023 год, по данным IBM, средняя стоимость утечки данных составила \$4,45 млн. Эти показатели подчёркивают критическую важность развития систем киберподготовки, способных

быстро и качественно обучать специалистов для защиты инфраструктур различного уровня сложности. Сложность угроз требует высококвалифицированных специалистов, способных эффективно реагировать на возникающие инциденты и предотвращать возможные утечки данных. В связи с этим технологии киберподготовки становятся важнейшим элементом стратегии информационной безопасности на корпоративном и государственном уровнях.

Тренировочные платформы позволяют моделировать различные сценарии атак, тестировать механизмы защиты и повышать устойчивость информационных инфраструктур. Современные методики киберподготовки включают в себя как индивидуальное обучение, так и командные тренировки, что позволяет отрабатывать координацию действий между специалистами в условиях реального времени. Большую популярность приобрели командные соревнования, такие как Capture The Flag (CTF), в которых участники получают практический опыт анализа уязвимостей, взлома систем и защиты инфраструктуры.

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) оказывает значительное влияние на киберподготовку. Эти технологии позволяют анализировать поведенческие модели атакующих, предсказывать возможные сценарии атак и разрабатывать автоматизированные механизмы защиты. Внедрение геймифицированных методов обучения делает процесс подготовки более эффективным и мотивирующим, способствуя постоянному совершенствованию навыков специалистов. Кроме того, активно применяются виртуальные лаборатории, которые дают возможность специалистам работать с реальными угрозами в безопасных условиях, исследовать различные техники атак и разрабатывать стратегии их нейтрализации.

Например, в 2022 году в Нидерландах был создан национальный киберполигон Cyber Range NL, где отрабатываются сценарии кибератак на критическую инфраструктуру. В России действует Центр киберустойчивости при МГУ, где моделируются атаки на финансовые и энергетические системы. Такие проекты показывают, как киберподготовка интегрируется в национальные стратегии обеспечения безопасности, выходя за рамки чисто учебных задач.

В условиях роста количества и сложности киберугроз тренировочные платформы становятся основным инструментом для формирования навыков противодействия атакам. Они различаются по назначению, техническому исполнению, уровню реализма и целевой аудитории. Правильная классификация таких платформ позволяет эффективно выбирать методы подготовки специалистов с учётом уровня их ква-

лификации, потребностей организаций и характера защищаемых ИТ-систем.

Онлайн-платформы являются наиболее доступной формой киберподготовки. Они ориентированы на индивидуальное обучение и предоставляют широкий спектр заданий: от базовой настройки систем до сложных задач по эксплуатации уязвимостей. К наиболее популярным относятся:

1) Hack The Box — платформа с симуляцией реальных ИТ-систем и задачами различного уровня сложности;

2) TryHackMe — ориентирована на начинающих, предоставляет интерактивные уроки, пошаговые инструкции и обучающие среды;

3) Root Me — европейская платформа с разнообразными задачами по реверс-инжинирингу, сетевым протоколам и веб-безопасности.

Эти решения позволяют осваивать практические навыки без риска для реальной инфраструктуры, и активно используются как в вузах, так и в корпоративной подготовке.

Киберполигоны представляют собой полнофункциональные изолированные среды, в которых моделируются сценарии атак на крупномасштабную ИТ-инфраструктуру. Они часто включают в себя эмуляцию сегментов корпоративных сетей, промышленных систем, облачных сервисов и IoT-устройств. Такие решения востребованы государственными структурами, банками, энергетическими и транспортными компаниями.

Разработка и поддержка киберполигонов требует значительных ресурсов, однако именно они обеспечивают наиболее приближенные к реальности условия для отработки командного взаимодействия, инцидент-менеджмента и процедур восстановления после атак.

CTF-платформы используют соревновательный подход к обучению. Участникам предоставляются задания в формате "захвати флаг", где нужно найти уязвимость, обойти защиту или получить доступ к скрытой информации. Форматы делятся на:

1) Jeopardy — набор задач по категориям (веб, криптография, форензика, реверс и др.);

2) Attack-Defense — команды одновременно защищают свою инфраструктуру и атакуют соперников;

3) Mixed — комбинированные сценарии.

CTF активно используются для выявления талантливых специалистов и формирования команд быстрого реагирования. Они повышают мотивацию, развивают креативное мышление и ускоряют освоение инструментов ИБ.

Подобные системы моделируют противостояние двух сторон: Red Team (нападающая) и Blue Team (защитная). Это высокоуровневые тренировки, направленные на развитие оперативного мышления, координации и навыков реагирования на сложные инциденты в реальном времени.

Red Team использует техники социальной инженерии, обхода средств защиты, внедрения в сеть. Blue Team — занимается мониторингом, анализом логов, реагированием на инциденты, восстановлением систем.

Это специализированные решения для практической отработки навыков расследования инцидентов, анализа вредоносного кода, восстановления после атак. Среди них:

1) RangeForce — облачные тренажёры с поддержкой командной работы;

2) CYRIN — тренировки по управлению инцидентами, расследованию и защите систем.

Виртуальные лаборатории удобны тем, что позволяют обучать большое количество пользователей с минимальными затратами на инфраструктуру, сохраняя при этом гибкость настройки учебных сценариев.

Таким образом, классификация тренировочных платформ позволяет систематизировать существующие подходы и адаптировать программы подготовки под конкретные цели: от массового онлайн-обучения до стратегических командных учений.

Практика применения тренировочных систем на государственном и корпоративном уровнях показывает их растущую значимость в обеспечении национальной и международной кибербезопасности. В ряде стран реализованы масштабные проекты, демонстрирующие успешную интеграцию киберподготовки в инфраструктуру стратегической обороны и гражданской защиты.

В России развивается система киберполигонов при ключевых ведомствах и госкорпорациях. Примером может служить проект «Национальный киберполигон», реализуемый при поддержке Минцифры и Минобороны РФ. Его задача — организация масштабных учений с участием органов госвласти, операторов критической инфраструктуры и представителей бизнеса.

Отдельного внимания заслуживает Центр киберустойчивости при МГУ, в котором моделируются атаки на цифровые сервисы и проводится обучение по стандартам российского законодательства и отраслевых регуляторов.

Кроме того, киберподготовка активно применяется в рамках учебных программ ФСБ, Минобороны и Росатома, где учения позволяют отрабатывать сценарии киберугроз на атомные станции, транспорт и системы связи.

В странах ЕС и НАТО функционируют крупные учебные комплексы. Так, в Нидерландах работает Cyber Range NL, на котором регулярно проводятся межведомственные и международные учения с участием CERT, военных и представителей частного сектора.

В США действует проект Persistent Cyber Training Environment (PCTE) — платформа для обучения военных специалистов и анализа масштабных киберинцидентов. Она интегрирована в общую систему подготовки армии США и позволяет отрабатывать оборонительные и наступательные сценарии.

В Сингапуре создан национальный центр GovTech Cybersecurity, в котором проводится обучение специалистов госструктур и бизнес-партнёров. Акцент сделан на кибергигиене, защите облачных решений и анализе инцидентов.

Также регулярно проводятся международные соревнования, такие как Locked Shields (организуемое NATO CCDCOE) и Cyber Coalition, где отрабатываются сценарии кибератак на телекоммуникации, энергетику и финансы.

Эти примеры свидетельствуют о высокой значимости киберподготовки как компонента национальной безопасности, и подчёркивают необходимость международного сотрудничества в борьбе с глобальными киберугрозами.

Несмотря на широкое распространение технологий киберподготовки, их реализация сталкивается с рядом вызовов, которые ограничивают масштабируемость, доступность и эффективность подготовки специалистов:

1) Разработка и сопровождение полноценных киберполигонов требует значительных инвестиций. Инфраструктура должна включать серверные кластеры, сетевое оборудование, системы виртуализации и мониторинга. Малые и средние организации, особенно в регионах, не имеют доступа к таким ресурсам;

2) Многие платформы предоставляют типовые задания, не учитывающие отраслевые особенности — например, специфические угрозы для медицинских, промышленных или образовательных систем. Это снижает практическую применимость навыков и требует доработки учебного контента вручную;

3) Большинство тренажёров работают в предсказуемых условиях. В реальности же атаки часто носят нестандартный характер, сочетают

социальную инженерию, инсайдерские угрозы и мультивекторные техники. Отсутствие психологического давления, срочности, неполных данных в тренировках снижает их подготовительный эффект;

4) Разработчики учебного контента, инструкторы и методологи с ИБ-компетенциями — редкость даже в крупных компаниях. Это тормозит обновление платформ, снижает качество обучения и делает сложным массовое внедрение;

5) Обучение наступательным техникам требует соблюдения чётких границ — особенно при моделировании вредоносных действий. Отсутствие нормативного регулирования создаёт риски утечки информации, неконтролируемого применения знаний и конфликтов с законодательством (например, законами об обработке персональных данных и защите критической инфраструктуры);

Преодоление этих ограничений требует государственной поддержки, инвестиций в локализацию платформ, развития отраслевых стандартов и подготовки преподавателей.

Киберподготовка включает не только развитие технических навыков, но и формирование ответственного, этичного отношения к применению знаний в сфере ИБ. В условиях роста числа специалистов, владеющих средствами проникновения в системы, вопросы правового регулирования и этики становятся критически важными.

Учащиеся осваивают инструменты, которые могут быть использованы как для защиты, так и для атаки. Важно формировать у будущих специалистов понимание границ допустимого: где заканчивается исследование уязвимостей и начинается нарушение закона.

Во многих западных учебных заведениях студенты проходят курсы этики в ИБ — изучают реальные кейсы злоупотреблений знаниями, рассматривают правовые последствия хакерской активности. Такие курсы включаются в сертификационные программы (например, CEH, CISSP), а участники дают подписку о нераспространении опасных техник.

В России правовая база киберподготовки находится в стадии становления. Законы «О безопасности критической информационной инфраструктуры», «О персональных данных» и «Об образовании» не дают прямых указаний на порядок проведения тренировок с использованием вредоносных техник. Это может вызывать сложности при создании учебных платформ, особенно в вузах.

Для решения этой проблемы необходимо разработать единые отраслевые регламенты и этические кодексы, определяющие правила преподавания наступательных методов, хранения и передачи учебных материалов, а также сертификации преподавателей.

Международные организации (NATO, ITU, OECD) всё чаще поднимают тему регулирования киберподготовки. Признётся необходимость создания глобальных стандартов и унифицированной сертификации специалистов, работающих с критической инфраструктурой.

Таким образом, правовые и этические аспекты должны стать неотъемлемой частью всех программ киберобучения. Это не только снижает риски, но и формирует профессиональное киберсообщество, основанное на доверии и ответственности.

Будущее технологий киберподготовки связано с их интеграцией с передовыми цифровыми решениями, такими как искусственный интеллект, облачные вычисления и дополненная реальность. Развитие цифровых двойников, представляющих собой точные копии реальных инфраструктур, позволит проводить детальное тестирование защитных механизмов без необходимости взаимодействия с продуктивными системами. Эти технологии обеспечат возможность моделирования сложных атак, позволяя специалистам вырабатывать эффективные методы противодействия.

Одним из важнейших направлений развития является автоматизация процесса киберподготовки с применением ИИ. Такие системы смогут адаптироваться к уровню подготовки пользователей, формируя индивидуальные учебные траектории и предоставляя персонализированные задания. Это значительно повысит качество обучения, позволяя специалистам получать актуальные знания в соответствии с динамически изменяющимися угрозами.

Важное значение приобретает развитие киберполигонов, интегрированных с национальными системами кибербезопасности. Эти платформы позволяют государственным и корпоративным структурам тестировать свои защитные системы в условиях, максимально приближенных к реальным, и разрабатывать комплексные стратегии противодействия кибератакам. Кроме того, можно ожидать активного роста международного сотрудничества в данной сфере, что приведёт к унификации стандартов киберподготовки и обеспечит единый подход к обучению специалистов на глобальном уровне.

Дополненная и виртуальная реальность также становятся перспективными инструментами киберподготовки. Они позволяют специалистам проходить обучение в интерактивных средах, моделирующих реальные атаки и сценарии защиты. Эти технологии обеспечат более глубокое погружение в процесс обучения, ускоряя развитие практических навыков и сокращая время адаптации специалистов к реальным условиям эксплуатации информационных систем.

Таким образом, развитие технологий киберподготовки направлено на создание адаптивных, интеллектуальных и высокоэффективных систем, способных обеспечить подготовку специалистов нового поколения, готовых противостоять современным вызовам в области информационной безопасности.

Вывод: важную роль в будущем киберподготовки будет играть соблюдение правовых и этических норм. Рост числа платформ для обучения этичному хакингу требует внедрения чётких регламентов, определяющих границы допустимого применения полученных знаний. Специалисты, прошедшие обучение на таких платформах, должны осознавать ответственность за свои действия, особенно в контексте защиты персональных данных, конфиденциальной информации и национальной безопасности. Формирование этического кодекса для участников киберобучения становится необходимым шагом на пути к формированию профессионального и безопасного киберсообщества.

Ключевые направления развития технологий киберподготовки:

- 1) Интеграция ИИ и адаптивного обучения для персонализации учебного процесса;
- 2) Разработка цифровых двойников и реалистичных симуляторов кибератак;
- 3) Расширение национальных и международных киберполигонов;
- 4) Внедрение виртуальной и дополненной реальности в учебный процесс;
- 5) Формирование правовых и этических стандартов обучения специалистов в области ИБ.

Источники информации

1. Полное руководство по обучению в области информационной безопасности // kaspersky.ru URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/preemptive-safety/cybersecurity-training> (дата обращения: 07.03.2025).
2. Киберполигон Ampire // amonitoring.ru URL: <https://amonitoring.ru/product/ampire/> (дата обращения: 07.03.2025).
3. Использование интерактивных систем повышения компетенции в области обеспечения кибербезопасности // cyberleninka.ru URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-interaktivnyh-sistem-povysheniya-kompetentsii-v-oblasti-obespecheniya-kiberbezopasnosti/viewer> (дата обращения: 07.03.2025).
4. Шапы на теме обучения по ИБ: взгляд эксперта // anti-malware.ru URL: <https://www.anti-malware.ru>

malware.ru/analytics/Technology_Analysis/InfoSec-education-expert-view (дата обращения: 07.03.2025).

5. Обзор платформ для практического обучения: направления Offensive и Defensive // securitymedia URL: <https://securitymedia.org/analytics/obzor-platform-dlya-prakticheskogo-obucheniya-napravleniya-offensive-i-defensive.html> (дата обращения: 07.03.2025).

6. Какой кибериммунитет развивают в России и за рубежом // cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberbezopasnost-problemy-i-resheniya/viewer> (дата обращения: 07.03.2025).

7. Этические и правовые аспекты использования нейросетей в создании контента // sky URL: <https://sky.pro/wiki/profession/eticheskie-i-pravovye-aspekty-ispolzovaniya-nejrosetej-v-sozdanii-kontenta/> (дата обращения: 07.03.2025).

Сведения об авторах:

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова»: **Дьяконов В.А.** – студент, **Шарлаев Евгений Владимирович** – к.т.н, доцент кафедры ИВТиИБ.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

<u>Тырышкин С.Ю. Особенности использования эмулированных квантовых вычислителей при управлении технологическими процессами</u>	<u>3</u>
<u>Смагин В.И., Горевой А.О. Фильтрация в линейных дискретных системах с мультипликативными возмущениями и неизвестным входом</u>	<u>7</u>
<u>Никитин С.Д., Мамонтов А.И. О сжатии нейросетей с архитектурой «Трансформер»</u>	<u>12</u>
<u>Кириллов А.И., Шелковников Е.Ю. Обзор способов контроля влажности окружающей среды для автомобильного транспортного средства</u>	<u>17</u>
<u>Тазеев Г.Р., Якунин А.Г. Оценка возможности применения фильтров блума для организации маршрутизации в IoT Mesh-сетях</u>	<u>23</u>
<u>Чиндяскин Е.К., Якунин А.Г. Разработка методики для исследования работы рекурсивных функций СУБД PostgreSQL</u>	<u>28</u>
<u>Волков К.А. Определение скорости фронта горения реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при протекании в многослойных тонкопленочных структурах</u>	<u>32</u>

РАЗДЕЛ 2 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

<u>Ашихмин В.А., Гольдштейн А.Е. Вихретоковый измеритель электропроводности</u>	<u>36</u>
<u>Ганжа В.А., Ганжа А.В. О необходимости дооснащения стендового оборудования устройствами для испытаний льда на одноосное сжатие (растяжение)</u>	<u>41</u>
<u>Великанов Д.А., Пронин С.П. Исследование влияния уровня освещённости на качество изображений, регистрируемых смартфоном</u>	<u>45</u>

<u>Свирков А.С., Лысенко Е.Н. Контроль структурных и электромагнитных характеристик LiZn феррита, изготовленного методом 3D печати и электронно-пучкового нагрева</u>	<u>49</u>
<u>Бобуёк С.А., Суржиков А.П., Власов В.А., Лысенко Е.Н. Прогнозирование изменений магнитных и микроструктурных характеристик ферритов при их механическом измельчении</u>	<u>53</u>
<u>Метелева А.А. Оптико-электронный измеритель линейных параметров движения быстроперемещающихся объектов с уголко-вым дефлектором</u>	<u>58</u>

РАЗДЕЛ 3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ

<u>Амосов С.В., Гребеньков А.А. Разработка информационной системы для гостиницы с функцией бронирования номеров</u>	<u>64</u>
<u>Ахметвакиева А.Н., Ненайденко А.С. Проектирование системы электронного голосования АлтГТУ</u>	<u>69</u>
<u>Рахматулин Н.А., Сучкова Л.И. Разработка мобильного приложения по реализации продукции проводником в пассажирских поездах</u>	<u>73</u>
<u>Зыков В.Е., Гребеньков А.А. Разработка web-приложения для учёта и анализа силовых тренировок</u>	<u>77</u>
<u>Стрельников А.М., Шарлаев Е.В. Разработка инфраструктуры лаборатории сетевых технологий</u>	<u>83</u>
<u>Шачнева П.В. Система управления адаптивным освещением на основе сенсорных данных и машинного обучения</u>	<u>89</u>
<u>Махилин М.А., Гребеньков А.А. Использование стека технологий laravel и php на примере интернет-магазина автозапчастей для российских автомобилей</u>	<u>93</u>
<u>Матвеев Е.В., Сучкова Л.И. Разработка приложения для управления проектами по созданию программных продуктов</u>	<u>97</u>

РАЗДЕЛ 4 ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ, ЭКОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИИ

Утемесов Р.М., Шимко Е.А., Фролова Е.А., Мохнина Д.А. Лабораторный цифровой электрокардиограф 101

Евдулов О.В., Магомадов Р.А.-М., Асхабов У.Р. Автоматизированное термоэлектрическое устройство для лечения эпикондилита локтевого сустава 106

Утемесов Р.М., Шимко Е.А., Мохнина Д.А., Фролова Е.А. Модернизация аппарата «Ультратон - АМП» 110

Шимко Е.А., Утемесов Р.М., Бочкарёва Е.Д., Холодов Д.И. Примеры цифровой аксиографии 115

Евдулов О.В., Кардашев А.М. Автоматизированное термоэлектрическое устройство для лечения радиоиндуцированного орофарингеального мукозита 120

Холмычев Д.А., Сучкова Л.И. Разработка приложения для обучения созданию запросов к базам данных (на примере СУБД PostgreSQL) 125

Мубараков Н.А. Результаты разработки веб-приложения для академического планирования в контексте цифровизации образования 130

Бовкун М.С., Тушев А.Н. Внедрение в обучающее приложение для подготовки к ОГЭ по математике игровых элементов 136

Моисеев С.Г., Сучкова Л.И. Проектирование электронного организатора студента для учебной и внеучебной деятельности 142

Сепко А.А., Сучкова Л.И. Анализ результатов обучения студентов с использованием нечетких правил 148

РАЗДЕЛ 5 ЭЛЕМЕНТЫ, УСТРОЙСТВА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Бессонов А.С., Филяев С.О. Виртуальный прибор для расчета коэффициента нелинейных искажений 153

Тушев А.Н., Кротов Н.Д. Разработка приложения для автоматического создания MIDI файлов из аудио потоков 157

<u>Артеменко А.Д., Гребеньков А.А. Разработка web-сайта для магазина товаров из Азии</u>	<u>163</u>
<u>Бернгардт П.О., Гребеньков А.А. Разработка web-приложения для взаимодействия бойцов и штаба студенческих отрядов АлтГТУ</u>	<u>167</u>
<u>Моисеев С.Г., Сучкова Л.И. Разработка электронного органайзера студента для учебной и внеучебной деятельности</u>	<u>171</u>
<u>Ионов О.В., Гребеньков А.А. Разработка web-ресурса для фанатов творчества Н. Легостева с использованием современных web-технологий</u>	<u>176</u>
<u>РАЗДЕЛ 6 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</u>	
<u>Катракова Е.И., Борискина А.И. Анализ безопасности облачных сервисов в сфере образования</u>	<u>180</u>
<u>Кострова М.О., Яновская С.А., Борискина А.И. Угрозы безопасности персональных данных в информационных системах вузов</u>	<u>185</u>
<u>Афанасьев И.А., Шарлаев Е.В. Протокол дистанционной системы управления объектами через защищённый канал связи</u>	<u>190</u>
<u>Чиндяскин Е.К., Якунин А.Г. Выявление уязвимых рекурсивных функций в SQL – запросах PostgreSQL</u>	<u>196</u>
<u>Дьяконов В.С., Шарлаев Е.В. Анализ тренировочных систем в области информационной безопасности</u>	<u>203</u>