ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2024

(математическое моделирование и информационные технологии в производстве и строительстве, микроэлектроника и оптотехника)

XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

13-14 ноября 2024 г.

СБОРНИК ТРУДОВ

ТОМ 2

СЕКЦИИ 4,5

СМОЛЕНСК
2024

УДК 621.31+621.3+536+621.1+62.003+621.38
И74

ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2024
(математическое моделирование и информационные технологии в производстве и строительстве, микроэлектроника и оптотехника). Сб трудов XIV-ой Межд. науч.-техн. конф.. В 3 т. Т 2. – 2024. – 287с.

ISBN 978-5-91412-539-1

В сборнике публикуются труды участников XIV Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации – 2024», состоявшейся 13-14 ноября 2024 г. в филиале ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, в которых изложены результаты оригинальных научно-технических работ в области математического моделирования и информационных технологий в производстве и строительстве, а также микроэлектроники и оптотехники.

Издание предназначено для научных работников и преподавателей вузов, магистров и аспирантов, осуществляющих исследования в указанных областях.

ISBN 978-5-91412-539-1

©Авторы
©«Универсум»
© филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

СЕКЦИЯ 4
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

А.Э. Абушинов, студент, Р.Г. Мухарлямов, д.ф.м.н., проф.
(Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы)

СТАБИЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛОВ УРАВНЕНИЙ СФЕРИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Динамика механической системы, на которую наложены идеальные удерживающие связи, описывается системой дифференциально-алгебраических уравнений, составленных из уравнений Лагранжа с неопределенными множителями и уравнений связей. Решение этой системы при известных начальных условиях, также соответствующих уравнениям связей, определяет закон движения механической системы. Неточности в задании начальных условий и использование численных или иных приближенных методов решения обычно приводит к накоплению погрешностей, вследствие чего нарушаются уравнения связей и результаты математического моделирования значительно отличаются от соответствующих показателей реального движения. Возрастание отклонений особенно проявляется при определении решения на значительном интервале времени движения, например, в задачах небесной механики [1] и космической баллистики [2],[3].

При численном решении дифференциально-алгебраических уравнений вследствие традиционного метода определения множителей Лагранжа в предположении, что уравнения связей являются первыми интегралами уравнений динамики [4], возникают отклонения от уравнений связей. В [5] было предложено для стабилизации связей использовать линейные комбинации уравнений связей с их производными, которые составляют уравнения возмущений связей с асимптотически устойчивым тривиальным решением. Реакции связей, определяемые предложенным методом, определяются громоздкими расчетами, связанными с вычислениями, обратных матриц. Численное решение уравнений динамики замкнутой системы может оказаться неустойчивым, если дифференциальные уравнения возмущений связей с постоянными коэффициентами имеют равные или близкие корни характеристического уравнения [6].

Более полное решение задачи стабилизации связей дает представление ее как обратной задачи динамики и введение уравнений программных связей [7]. Общий подход, основанный на построении уравнений динамики с заданными свойствами решений [8],[9] позволяет разработать эффективные алгоритмы определения управляющих реакций связей. В случае, когда уравнения связей входят в число независимых первых интегралов, удается значительно упростить процесс вычисления значений множителей Лагранжа. Различные модификации

метода J. Baumgarte [10],[11] используются при построении уравнений динамики твердого тела и механики тел переменной массы. Уравнения движения твердого тела с неподвижной точкой в однородном поле сил имеют частный интеграл, соответствующий уравнениям Пуассона, и первые интегралы, следующие из общих теорем динамики, что позволяет определить выражения управляющих сил реакций и построить уравнения динамики без процедуры вычисления обратной матрицы.

Положение твердого тела в неподвижном пространстве $Ox_0y_0z_o$ с ортами $\boldsymbol{i}_0, \boldsymbol{j}_0, \boldsymbol{k}_0$, определяется углами Эйлера ψ, ϑ, φ , задающими ориентацию связанной с ним подвижной системы отсчета $Oxyz$ с ортами $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$. На тело массы m действует сила тяжести $\boldsymbol{P} = -mg\boldsymbol{k}_0$, приложенная в центре масс, g −ускорение свободно падающего тела,

$$\boldsymbol{k}_0 = \alpha\boldsymbol{i} + \beta\boldsymbol{j} + \gamma\boldsymbol{k},$$

$$\alpha = \sin\vartheta\sin\varphi\,, \quad \beta = \sin\vartheta\cos\varphi\,, \quad \gamma = \cos\vartheta.$$

Движение тела описывается уравнениями кинематики в форме Пуассона

$$\frac{d\alpha}{dt} = r\beta - q\gamma, \qquad \frac{d\gamma_2}{dt} = p\gamma - r\alpha, \qquad \frac{d\gamma}{dt} = q\alpha - p\beta, \tag{1}$$

и уравнениями динамики Эйлера

$$\begin{aligned} &A\frac{dp}{dt} + (C - B)qr = mg(c\beta - b\gamma),\\ &B\frac{dq}{dt} + (A - C)rp = mg(a\gamma - c\alpha),\\ &C\frac{dr}{dt} + (B - A)pq = mg(b\alpha - a\beta), \end{aligned} \tag{2}$$

$$\alpha(t_0) = \alpha_0, \beta(t_0) = \beta_0, \gamma(t_0) = \gamma_0, \quad p(t_0) = p_0,\ q(t_0) = q_0,\ r(t_0) = r_0, \tag{3}$$

A, B, C – моменты инерции относительно осей Ox, Oy, Oz, a, b, c −координаты центра масс, p, q, r −проекции вектора угловой скорости $\boldsymbol{\omega}$ тела. Уравнениям (1) соответствует частный интеграл

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - 1 = 0,$$

система дифференциальных уравнений (1),(2) в соответствии с общими теоремами динамики имеет два первых интеграла:

$$Ap\alpha + Bq\beta + Cr\gamma = c_1, \tag{4}$$

$$\frac{1}{2}(Ap^2 + Bq^2 + Cr^2) + mg(a\alpha + b\beta + c\gamma) = c_2,$$

$$c_1, c_2 - const.$$

Случаи интегрируемости уравнений системы (1),(2) изложены в [12]. Так в случае Лагранжа

$$A = B, a = b = 0, c = 1 \tag{5}$$

уравнения (1),(2) упрощаются и существует четвертый интеграл

$$r = c_3, \qquad c_3 - const. \tag{6}$$

Интегралам (4),(6) и заданным начальным условиям:

$$\alpha(t_0) = \tilde{\alpha}_0,\ \ \beta(t_0) = \tilde{\beta}_0, \gamma(t_0) = \tilde{\gamma}_0,\ p(t_0) = \tilde{p}_0,\ q(t_0) = \tilde{q}_0,\ r(t_0) = \tilde{r}_0, \tag{}$$

ставятся в соответствие уравнения программных связей [13]:

$$f(x) = s, \tag{7}$$

$$x = (\alpha, \beta, \gamma, p, q, r), \qquad s = (s_1, s_2, s_3),$$

$$f_1(x) = A(p\alpha + q\beta) + Cr\gamma - \tilde{c}_{10},$$

$$f_2(x) = \frac{1}{2}(A(p^2+q^2)+Cr^2)+mgc\gamma - \tilde{c}_{20},$$
$$f_3(x) = r - \tilde{c}_{30},$$
$$\tilde{c}_{10} = A\left(\tilde{p}_0\tilde{\alpha}_0 + \tilde{q}_0\tilde{\beta}_0\right) + C\tilde{r}_0\tilde{\gamma}_0,$$
$$\tilde{c}_{20} = \frac{1}{2}(A(\tilde{p}_0^2+\tilde{q}_0^2)+C\tilde{r}_0^2)+mg\tilde{\gamma}_0,$$
$$\tilde{c}_{30} = \tilde{r}_0,$$

полагая, что величины отклонений s_μ удовлетворяют уравнениям возмущений связей

$$\frac{ds}{dt} = S(s,x), \qquad S(0,x) = 0. \tag{8}$$

Уравнения (1),(2) с учетом равенств (5),(7),(8) следует представить как управляемую систему

$$\frac{dx}{dt} = X(x) + u, \tag{9}$$

$$X = \left(X_\alpha, X_\beta, X_\gamma, X_p, X_q, X_r\right), \quad u = \left(u_p, u_q, u_r\right),$$
$$X_\alpha = r\beta - q\gamma, \quad X_\beta = p\gamma - r\alpha, \quad X_\gamma = q\alpha - p\beta,$$
$$X_p = (1-n)qr + k\beta, \quad X_q = (n-1)rp - k\alpha, \quad X_r = 0,$$
$$n = \frac{C}{A}, \quad k = \frac{mgc}{A}, \quad u_p = \frac{R_x}{A}, \quad u_q = \frac{R_y}{A}, \quad u_r = \frac{R_z}{C}.$$

Так как интегралы (4),(6) независимы и $det(FF^T) > 0$, то, учитывая равенство

$$FX(x) = 0, \qquad F = \frac{\partial f}{\partial x},$$

из уравнений (7)-(9) определяется выражение вектора управления u:

$$u = F^T\lambda, \qquad \lambda = (FF^T)^{-1}S(s,x).$$

Полагая $S(s,x) = (FF^T)Y(s,x)$, $Y(0,x) = 0$, можно получить выражение для вычисления управляющих реакций связей, не содержащее обратной матрицы.

$$u = F^T(x)Y(s,x). \tag{10}$$

Уравнение возмущений связей (8) имеет тривиальное решение $s = 0$. Необходимым условием стабилизации связей $f(x) = 0$ является асимптотическая устойчивость тривиального решения $s = 0$ уравнения возмущений связей (8). Условия устойчивости определяются методом функций Ляпунова, выбирая функцию $V = V(s,x)$ в виде положительно определенной квадратичной формы относительно s. Если $2V = s^TLs$, $L-$ постоянная симметричная матрица коэффициентов, удовлетворяющая условиям Сильвестра, то производная функции V оказывается равной

$$\frac{dV}{dt} = s^TL(FF^T)Y(s,x).$$

Полагая $Y(s,x) = K(x)s$, где $K(x)-$ квадратная матрица, получаем производную функции V в виде квадратичной формы, которую можно сделать определенно отрицательной выбором матрицы $K(x)$. Если $K(x) = -L$, то

$$\frac{dV}{dt} = -s^TLFF^TL^Ts = -(F^TLs)^2 = -u^2(x),$$

и тривиальное решение уравнения возмущений связей

$$\frac{ds}{dt} = -(FF^T)Ls$$

устойчиво асимптотически. Движение твердого тела со стабилизацией интегралов описывается уравнением

$$\frac{dx}{dt} = X(x) - F^T(x)Lf(x), \qquad x(t_0) = x_0.$$

В итоге получена система уравнений динамики замкнутой системы, которая позволяют определить область начальных отклонений, гарантирующих заданные пределы последующих отклонений возмущенных движений. При надлежащем выборе пределов отклонения система позволяет обеспечить стабилизацию связей, определяющих цель управления.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда и г. Москвы, проект № 23–21–10065 (https://rscf.ru/project/23-21-10065/).

Литература

1. Baumgarte, J., “Numerical stabilization of the differential equations of Keplerian motion, “Celestial Mech., 5 (1972), 490–501.
2. Azimov, D.M. Analytical Solutions for Extremal Space Trajectories. Elsevier. Butterworth-Heinemann. ISBN: 978-0-12-814058-1. Published in September, 2017. 317 p.
3. I.E. Kaspirovich, K.Z. Kaspirovich, R.G. Mukharlyamov. Application of Baumgarte Constraint Stabilization to Inverse Dynamical Problem // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2024, Vol. 45, No. 1. – Pp. 416–425. Baumgarte J. Stabilization of constraints and integrals of motion in dynamical systems // Comp. Math. Appl. Mech. Eng. 1 (1972), 1-16.
4. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики. – Рипол Классик, 2013.
5. *Baumgarte J.* Stabilization of constraints and integrals of motion in dynamical systems // Comp. Math. Appl. Mech. Eng. 1 (1972), 1-16.
6. *Мухарлямов Р.Г.* Стабилизация связей в системах управления динамикой механической системы // XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: Сборник трудов в 4 томах. Т.1. Общая и прикладная механика. – Уфа. РИЦ БашГУ. 2019. С. 155-157.
7. *Mukharlyamov R.G.* Analysis of possible solutions of some inverse dynamical problem with regard for constraint stabilization / *R. G. Mukharlyamov and I. E. Kaspirovich.* // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2024, Vol. 45, No 1. – pp. 472-477.
8. Мухарлямов Р.Г. О построении систем дифференциальных уравнений движения механических систем // Дифф. уравнения. 2003. Вып. 39, No 3, с. 343-353.
9. Мухарлямов Р.Г. Стабилизация движений механических систем на заданных многообразиях фазового пространства // ПММ. 2006. Том 70. No 2. С 236-249.
10. Roberson, R.E. (1978). Constraint Stabilization for Rigid Bodies: an Extension of Baumgarte’s Method. In: Magnus, K. (eds) Dynamics of Multibody Systems. IUTAM. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-86461-2_23.
11. Мухарлямов Р. Г., Киргизбаев Ж. К. Управление программным движением и обратные задачи динамики систем переменной массы. – 2020.
12. *И.Н. Гашененко, Г.В. Горр, А.М. Ковалев.* Классические задачи динамики твердого тела. Киев. Наукова думка. 2012. 401 с.
13. *Р.Г. Мухарлямов.* О построении дифференциальных уравнений систем с программными связями // Международная конференция «Дифференциальные уравнения и их приложения». Сборник трудов (Казань, 6 –7 июня 2024 г.). Казань, КФУ, 2024. – С. 101-102.

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; В.А. Михайлова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ

Для подавляющего большинства экономических субъектов организационно-хозяйственная деятельность связана с хранением товаров (например, учёт, транспортировка и другие логистические операции) [1]. Это обусловлено тем, что склады (или специализированные производственные помещения) могут использоваться не только для хранения реализуемой продукции, но и для обеспечения собственных средств организации (оборудование, канцелярские принадлежности и т.п.).

Учет хранимых товаров является важной задачей, требующей всесторонней автоматизации, в частности, предполагающей использование специализированных информационных сред. В число основных востребованных функций систем учета товаров на складе можно включить не только формирование отчетной документации и актов, но и синхронизацию с различными сервисами (например, система поиска товаров на складе).

Существенная проблема используемых информационных сред, позволяющих автоматизировать процессы учёта товаров на складе, заключается в том, что они являются зарубежными. Иными словами, в условиях современной геополитической обстановки на наше государство и отдельные экономические субъекты оказывается давление посредством санкций и ухода зарубежных компаний. То есть, использование таких информационных систем является крайне рискованным, что обуславливает актуальность настоящего исследования. С другой стороны, для многих малых экономических субъектов требуется недорогое логистическое программное обеспечение. Целью данного исследования является подтверждение актуальности разработки отечественной и недорогой системы учета товаров на складе.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо рассмотреть наиболее часто используемые информационные среды автоматизации учета товаров на складе:

1. Информационные системы с низкой степенью интеграции, например, программа *MS Excel* (рисунок 1), предоставляемая компанией *Microsoft* в составе с операционными системами *Windows*. В данном случае информационная среда имеет табличное представление, может быть синхронизирована с другими таблицами в той же среде. Низкая степень интеграции обусловлена тем, что среда не имеет возможности интеграции со специализированными сервисами, то есть, обновление информации осуществляется исключительно в ручном режиме оператором. При этом информационная среда будет крайне неудобной при товарной номенклатуре экономического субъекта, превышающей 100 единиц.

Наименование	Стоимость, руб.	Продажи (1кв), шт.	Сумма, руб.
Стол компьютерный	11 990	25	299 750
Кресло рабочее	4 990	22	109 780
Монитор 24 LED	14 990	45	674 550
Системный блок	19 990	39	779 610
Мышь беспроводная	790	120	94 800
Клавиатура проводная	1 490	97	144 530

Наименование	Стоимость, руб.	Продажи (2кв), шт.	Сумма, руб.
Стол компьютерный	11 990	26	311 740
Кресло рабочее	4 990	23	114 770
Монитор 24 LED	14 990	48	719 520
Системный блок	19 990	41	819 590
Мышь беспроводная	790	127	100 330
Клавиатура проводная	1 490	102	151 980

Наименование	Стоимость, руб.	Продажи (3кв), шт.	Сумма, руб.
Стол компьютерный	11 990	32	383 680

Рисунок 1 – Ведение учета товара с использованием *MS Excel*

2. Информационная среда для учета товара средней степени интеграции *Moy Sklad* (рисунок 2). Разработчиком информационной среды является отечественный экономический субъект ООО «Логнекс», организационно-хозяйственная деятельность которого сопряжена с различными информационными технологиями. Информационная среда *Moy Sklad* является облачным сервисом, то есть для его использования необходимо наличие доступа к сети Интернет и соответствующие права пользователя [2].

Наименование	Остаток	Неснижаемый остат...	Резерв	Ожидание	Доступно	Ед. изм.	Оптовая
Диск	150		110	0	40		100,00
Колесо	149		3	0	146	шт	3 000,00
Шина	−1		0	0	−1		200,00
Ботинки/Кожаные							
Ботинки зимние	−1	0	0	0	−1		5 000,00
Ботинки зимние (40)	13	0	6	0	7		5 000,00
Ботинки зимние (41)	9	0	2	5	12		5 000,00
Ботинки зимние (42)	9	0	2	5	12		5 000,00
Сапоги женские	−1		0	0	−1		6 000,00

Рисунок 2 – Ведение учета товара с использованием *Moy Sklad*

С одной стороны, отсутствие необходимости развертывания сервиса на персональных компьютерах снимает определенные амортизационные расходы с

предприятия, однако во многих организациях доступ к Интернету может быть невозможен в связи с политикой предприятия. Информационная среда обеспечивает полноценную функциональность для экономических субъектов, чья товарная номенклатура не превышает 10000 единиц.

3. Информационная среда для учета товара высокой степени интеграции 1С-Склад (рисунок 3). Отличительной чертой является интеграция с другими сервисами бухгалтерского учета 1С (уход товара, получение прибыли).

Рисунок 3 – Ведение учета товара с использованием 1С-Склад

Информационная среда обеспечивает полноценную функциональность для экономических субъектов с товарной номенклатурой 10000 единиц и более.

Среди рассмотренных информационных сред для автоматизированного учета товаров на складе для малых предприятий наилучшим образом могла бы подойти среда низкой степени интеграции, однако функциональность таких программ не высокая. Кроме того, подавляющее большинство таких программ являются зарубежными. Отечественные информационные среды средней и высокой степени интеграции также не подходят для малых предприятий ввиду ограничений при отсутствии выхода в Интернет или высокой стоимости. То есть разработка системы учета товаров на складе является актуальным направлением современных информационных технологий.

Таким образом, рассмотрены основные информационные среды для автоматизации учета товаров на складе, в ходе рассмотрения которых была подтверждена актуальность разработки дешевой и функциональной отечественной информационной среды для решения задач учета на складе.

Литература

1. Балдин, К.В Информационные системы в экономике: Учебник / К.В Балдин, В.Б. Уткин. - М.: Дашков и К, 2015. - 395 с.

2. Джанбулатова, С.М. Задачи и принципы построения автоматизированных систем и информационных систем// Экономика и социум. - 2014. - № 4-2. - С. 1040.

М.Ю. Воротилова, маг.; О.В. Булыгина, к.э.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)
Д.Д. Ярцев, асп.
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА КАНДИДАТОВ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ МАССОВЫХ ВАКАНСИЙ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ КОСЯКА РЫБ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Массовый рекрутинг представляет собой процесс одновременного привлечения большого количества кандидатов на множество открытых вакансий. Такая ситуация характерна для крупных компаний, активно расширяющих штат сотрудников, а также для организаций, испытывающих высокую текучесть кадров. Качественное проведение массового рекрутинга требует значительных временных, финансовых и трудовых затрат, связанных с обработкой большого объема входящих резюме, оценкой профессиональных и личностных качеств кандидатов, а также принятием обоснованных решений о найме. В условиях масштабного притока соискателей компании сталкиваются с проблемой эффективной обработки и анализа поступающих резюме. Ручной просмотр и оценка каждого кандидата становятся трудоемкими и затратными по времени задачами, что приводит к снижению качества отбора, пропуску потенциально ценных кадров и увеличению риска ошибочных кадровых решений. Согласно исследованию консалтинговой компании The Boston Consulting Group (BCG), порядка 45% занятых на рынке труда в России не соответствуют требованиям занимаемых ими рабочих мест. Одной из причин, приводящих к найму не соответствующих требованиям должности кандидатов, является неэффективный процесс отбора, что негативно отражается на производительности труда и влечет дополнительные затраты на обучение и замену персонала [1].

Вопрос оптимизации процессов массового рекрутинга привлекает внимание разных исследователей в области управления человеческими ресурсами. В работах Фалягка Э., Цакалидис А., Цимас Г., Сингх А., Роуз С., Вишвесвария К., Чентамаракшан В., Камбхатла Н. предлагаются различные подходы к автоматизации и повышению эффективности обработки резюме (в частности, использование систем управления кандидатами (ATS), текстовая аналитика и машинное обучение) [2, 3]. Данные решения имеют ряд ограничений, связанных с необходимостью ручной настройки правил фильтрации и сложностью учета неструктурированной информации в резюме. Это делает актуальной разработку комплексного подхода к автоматизации процесса массового рекрутинга, который бы обеспечивал гибкость в определении критериев отбора и способствовал принятию обоснованных кадровых решений.

В качестве решения обозначенных проблем предлагается разработка метода поддержки принятия решений на основе нечеткой логики и метаэвристического алгоритма косяка рыб (FSS - Fish School Search, FSS). Он будет осуществлять отбор наиболее подходящих кандидатов на основе

критериев и распределять их по соответствующим вакансиям. Процедура проведения массового рекрутинга с использованием предлагаемого метода поддержки принятия решений на основе нечеткой логики и биоинспирированного алгоритма оптимизации поиска косяком рыб представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма оптимизации массового отбора кандидатов на основе ANFIS и FSS

Процесс поддержки принятия решений можно разделить на два основных этапа:

1) Ранжирование критериев отбора: приоритет критерия определяется с применением методов нечеткой логики. В качестве инструментального средства была выбрана нейро-нечеткая система вывода ANFIS благодаря возможности учитывать неопределенность и субъективность критериев отбора кандидатов, присущих процессу рекрутинга [4,5]. На основе экспертных оценок и исторических данных об успешности найма формируются обучающие примеры, отражающие зависимость между входными критериями (образование, опыт работы, профессиональные навыки и т.д.) и выходной переменной (степенью соответствия кандидата требованиям вакансии). Нейро-нечеткая система обучается на этих примерах, настраивая параметры функций принадлежности и правила нечеткого вывода, что позволяет определить относительную значимость каждого критерия для конкретной вакансии. Использование ANFIS дает возможность автоматически настраивать функции принадлежности нечетких множеств на основе обучающих данных, что повышает адаптивность системы к специфике конкретной организации и вакансии.

2) Поиск «оптимального» набора кандидатов: оптимизация проводится с помощью FSS-алгоритма, вдохновленного коллективным поведением косяков рыб в природе [6]. Этот алгоритм моделирует процесс поиска решений в многомерном пространстве, где каждая рыба представляет собой потенциальное решение, характеризующееся набором критериев отбора. Движение рыб в косяке определяется тремя основными операторами: индивидуальным движением, коллективно-инстинктивным движением и коллективно-волевым движением. Индивидуальное движение отражает стремление каждой рыбы улучшить свою позицию в соответствии с локальной целевой функцией, учитывающей приоритетность критериев, определенную на первом этапе с помощью ANFIS. Коллективно-инстинктивное движение моделирует тенденцию рыб следовать за лидером косяка, что позволяет эффективно исследовать перспективные области пространства решений. Коллективно-волевое движение вносит элемент случайности и способствует избеганию застревания в локальных оптимумах.

В результате формируется ранжированный список кандидатов, наиболее соответствующих требованиям вакансии, с учетом приоритетности критериев отбора. Рекрутеры могут использовать этот список для принятия обоснованных решений о приглашении кандидатов на собеседования и проведения дальнейшего отбора. Информационной система, реализующая предлагаемый метод, основанный на алгоритмах ANFIS и FSS, позволит автоматизировать процесс массового рекрутинга, динамически настраивая критерии отбора под специфику конкретной вакансии. В свою очередь, это повысит качество и скорость принятия кадровых решений в процессе массового рекрутинга. Применение данной системы позволит решить ряд ключевых проблем, с которыми сталкиваются компании при обработке большого потока входящих резюме.

Во-первых, использование ANFIS для определения приоритетности критериев отбора кандидатов обеспечивает гибкость и адаптивность системы к специфике конкретной организации и вакансии. Обучение ANFIS на исторических данных об успешных наймах позволяет автоматически настраивать функции принадлежности и правила нечеткого вывода, что повышает «качество» оценки соответствия кандидатов требованиям должности.

Во-вторых, применение алгоритма FSS для формирования оптимального набора кандидатов способствует эффективному поиску наилучших решений в многомерном пространстве критериев. Моделирование коллективного поведения рыб позволяет учитывать как индивидуальные характеристики кандидатов, так и их взаимосвязи, что приводит к формированию «обоснованного» ранжированного списка соискателей.

В-третьих, автоматизация процесса отбора кандидатов с помощью информационной системы, реализующей предложенный подход, значительно сокращает временные и трудовые затраты рекрутеров на ручной просмотр и оценку резюме, что позволяет сосредоточить усилия HR-специалистов на углубленном анализе и взаимодействии с наиболее перспективными кандидатами, повышая эффективность всего процесса найма.

Таким образом, предлагаемый подход к поддержке принятия кадровых решений на основе ANFIS и FSS представляет собой перспективный инструмент для формирование оптимального набора кандидатов для заполнения множества вакансий. Его внедрение будет способствовать повышению качества и скорости отбора кандидатов, снижению риска ошибочных кадровых решений и, как следствие, улучшению результатов деятельности организации. Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на расширение возможностей за счет интеграции дополнительных источников данных, таких как профили кандидатов в социальных сетях, результаты онлайн-тестирований и оценки компетенций.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-11-00335, https://rscf.ru/project/22-11-00335/.

Литература

1 Исследование: почти половина россиян находятся в «квалификационной яме» [Электронный ресурс] // Tass. 2020. URL: https://tass.ru/ekonomika/10256265

2 Faliagka E., Tsakalidis A., Tzimas G. An integrated e-recruitment system for automated personality mining and applicant ranking // Internet Research. 2012. № 5. С. 551-568.

3 Singh A., Rose C., Visweswariah K., Chenthamarakshan V., Kambhatla N. Prospect: A system for screening candidates for recruitment // Proceedings of the 19th ACM International Conference on Information and Knowledge Management. 2010. С. 659-668.

4 Пучков А.Ю., Дли М.И., Лобанева Е.И. Нейро-нечеткий классификатор состояния технологического процесса // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2021. № 57 (83). С. 105-110.

5 Булыгина О. В., Ярцев Д. Д., Прокимнов Н. Н., Верейкина Е. К. Направления гибридизации алгоритмов роевого интеллекта и нечеткой логики для решения оптимизационных задач в социально-экономических системах // Прикладная информатика. 2024. Т.19. №5. С.45-67.

6 Bastos Filho C.J.A., de Lima Neto F.B., Lins A.J.C.C., Nascimento A.I.S., Lima M.P. A novel search algorithm based on fish school behavior // 2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. 2008. С. 2646-2651.

О.В. Булыгина, к.э.н., доц.; М.Ю. Воротилова, маг.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)
Д.Д. Ярцев, асп. (ФГБНУ «Росинформагротех»)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПРИОРИТЕЗАЦИИ КРИТЕРИЕВ ОТБОРА В МАССОВОМ РЕКРУТИНГЕ

В современных условиях динамичного развития рынка труда и усиливающейся конкуренции за квалифицированные кадры «улучшение» процесса подбора персонала становится ключевым фактором успеха организаций любого размера и вида экономической деятельности. В рамках данного направления немаловажную роль играет выявление наиболее значимых критериев, использование которых повысит эффективность процесса отбора кандидатов и качество принимаемых кадровых решений.

Особую значимость данная задача имеет для массового рекрутинга, отличающего необходимостью обработки большого количества заявок в сжатые сроки. С одной стороны, это обусловлено необходимостью сокращения временных и трудовых затрат на выполнение процесса отбора кандидатов, а с другой – повышением «качества» его результатов. Четкое понимание важности каждого критерия позволяет сосредоточить усилия на ключевых аспектах, существенно сокращая время на обработку заявок и формируя «научно» обоснованный подход к организации процесса отбора. Возможность оперативно менять приоритет критериев обеспечивает необходимую адаптивность, позволяя быстро реагировать на изменения в требованиях к кандидатам.

На сегодняшний разработано множество методов определения важности критериев отбора кандидатов. Наибольшее распространение получили методы экспертных оценок, анализа иерархий, корреляционно-регрессионного анализа. Однако указанные методы имеют ограничения, снижающие эффективность их применения для массового рекрутинга, что связано с необходимостью обработки большого объема информации различного «качества». На практике зачастую приходится иметь дело с неполной или неточной информацией о кандидатах, а также с неметрическими характеристиками, которые сложно обрабатывать с помощью традиционных методов. Кроме того, многие методы не позволяют при определении важности критериев отбора учитывать специфику предметной области, в частности особенности деятельности организации и ее корпоративной культуры. В свою очередь, это может приводить к несоответствию между формальными требованиями к кандидатам и реальными потребностями организации. Таким образом, возникает необходимость в разработке нового метода приоритезации критериев, позволяющего обрабатывать метрические и/или неметрические характеристики и экспертную информацию, для определения их значимости при проведении массового рекрутинга. Для решения поставленной задачи можно воспользоваться методами нечеткой логики, позволяющими осуществлять поддержку принятия решений в условиях информационной неопределенности,

в частности системами нечетко-логического вывода, которые с помощью базы продукционных правил могут успешно решать задачи ранжирования объектов [1]. Наибольшее распространение получили системы нечеткого вывода Mamdani, Sugeno, ANFIS и Larsen, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения. Для выбора наиболее подходящей был проведен их сравнительный анализ по ряду ключевых характеристик, результаты которого приведены в таблице 1 [2-3].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика систем нечеткого вывода

Характеристика	Mamdani	Sugeno	ANFIS	Larsen
Тип выходных данных	Нечеткое множество	Линейная комбинация входов или константа	Четкое значение	Нечеткое множество
Интерпретируемость	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая
Вычислительная сложность	Высокая	Низкая	Средняя	Высокая
Точность	Средняя	Высокая	Очень высокая	Средняя
Адаптивность	Низкая	Средняя	Высокая	Низкая
Способность к обучению	Нет	Ограниченная	Высокая	Нет
Устойчивость к шумам в данных	Средняя	Высокая	Высокая	Средняя
Гибкость настройки	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая
Скорость вывода	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая
Потребность в обучающих данных	Низкая	Средняя	Высокая	Низкая

Система Mamdani обладает высокой интерпретируемостью и гибкостью настройки, но имеет высокую вычислительную сложность. Система Sugeno отличается высокой точностью, низкой вычислительной сложностью, но уступает в интерпретируемости. ANFIS демонстрирует очень высокую точность и адаптивность, а также способность к обучению, но требует большого объема обучающих данных и имеет низкую интерпретируемость. Система Larsen схожа по характеристикам с системой Mamdani, но требует большего времени ввиду использования операции «нечеткого умножения».

Учитывая специфику задачи, в которой нужно соблюдать баланс между интерпретируемостью, точностью и адаптивностью, наиболее подходящей является система ANFIS [4], которая демонстрирует достаточно высокую точность и устойчивость к шумам в данных, что важно для принятия обоснованных решений при работе с неполной и/или неточной информацией о кандидатах. Эта система способна адаптироваться к изменяющимся требованиям к кандидатам, что часто встречается в практике рекрутинга, а также повышать свою производительность путем обучения на основе накопленных данных.

Использование нейро-нечеткой системы ANFIS для приоритезации критериев отбора кандидатов может обеспечить следующие положительные эффекты:

- учет важности критериев при отборе кандидатов позволит фокусироваться на наиболее значимых характеристиках, что приведет к найму более «подходящих» организации сотрудников;
- снижение субъективности, т.е. влияния личных предпочтений и предубеждений рекрутеров на процесс ранжирования критериев;
- способность быстро адаптироваться к изменениям в требованиях к кандидатам, которые могут быть вызваны изменениями тенденций на рынке труда, специфики деятельности организации, ее корпоративной культуре и т.п.;
- использование накопленного опыта для совершенствования процессов массового рекрутинга;
- возможность одновременной обработки большого количества схожих заявок для различных заказчиков;
- повышение удовлетворенности процессом отбора заказчиков ввиду использования «персонализированного» подхода к отбору кандидатов, и как следствие, улучшение имиджа рекрутингового агентства.

Таким образом, применение нечеткой логики, в частности системы ANFIS, для определения важности критериев отбора кандидатов, представляется перспективным решением, способным значительно повысить эффективность и качество процессов массового рекрутинга. Предложенный подход открывает новые перспективы в области управления человеческими ресурсами, позволяя организациям более эффективно реагировать на вызовы современного рынка труда. Дальнейшее развитие предложенного подхода может быть направлено на его интеграцию с другими передовыми методами и технологиями в области управления персоналом. Интересным направлением может стать разработка гибридных систем, сочетающих нечеткую логику с метаэвристическими алгоритмами оптимизации [5], открыв новые возможности для создания более гибких и эффективных систем поддержки принятия решений в области массового рекрутинга.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект №FSWF-2023-0012.

Литература

1. Булыгина О.В., Емельянов А.А., Емельянова Н.З. Назначение приоритетов в технологических хабах на основе имитационного моделирования и нечеткой логики // Прикладная информатика. 2017. Т. 12. № 5 (71). С. 71-92.
2. Comparison Between Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference System [Электронный ресурс] // Geeksforgeeks. 2020. URL: https://www.geeksforgeeks.org/comparison-between-mamdani-and-sugeno-fuzzy-inference-system/
3. Jyh-Shing Roger Jang ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System // IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. 1993. № 3. С. 665-685.
4. Пучков А.Ю., Дли М.И., Лобанева Е.И. Нейро-нечеткий классификатор состояния технологического процесса // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2021. № 57 (83). С. 105-110.
5. Булыгина О. В., Ярцев Д. Д., Прокимнов Н. Н., Верейкина Е. К. Направления гибридизации алгоритмов роевого интеллекта и нечеткой логики для решения оптимизационных задач в социально-экономических системах // Прикладная информатика. 2024. Т.19. №5. С.45-67.

О.В. Булыгина, к.э.н., доцент; В.А. Дружинина, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТ-КОНТРОЛЛИНГА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ

Высоко динамичная рыночная среда вынуждает организации заниматься разработкой и реализацией разнообразных проектов в целях выживания в условиях усиливающейся конкуренции [1]. Крупные компании, обладающие достаточными ресурсами, могут реализовывать множество проектов, направленных на развитие существующих видов бизнеса и создание новых.

Одним из наиболее быстро развивающихся направлений является автоматизация бизнес- и технологических процессов, которая предполагает реализацию разнообразных ИТ-проектов. На сегодняшний день существует множество инструментов для организации эффективного управления такими проектами, которые могут использоваться на различных этапах их разработки и реализации. Сквозной характер носит такой процесс, как ИТ-контроллинг, который позволяет не только отслеживать выполнение каждого проекта, но и формировать сбалансированный портфель проектов, соответствующий стратегическим целям организации.

Контроллинг – концепция системного управления и способ мышления менеджеров, в основе которых лежит стремление обеспечивать долгосрочное эффективное функционирование организации. ИТ-контроллинг охватывает множество аспектов управления проектами (распределение ресурсов, анализ рисков, контроль качества, соответствие бизнес-целям и т.п). Его роль заключается не только в мониторинге и оценке хода выполнения ИТ-проектов, но и в предоставлении данных для принятия управленческих решений на всех этапах его реализации.

Формирование сбалансированного портфеля проектов является важнейшим элементом стратегического управления, поскольку позволяет организации не только эффективно использовать свои ресурсы, но и добиваться поставленных целей в рамках заданных ограничений [2]. «Неграмотный» выбор ИТ-проектов может привести к недостижению стратегических целей, перерасходу бюджета и неэффективному использованию человеческих и материальных ресурсов.

В этой статье рассмотрим особенности использования инструментов ИТ-контроллинга и их значимость для успешного управления портфелем проектов. Высокая неопределенность проектного окружения приводит к необходимости применения специализированных экономико-математических методов и инструментальных средств для обработки информации, которая порой плохо структурирована [3]. На рисунке 1 представлено распределение различных инструментов ИТ-контроллинга по этапам процесса формирования портфеля, начиная идентификацией проектов и заканчивая анализом их результатов.

Рисунок 1 – Инструменты ИТ-контроллинга на различных этапах формирования портфеля проектов

Согласно рисунку 1, в процессе формирования портфеля проектов могут применяться следующие инструменты ИТ-контроллинга:

- системы сбора идей помогают автоматизировать процесс разработки новых предложений и идентифицировать потенциально успешные проекты;
- инструменты анализа потребностей оценивают соответствие новых проектов стратегическим целям компании и ожиданиям бизнеса;
- системы оценки KPI отслеживают показатели эффективности проектов

(например, ожидаемая рентабельность инвестиций, сроки выполнения, затраты на реализацию и т.п.);

- системы управления рисками помогают выявлять и оценивать риски проектов, результаты чего будет основанием для принятия решения о включении их в портфель;
- системы поддержки принятия решений визуализируют и помогают анализировать данные о проектах, чтобы сформировать обоснованные выводы об их приоритете [4];
- системы управления ресурсами позволяют в автоматизированном режиме оценивать доступные ресурсы (время, финансы, персонал) и распределять их между проектами с учетом их приоритетности;
- программные платформы для управления портфелем проектов агрегируют информацию по всем проектам и предоставляют единый интерфейс для управления портфелем;
- системы анализа финансовых затрат помогают контролировать выполнение бюджета и оценивать экономическую эффективность проекта;
- инструменты мониторинга проектов позволяют следить за выполнением задач, сроками и управлять изменениями в проекте;
- системы отчетности и визуализации данных используются для создания отчетов о ходе выполнения проектов в портфеле, что помогает руководству оперативно реагировать на изменения;
- системы анализа данных помогают анализировать результаты реализации проектов и оценивать их соответствие установленным KPI;
- инструменты обратной связи собирают отзывы участников проектов для улучшения процессов в будущем.

Использование инструментальных средств для автоматизации процесса формирования портфеля проектов обычно зафиксирует в ИТ-стратегии, которая, в свою очередь, нацелена на реализацию корпоративной стратегии и достижение стратегических целей организации. Таким образом, разработка продуманной ИТ-стратегии в комплексе с применением инструментов ИТ-контроллинга должно повысить эффективность портфеля ИТ-проектов для обеспечения организации дополнительных конкурентных преимуществ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-11-00335, https://rscf.ru/project/22-11-00335/.

Литература

1 Булыгина О.В., Тюкаев Д.А., Яшин Е.С. Оптимизация портфеля проектов импортозамещения наукоемкой продукции с использованием модифицированного алгоритма пчелиных колоний // Бизнес. Образование. Право. 2024. №2. С.125-131

2. Булыгина О. В., Ярцев Д. Д., Прокимнов Н. Н., Верейкина Е. К. Направления гибридизации алгоритмов роевого интеллекта и нечеткой логики для решения оптимизационных задач в социально-экономических системах // Прикладная информатика. 2024. Т.19. №5. С.45-67.

3 Gadatsch A. IT Controlling: From IT cost and activity allocation to smart controlling. Springer Nature, 2023.

4 Дли М.И., Стоянова О.В. Способы представления экспертных данных в системах поддержки принятия решений по управлению сложными проектами // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 7. С. 21-28.

О.В. Булыгина, к.э.н., доц.; В.А. Дружинина, маг.;
(Филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА «СЕРЫХ ВОЛКОВ» И НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

В современных условиях ключевым способом преодоления последствий санкционного воздействия на российскую экономику является активизация деятельности по созданию производств импортозамещающей продукции. На сегодняшний день существует множество государственных программ финансовой и регуляторной поддержки разработчиков такой продукции. В этой связи возникает актуальная задача формирования портфеля, в который будут входить проекты, претендующие на получение господдержки.

Указанная задача относится к условной оптимизации, поскольку предполагает отбор экономически эффективных и социально значимых проектов, который будет выполняться по множеству параметров (ресурсы, риски и т.п.) и в рамках бюджетных ограничений. В профильной литературе можно найти множество методов формирования портфеля проектов (наиболее известные представлены в таблице 1), однако каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

Таблица 1 – Традиционные методы формирования портфеля проектов

Метод	Описание	Достоинства	Недостатки
Метод линейного программирования	Используются математические модели для определения оптимального набора проектов с учетом ресурсных ограничений.	Обеспечивает математически обоснованный результат.	Сложность в построении моделей. Ограниченные возможности при учете нечисловых факторов.
Метод анализа выгод и затрат (Cost-Benefit Analysis, CBA)	Систематически оцениваются потенциальные выгоды и затраты каждого проекта.	Простой и интуитивно понятный подход. Упрощает выбор проектов на основе экономической рентабельности.	Трудности в количественной оценке нематериальных выгод и рисков. Не всегда подходит для проектов с долгосрочными результатами. Сложно учесть внешние факторы.
Метод анализа рисков и неопределенности (Risk and Uncertainty Analysis)	Оцениваются риски для каждого проекта. Используются сценарный анализ или метод Монте-Карло для прогнозирования результатов.	Позволяет анализировать риски. Подходит для проектов с высокой степенью неопределенности.	Требует сложных вычислений и моделирования. Высокая степень неопределенности может снижать точность прогнозов. Не всегда применим в условиях жестких ограничений.

Исходя из таблицы 1, можно выделить следующие общие недостатки приведенных традиционных методов формирования портфеля проектов:

- трудности учета неопределенности (в процессе реализации проектов могут возникать различные рисковые ситуации, приводящие к изменениям временных и финансовых параметров) [1];
- ограниченные возможности по адаптации к динамичным условиям реализации проектов (например, изменения в нормативно-правовой базе);
- наличие субъективности при оценке параметров, которые являются неметрическими или квазиметрическими;
- отсутствие процедур по учету взаимосвязей между проектами (например, для продукции, производимой в рамках технологической цепи).

В общем, следует отметить, что несмотря на разнообразие методов формирования портфелей проекта, ни один из них не является универсальными [2]. Выбор конкретного метода определяется специфическими особенностями рассматриваемой предметной области. В то же время существуют задачи, для решения которых целесообразна разработка «специализированных» инструментов. Например, можно использовать метаэвристические методы, которые позволяют находить близкие к оптимальным решения за приемлемое время, в том числе в условиях недостатка полных и точных знаний о пространстве поиска. Широкой популярностью сегодня пользуются биоинспирированные методы, основанные на моделировании коллективного поведения живых организмов (бактерий, насекомых, рыб, рыб, млекопитающих и т.п.).

В этой статье предлагается для определения «наилучшего» состава портфеля использовать подход, основанный на сочетании алгоритма «стаи серых волков» (Grey Wolf Optimizer - GWO) и нечеткой кластеризации. Их Алгоритм GWO вдохновлен поведением стаи волков: он используют «социальную» иерархию и моделирует стратегию окружения, загона и атаки на крупную добычу. В контексте формирования портфеля проектов GWO помогает находить лучшие комбинации проектов, минимизируя или максимизируя целевую функцию (например, совокупные затраты или риски) [3]. Алгоритм завершает свою работу по достижению заданного количества итераций или точности решений.

Кластеризация используется для группировки пространства решений (проектов) по схожим характеристикам с целью сокращения времени выполнения алгоритма [4]. Нечеткая кластеризация используется для деления данных на кластеры, где элементы могут в различной степени принадлежать нескольким из них. В контексте портфеля проектов это позволяет разделить проекты на группы по сходным характеристикам, таким как риски, выгоды или сроки реализации.

На рисунке 1 показана схема предложенного алгоритма формирования портфеля проектов, основанного на комплексном использовании методов роевого интеллекта и нечеткой кластеризации. К преимуществам предлагаемого метода можно отнести [5]:

- использование нечеткой логики, позволяющее учитывать неточность и неполноту информации о проектах;

- объединение алгоритма «стаи серых волков» и нечеткой кластеризации позволяет эффективно решать многомерные задачи оптимизации с большим пространством решений;

- гибкость, так как алгоритм может быть адаптирован к количественным и качественным изменениям.

Рисунок 1 – Схема гибридного метода формирования портфеля проектов на основе алгоритма GWO и нечеткой кластеризации

Таким образом, разработка нового комплексного алгоритма позволит повысить точность принимаемых решений по формированию портфеля проектов, уменьшить риски, связанные с выбором проектов, а также оптимизировать использование ресурсов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-11-00335, https://rscf.ru/project/22-11-00335/.

Литература

1 Дли М.И., Стоянова О.В. Способы представления экспертных данных в системах поддержки принятия решений по управлению сложными проектами // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 7. С. 21-28.

2 Булыгина О.В., Тюкаев Д.А., Яшин Е.С. Оптимизация портфеля проектов импортозамещения науко-емкой продукции с использованием модифицированного алгоритма пчелиных колоний // Бизнес. Образование.

Право. 2024. №2. С.125-131
3 Seyedali Mirjalili, Seyed Mohammad Mirjalili, Andrew Lewis. Grey Wolf Optimizer // School of Information and Communication Technology, Griffith University, Nathan, Brisbane, QLD 4111, Australia. 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/260010809_Grey_Wolf_Optimizer.
4 Назаров А. О. Модель и метод кластеризации объектов с нечеткими значениями параметров [Электронный ресурс] // 2015. URL: https://repo.kpfu.ru/jspui/bitstream/net/19281/2/0-810228.pdf
5 Булыгина О. В., Ярцев Д. Д., Прокимнов Н. Н., Верейкина Е. К. Направления гибридизации алгоритмов роевого интеллекта и нечеткой логики для решения оптимизационных задач в социально-экономических системах // Прикладная информатика. 2024. Т.19. №5. С.45-67.

О.В. Булыгина, к.э.н., доц.; К.В. Хлусович, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-ЗАТРАТАМИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Предприятия приборостроения, как и из других отраслей промышленности, сегодня активно внедряют информационные технологии (ИТ) для повышения эффективности производственных и бизнес-процессов. Однако с ростом масштабов цифровизации возникает задача оптимизации ИТ-расходов, что превращает контроль и управление этими процессами в ключевой фактор успеха предприятия [1]. Рост числа ИТ-ресурсов (в частности, программное обеспечение, сетевое оборудование, облачные сервисы и системы безопасности) требует тщательной оценки экономической целесообразности их внедрения, особенно в условиях нестабильности внешней среды. В этих условиях ИТ-контроллинг представляется перспективным инструментом управления ИТ-затратами предприятия.

В приборостроении, где решающую роль играют точность и надежность производственных процессов, на ИТ-затраты может приходится немая доля от общих затрат. Неграмотное управление ими может привести к перерасходу средств, что, в конечном итоге, вызовет снижения эффективности производства [2]. В этой связи возникает потребности в разработке новых инструментов управления ИТ-затратами, основанных на принципах контроллинга.

В общем, ИТ-контроллинг предназначен для комплексного анализа и контроля затрат на разработку, внедрение, эксплуатацию информационных технологий. Его основными целями являются оптимизация ИТ-расходов, повышение эффективности использования ИТ-ресурсов и выстраивание взаимосвязи между бизнес-целями предприятия и ИТ-стратегией.

Несмотря на значимость ИТ-контроллинга, его внедрение на предприятиях приборостроения сталкивается с множеством трудностей. Сложность структуры ИТ-инфраструктуры, необходимость интеграции с существующими системами управления и ограниченные ресурсы, выделяемые на ИТ, требуют особого подхода к разработке и внедрению методов контроля ИТ-затрат [3]. Кроме того, быстрое развитие ИТ, а также растущие требования к информационной безопасности усложняют управление этими процессами. Таким образом, актуальность данной работы обусловлена необходимостью поиска эффективных

методов управления ИТ-затратами, направленных на повышение эффективности предприятий приборостроения.

Использование ИТ-контроллинга как инструмента управления ИТ-затратами на предприятиях приборостроения имеет свои особенности [4]. С одной стороны, следует отметить ряд преимуществ, которые делают его эффективным инструментом управления ИТ-затратами предприятия.

Во-первых, он обеспечивает прозрачность затрат, позволяя детально отслеживать все расходы, включая приобретение оборудования, программного обеспечения, оплату сервисов и т.п. В свою очередь, это помогает осуществлять строгий контроль над ИТ-бюджетом. Благодаря системному подходу к контролю затрат можно выявить неэффективные процессы, избыточные ресурсы или ненужные услуги, что способствует сокращению расходов без ущерба для качества ИТ-инфраструктуры.

Во-вторых, он синхронизирует ИТ-стратегию с бизнес-целями предприятия, что помогает определять только перспективные направления для инвестирования. Также он помогает управлять рисками, выявляя потенциальные проблемы, связанные с неэффективным управлением ресурсами, неправильным распределением бюджетов или устаревшими решениями, что позволяет уменьшать негативные последствия и своевременно принимать корректирующие меры.

В-третьих, он повышает эффективность использования ИТ-ресурсов, позволяя контролировать работу ИТ-инфраструктуры. Это помогает повысить производительность оборудования и программного обеспечения (например, сократив время простоя). Все это ведет к снижению себестоимости продукции, что особенно важно в условиях высокой конкуренции на рынке.

С другой стороны, внедрение ИТ-контроллинга требует решения следующих проблем:

1. Высокие первоначальные вложения в покупку программного обеспечения, обучение персонала и настройку процессов, что может быть сложно для небольших предприятий.
2. Необходимость интеграции с существующей ИТ-инфраструктурой, которая зачастую включает большое количество компонентов, что может занимать много времени и ресурсов.
3. Высокие требования к квалификации специалистов, которые должны быть способны проводить разносторонний анализ данных.
4. Высокие требования к качеству данных: некорректные, неточные, неактуальные и т.п. данные могут привести к ошибочным выводам и неэффективным управленческим решениям.
5. Сопротивление сотрудников при проведении реинжиниринга привычных бизнес-процессов, которое может замедлить внедрение новых ИТ.

Несмотря на указанные недостатки, внедрение инструментов ИТ-контроллинга на предприятиях приборостроения открывает широкие возможности для повышения эффективности управления ИТ-затратами и деятельности в целом. Однако успех его внедрения во многом зависит от готовности

предприятия инвестировать в новые ИТ, обучать персонал и перестраивать бизнес-процессы.

В качестве инструментов ИТ-контроллинга, которые можно использоваться управления ИТ-затратами, можно рассматривать ряд готовых программных продуктов и платформ, которые помогают управлять ИТ-инфраструктурой и контролировать ИТ-затраты (см. табл. 1) [5].

Таблица 1 – Программные продукты для управления ИТ-затратами

Продукт	Возможности
1) SAP ERP и SAP IT Management	Помогает отслеживать и анализировать ИТ-расходы, оптимизировать процессы закупки и управления ИТ-ресурсами.
2) Microsoft System Center	Предназначена для управления парком компьютеров и серверов, что снижает затраты на поддержку ИТ-инфраструктуры.
3) VMware vSphere	Виртуализация серверов позволяет снизить затраты на физическое оборудование и повысить эффективность использования мощностей.
4) ITBM –ServiceNow	Помогает контролировать ИТ-бюджет, отслеживать использование ИТ-услуг и улучшать процессы поддержки.
5) Cisco Intersight	Подходит для предприятий с развитой сетевой инфраструктурой, помогает снижать затраты на поддержку и обслуживание сети.
6) Red Hat Ansible	Позволяет автоматизировать многие задачи по управлению ИТ-инфраструктурой, сокращая количество ручных процессов и снижая затраты на их выполнение.

Таким образом, можно сделать вывод, что эффективное управление ИТ-затратами на предприятиях приборостроения является важным фактором для достижения конкурентных преимуществ и устойчивого развития в условиях современного рынка. Внедрение ИТ-контроллинга позволяет им не только снизить издержки, но и повысить прозрачность расходов и эффективность использование ресурсов, а также обеспечить синхронизацию ИТ-стратегии с бизнес-целями [6]. Тем не менее, внедрение реализующих его инструментов требует серьезных инвестиций, квалифицированного персонала и готовности к изменениям в бизнес-процессах. В свою очередь, обширные возможности, предоставляемые современными программными продуктами и платформами, могут существенно облегчить управление ИТ-инфраструктурой и помочь предприятиям адаптироваться к быстро меняющимся условиям. В конечном итоге предприятия, активно внедряющие инструменты ИТ-контроллинга, будут лучше подготовлены к вызовам цифровой эпохи, что позволит им сохранять лидерство на рынке и добиваться высоких результатов.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект №FSWF-2023-0012.

Литература

1. Khalin V.G., Yurkov A.V., Kalayda S.A., Chernova G.V. Algorithms for composing efficient business models // Journal of Applied Informatics. 2023. Т. 18. № 3 (105). С. 5-21.

2. Казаков О.Д. Механизм управления элементами бизнес-процесса с использованием его цифрового двойника // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 6 (108). С. 20-29.

3. Офицеров А.В. Инструменты контроллинга сложных инновационных проектов в приборостроении // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2017. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/instrumenty-kontrollinga-slozhnyh-innovatsionnyh-proektov-v-priborostroenii (дата обращения: 23.10.2024).

4. Дедюхина М.А. Информационная поддержка контроллинга на основе ERP-систем // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2019. № 2-4. С. 22–27.
5. Паршуков А.Е. Информационно-программная среда фиксации управленческих решений в системе контроллинга крупных промышленных предприятий // Экономика и управление. 2018. № 6 (92). С. 57-64.
6. Дли М.И., Михайлов С.А., Балябина А.А. Контроллинг процессов энергосбережения на региональном уровне // Контроллинг. 2010. № 35. С. 74-79/

О.В. Булыгина, к.э.н., доц.; К.В. Хлусович, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ

В условиях увеличения спроса на альтернативные источники энергии набирают популярность топливные брикеты благодаря экологичности, высокой калорийности и удобству в использовании. Основным способом «ускорения» данных процессов является повышение удовлетворенности потребителей, которое, в первую очередь, можно достичь путем улучшения качества продукции. Ключевыми потребительскими характеристиками, определяющими качество топливных брикетов, являются калорийность, влажность, зольность и механическая прочность, при этом в современных условиях немаловажную роль играет цена. Таким образом, встает актуальная задача нахождения баланса между различными характеристиками продукции, который должен быть достигнут в условиях жестких финансовых ограничений.

Указанная задача относится к многокритериальной оптимизации, которая предполагает нахождение «наилучшего» решения по нескольким критериям (целевым функциям) [1]. На сегодняшний день существует несколько подходов к решению таких задач (наиболее известные методы решения задач многокритериальной оптимизации приведены на рисунке 1), причем каждый из них имеет свои достоинства и особенности применения.

Рисунок 1 – Методы многокритериальной оптимизации

Метод взвешенных критериев, известный как метод взвешенной суммы, основывается на присвоении каждому критерию определенного веса в зависимости от его значимости. Итоговая оценка для каждой альтернативы определяется как сумма произведений значений критериев на их веса. «Наилучшим» считается решение, имеющее наибольшую итоговую оценку. Преимуществом данного метода является его простота, при этом стоит отметить большое влияние весов на результат, в результате чего может возникать необходимость проведения глубокого анализа [2].

Оптимизация по Парето заключается в поиске решений, при которых улучшение одного критерия невозможно без ухудшения хотя бы одного другого. Такие решения образуют так называемый фронт Парето – множество недоминирующих решений, где каждое из них является «оптимальным» с точки зрения всех рассматриваемых критериев [3]. Данный метод позволяет исследовать компромиссные решения и выявлять наиболее сбалансированные варианты, что особенно важно при оптимизации взаимозависимых показателей (например, калорийности и влажности).

Метод TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) предполагает оценку альтернативных решений на основе их близости к «идеальной» и «неидеальной» точкам. «Идеальная» точка представляет набор наилучших значений по всем критериям, а «неидеальная» – набор худших значений. Наилучшим решением является то, которое находится ближе к «идеальной» точке и дальше от «неидеальной». Данный метод позволяет учитывать как положительные, так и отрицательные характеристики каждого критерия.

Метод анализа иерархий (AHP) основывается на декомпозиции задачи на несколько уровней (на верхнем уровне находится основная цель, на промежуточных – критерии, а на нижнем – альтернативные решения). Каждое решение попарно сравнивается с другими, что позволяет учитывать относительную важность критериев и находить наиболее предпочтительное решение. Этот метод целесообразно использовать в случае необходимости учета сложных взаимосвязей между критериями [3].

Генетические алгоритмы базируются на механизмах естественного отбора. Для поиска оптимальных решений они имитируют процессы скрещивания и мутаций, что позволяет улучшать наборы решений с каждым последующим поколением. Такие методы рекомендуется использовать для решения задач с большим числом параметров и сложными взаимосвязями между критериями.

Метод компромиссного программирования направлен на минимизацию отклонений от идеального решения для каждого критерия. При этом учитываются компромиссы между критериями с целью нахождения сбалансированного решения, приближающегося к идеальному. Этот метод позволяет находить решения, которые удовлетворяют нескольким критериям с минимальными потерями в каждом из них.

Методы искусственного интеллекта, в частности машинное обучение, также могут успешно решать задачи многокритериальной оптимизации.

Нейронные сети и другие алгоритмы машинного обучения позволяют строить и обучать модели на основе большого объема данных, которые могут использоваться для «предсказания» качества топливных брикетов и нахождения оптимальных параметров производства [3]. Преимуществом таких методов является их способность адаптироваться к изменяющимся условиям и возможность «улучшения» за счет проведения обучения.

Перспективным способом преодоления ограничений различных методов является их гибридизация, которая может обеспечить следующие преимущества [4,5] Во-первых, повышение «сбалансированности» решения за счет объединения различных подходов. Во-вторых, повышение гибкости за счет формирования способности адаптироваться к внешним изменениям. В-третьих, снижение риска принятия неверного решения путем учета множества аспектов качества и их взаимосвязей. В таблице 1 представлены разные способы объединения выше приведенных подходов.

Таблица 1 – «Гибридизация» методов многокритериальной оптимизации

Методы	Краткая характеристика
Методы взвешенных критериев и AHP	Сначала выполняется попарное сравнение критериев для определения их весов, а затем используется взвешенная сумма для оценки альтернатив.
Метод TOPSIS и оптимизация по Парето	Сначала можно определить идеальную и неидеальную точки с помощью метода TOPSIS, а затем использовать метод Парето для поиска оптимальных решений, которые не будут ухудшать другие критерии.
Генетические алгоритмы и методы машинного обучения	Генетические алгоритмы могут быть использованы для поиска оптимальных параметров, а методы машинного обучения — для прогнозирования качества продукции на основе полученных данных о производственном процессе.
Метод компромиссного программирования и методы ИИ	Методы компромиссного программирования могут быть интегрированы с подходами искусственного интеллекта, чтобы более эффективно обрабатывать большое количество данных и находить компромиссные решения между критериями.

«Развитие» методов взвешенных критериев с помощью AHP может быть направлено на определение и учет относительной важности каждого критерия с целью повышения обоснованности выбора оптимальных характеристик продукции или производственного процесса.

Объединение метода TOPSIS и оптимизации по Парето может быть направлено на формирование компромиссных решений за «углубленного» понимания взаимозависимости критериев и возможности находить решения, которые в наибольшей степени удовлетворяют различным требованиям.

Гибридизацию генетических алгоритмов и методов машинного обучения можно проводить в направлении повышения точности решения за счет формирования способности адаптироваться к изменениям внешней среды.

Сочетание методов компромиссного программирования и искусственного интеллекта может происходить в направлении учета сложные зависимости между критериями и улучшения качества решений за счет использования возможностей современных методов [6].

В заключение следует отметить, что разработка и использование гибридных методов многокритериальной оптимизации должны быть направлены на повышение качества продукции (в частности, топливных брикетов) путем учета множества факторов (теплотворной способности, прочности, экологичности и других характеристик) и нахождения оптимальных решений, удовлетворяющих требованиям потребителей.

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект №FSWF-2023-0012.

Литература

1. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Бессонова Ю.А., Басков В.А. Анализ факторов, влияющих на качество топливных брикетов // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2022. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-faktorov-vliyayuschih-na-kachestvo-toplivnyh-briketov.
2. Пипия Г.Т., Черненькая Л.В. Алгоритм работы системы мониторинга качества продукции при децентрализованном управлении // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: сборник докладов III Всероссийской научной конференции. СПб: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2022. С. 178-182.
3. Пипия Г.Т. Целевые критерии для многокритериальной модели условной оптимизации оценки качества продукции // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXII Международной научно-практической конференции. СПБ: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. С. 184-190.
4. Bulygina O.V., Kulyasov N.S., Yartsev D.D. Directions for modifying the artificial bee colony algorithm to optimize control parameters for complex systems // Journal of Applied Informatics. 2024. Т. 19. № 1 (109). С. 28-37.
5. Булыгина О. В., Ярцев Д. Д., Прокимнов Н. Н., Верейкина Е. К. Направления гибридизации алгоритмов роевого интеллекта и нечеткой логики для решения оптимизационных задач в социально-экономических системах // Прикладная информатика. 2024. Т.19. №5. С.45-67.
6. Борисов В.В., Дли М.И., Синявский Ю.В., Федулов А.С. Композиционное гибридное моделирование автономных комплексных энергетических систем // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 4. С. 1-37.

Ю.В. Вайнилович, к. т. н., доцент; Д.И. Ерохова, студент
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ИСИКАВЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМ ПРИ ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

В современном мире информационных технологий оценка сложности программного продукта играет ключевую роль в успешной реализации проектов. Трудности в оценке сложности программных продуктов на всех этапах их разработки и сопровождения создают серьезные препятствия для планирования, управления и исполнения проектов.

Одной из основных проблем в разработке программного обеспечения является отсутствие объективного, стандартизированного и точного метода для количественной оценки сложности программных продуктов, что затрудняет как планирование проектов, так и управление ими, приводит к несоответствию

сроков и бюджетов, снижает качество конечного продукта и затрудняет поддержку и развитие программного обеспечения.

На основе диаграммы Исикавы (рисунок 1) можно выделить следующие основные причины данной проблемы [1]:

1. Разнообразие методик и отсутствие единых стандартов:

– множество несогласованных между собой методик оценки программных продуктов: существуют множество методик, каждая из которых имеет свои собственные подходы и метрики.

– Недостаточная интеграция методик между собой: Различные методики редко интегрируются в единую систему, что затрудняет получение всесторонней оценки.

2. Сложность количественной оценки:

– существование множества факторов, влияющих на конечную оценку сложности: сложность программного продукта зависит от архитектуры, алгоритмов, интерфейсов, поддержки и масштабируемости, что трудно выразить одним числом.

– недостаток универсальных метрик: универсальные метрики, которые могли бы охватывать все аспекты сложности, недостаточно разработаны.

3. Недостаток интеграции и автоматизации:

– отсутствие объединяющих инструментов: инструменты, объединяющие различные методики оценки, отсутствуют.

– ручной характер процессов: многие процессы оценки выполняются вручную, что увеличивает трудозатраты и вероятность ошибок.

Исходя из анализа причин трудностей в оценке сложности программных продуктов, можно сделать следующий вывод: необходимо разработать и внедрить специализированное веб-приложение для объективной и стандартизированной оценки сложности программного обеспечения.

Рисунок 1 – Диаграмма Исикавы

Данная система позволит:

– увеличить точность и объективность оценки: комбинация различных методик оценки (например, функциональных точек и модели COCOMO II) обеспечит более всесторонний и точный анализ. Автоматизация процессов уменьшит субъективность и человеческий фактор.

– повысить доступность и удобство использования методик оценки: интеграция существующих методик в единое веб-приложение упростит доступ к различным инструментам оценки для менеджеров проектов и разработчиков. Возможность оценки на ранних стадиях разработки поможет в планировании и управлении проектами.

– улучшить прогнозирование и планирование: стандартизированные методики позволят более точно прогнозировать трудозатраты, сроки и ресурсы. Учет различных факторов (например, квалификация персонала, сложность продукта) повысит точность прогнозов.

Для достижения вышеперечисленных целей система для оценки сложности и размера программных продуктов предоставляет следующий функционал:

– программа автоматически рассчитывает количество функциональных точек на основе введенных требований проекту, что позволяет получить количественную оценку сложности;

– поддерживается возможность проведения как предварительной, так и детальной оценки на различных этапах проекта. Система учитывает разнообразные факторы, такие как квалификация персонала, опыт, сложность и надежность продукта, что дает точные прогнозы времени на разработку;

– результаты методов функциональных точек [2] и COCOMO II [3] объединяются для получения более надежных оценок;

– для обеих методик предусмотрены анкеты проектов, что позволяет провести более глубокий анализ требований проекта и структурировать имеющиеся данные;

– предоставление отчетов результатов оценивания сложности и размера программного продукта для лучшего понимания пользователями;

– результаты оценивания могут быть экспортированы для использования в проектной документации, отчетах или интеграции с другими инструментами управления проектами;

– процесс оценки автоматизирован для минимизации субъективности и человеческого фактора, что обеспечивает более точные результаты;

– учитываются особенности различных языков программирования при оценивании количества строк кода для улучшения точности оценок.

Разработка и внедрение специализированной системы для оценки сложности программных продуктов позволит решить множество проблем, связанных с отсутствием объективного, стандартизированного и точного метода оценки [4]. Интеграция различных методик, автоматизация процессов, учет всех факторов и удобные интерфейсы сделают систему незаменимым инструментом для менеджеров проектов и разработчиков. В результате повысится точность оценок,

улучшится планирование и управление проектами, а также качество конечных продуктов.

Литература

1 Рассел, Джесси Диаграмма Исикавы / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2013. - 295 с.

2 Ерохова, Д. И. Об актуальности разработки приложения для оценки сложности и размера программных продуктов / Д. И. Ерохова, Ю. В. Вайнилович // Энергетика, информатика, инновации-2023 (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и информационные технологии в производстве) : сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции, Смоленск, 06–07 декабря 2023 года. – Смоленск: Национальный исследовательский университет "МЭИ", 2023. – С. 188-190.

3 Boehm B., et al. «Software cost estimation with COCOMO II». Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall, 2000.

4 Вайнилович, Ю. В. Оценка сложности и трудоемкости разработки IT-проектов при проектно-ориентированном обучении / Ю. В. Вайнилович, Д. И. Ерохова, М. В. Башаримова // Цифровые, компьютерные и информационные технологии в науке и образовании : Сборник статей Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 01–02 ноября 2023 года. – Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2023. – С. 86-88.

Ю.В. Вайнилович, к. т. н., доцент, И.В. Овсянников, студент
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ: КРАУДСОРСИНГОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ТАЙНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ

Многочисленные исследования в области маркетинга и управления качеством обслуживания демонстрируют высокую эффективность метода «тайных покупателей» для оценки уровня сервиса и соблюдения корпоративных стандартов в сферах розничной торговли и оказания услуг [1]. Этот метод позволяет компаниям получать объективную и детальную информацию о реальном опыте клиентов, что крайне важно для повышения качества обслуживания и конкурентоспособности бизнеса.

Однако, несмотря на очевидные преимущества данного подхода, компании сталкиваются с существенными трудностями при поиске и найме квалифицированных тайных покупателей. Традиционные методы рекрутинга часто оказываются неэффективными, так как требуют значительных временных и финансовых затрат. Существующие интернет-ресурсы, такие как job-порталы и специализированные форумы, предлагают лишь частичное решение проблемы, не обеспечивая комплексного подхода к организации взаимодействия между компаниями и потенциальными тайными покупателями.

Для преодоления этих сложностей была разработана краудсорсинговая платформа [2]. Эта платформа представляет собой цифровое решение, созданное с учетом специфических потребностей рынка оценки качества обслуживания.

В основе архитектуры платформы лежит четкое разделение пользователей на две основные категории:

Владельцы компаний (или их представители). Эта группа пользователей включает в себя бизнес-структуры, заинтересованные в проведении оценки качества своего обслуживания. Им предоставляется возможность размещать заказы на проведение проверок, устанавливать критерии отбора тайных покупателей, а также получать и анализировать результаты проверок (рисунок 1).

Кроме того, предлагаемое решение предоставляет компаниям возможность:

– получать подробные аналитические отчеты о взаимодействии с клиентами в точках продаж, включающие оценку качества обслуживания, эффективности продаж и соблюдения корпоративных стандартов;

– улучшать уровень удовлетворенности клиентов на основе анализа отзывов и предложений, полученных от тайных покупателей;

– принимать стратегические решения, опираясь на объективные данные и обратную связь от тайных покупателей и ритейл-аудиторов, что будет способствовать оптимизации бизнес-процессов;

– проводить сравнительный анализ своих операционных процессов и сервисов с конкурентами, выявлять актуальные рыночные тенденции и определять области для улучшения в собственном бизнесе.

Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования краудсорсинговой платформы владельцами компаний

Тайные покупатели. Эта категория объединяет индивидуальных исполнителей, готовых выполнять роль тайных покупателей. Платформа предоставляет им доступ к базе заказов, возможность подавать заявки на интересующие проекты, а также инструменты для составления и отправки отчетов о проведенных проверках (рисунок 2).

Такая структура позволяет создать эффективную систему взаимодействия между заказчиками и исполнителями, значительно упрощая процесс организации проверок методом "тайного покупателя" и повышая качество получаемых результатов.

Рисунок 2 – Диаграмма вариантов использования краудсорсинговой платформы тайными покупателями

Для повышения эффективности платформы применяются современные технологии искусственного интеллекта. В частности, используются большие языковые модели (LLM) [3-4] для оценки времени выполнения заказов с учетом различных факторов (детали заказа, местоположение) и анализа соответствия покупателя требованиям заказа. После тестирования нескольких моделей наиболее подходящей оказалась Mistral Medium.

Данное технологическое решение позволяет быстро анализировать данные и предоставлять результаты, что ускоряет принятие решений при найме тайных покупателей.

На платформе также предусмотрены меры для обеспечения конфиденциальности данных компаний и тайных покупателей.

Таким образом, разработанная краудсорсинговая платформа имеет высокий потенциал для совершенствования процессов оценки качества обслуживания в различных отраслях.

Литература

1 Ефимов В.В. Средства и методы управления качеством. М.: КНОРУС, 2007.
2 Овсянников И. В. Структура краудсорсинговой платформы для заказа «тайных» покупателей / И. В. Овсянников, Ю. В. Вайнилович // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития: материалы VII Международной научно-исследовательской конференции (Оренбург: ОрИПС, 25-26 апреля

2024г). – В 3 частях. – Ч. 2 / редкол.: А.Н. Попов [и др.]. – Самара-Оренбург: СамГУПС, ОрИПС – филиал СамГУПС, 2024. – С. 160-163.
3 Маркин Е.И. Интеграция языковых моделей с базами знаний и внешними источниками данных / Е.И. Маркин, В.В. Зупарова, В.В. Зупарова // XXI век:итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13. – № 2(66). – С. 25-31. – EDN: ERACUE.
4 Lin X. et al. Data-efĬcient Fine-tuning for LLM-based Recommendation //arXiv preprint arXiv:2401.17197. – 2024.

Ю.В. Вайнилович, к. т. н., доцент; В.В. Пристромская, студент
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

ИННОВАЦИИ В ПЛАНИРОВАНИИ ЕЖЕДНЕВНЫХ ЗАДАЧ

В современном мире, где каждая минута на счету, эффективное управление временем становится критически важным. Люди ищут инструменты для более продуктивного распределения своих ежедневных задач, стремясь найти баланс между работой, учёбой, домашними делами и личными интересами. В этом контексте планирование играет ключевую роль, а инструменты для планирования, такие как веб-приложение CatNote, обретают особую ценность. CatNote предлагает уникальный подход к личному планированию с использованием интерфейса, напоминающего пробковую доску, который позволяет пользователям гибко настраивать и адаптировать свои планы под текущие потребности.

Целью веб-приложения CatNote является создание удобного и максимально адаптируемого планера, который поможет пользователям управлять своим временем более эффективно. Основная задача — предложить решение, которое удовлетворяет потребности в планировании различных аспектов жизни без необходимости использования множества разноплановых приложений.

Изучение существующих решений в области разработки планировщиков и приложений для управления задачами, а также проведение SWOT-анализа для сравнения услуг, которые предоставляет веб-приложение CatNote, с аналогичными существующими продуктами позволяет лучше понять преимущества нового веб-приложения CatNote.

Научные исследования и разработки в этой сфере отражают тенденции, которые можно учесть при создании улучшенного продукта.

Рассмотрим планировщик задач, разработанный Макуриной М. А. [1], который помогает пользователям структурировать свою работу и управлять временем. Этот инструмент предоставляет функциональность для добавления, скрытия и отображения задач. CatNote расширяет эту концепцию, предлагая гибкий интерфейс в виде пробковой доски. Это позволяет пользователям не только добавлять и скрывать задачи, но и переставлять блоки задач по своему усмотрению, делая процесс планирования ещё более визуальным и интуитивно понятным.

Другой пример – планировщик событий для платформы цифровой личности, разработанный Басовым О.О. и Аксаментовым Е. А. [2], который ориентирован на групповое планирование и отслеживание задач. В отличие от

этого, CatNote поддерживает как индивидуальные, так и коллективные потребности, позволяя интегрировать личные и профессиональные задачи в единый интерфейс.

Также стоит упомянуть работу Ануфриенковой М. С. [3], которая разработала планировщик ежедневных задач Sketch Pad. Этот планировщик предназначен для систематизации задач с возможностью создания, удаления и редактирования заметок.

CatNote, в отличие от существующих решений, добавляет функцию «пробковой доски», позволяющую пользователям не только управлять списками задач, но и визуализировать их распределение и приоритеты в пространстве.

И, наконец, приложение-планнер разработанное Луковым М.П. и др.[4], которое представляет собой мобильное приложение для планирования задач. В отличие от мобильного приложения, CatNote предлагает веб-интерфейс, доступный с любого устройства с интернет-подключением, что улучшает доступность и взаимодействие.

На рисунке 1 представлен результат SWOT-анализа для веб-приложения CatNote.

Рисунок 1 – Результаты SWOT-анализа

CatNote обладает потенциалом стать важным инструментом в арсенале современного человека за счет своей универсальности и адаптивности. При правильной реализации, платформа может привлечь широкий круг пользователей, от студентов до профессионалов различных отраслей.

Модели монетизации:

– платная подписка за расширенный доступ к функциям;
– рекламные партнёрства и интегрированный маркетинг;
– предложение специализированных блоков для бизнеса, которые можно будет приобрести отдельно;
– сотрудничество с образовательными учреждениями и корпорациями для интеграции их потребностей в планировании с CatNote.

Веб-приложение CatNote предлагает решение текущих проблем с планированием за счет гибкости и адаптивности своего интерфейса, обеспечивая таким образом индивидуальный подход к управлению временем каждого пользователя. Проект обладает значительным потенциалом для роста и масштабирования, что делает его не только социально значимым, но и потенциально прибыльным. Реализация стратегии монетизации через различные каналы позволит удерживать и расширять пользовательскую базу, стимулируя долгосрочный успех и стабильность проекта.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023660684 Российская Федерация. Планировщик задач : № 2023618949 : заявл. 08.05.2023 : опубл. 23.05.2023 / М. А. Макурина. – EDN JLRSVE.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664799 Российская Федерация. Планировщик событий для платформы цифровых личностей : № 2022664486 : заявл. 04.08.2022 : опубл. 04.08.2022 / О. О. Басов, Е. А. Аксаментов ; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО». – EDN QEHWVM.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617729 Российская Федерация. Планировщик ежедневных задач Sketch Pad : № 2022617032 : заявл. 19.04.2022 : опубл. 25.04.2022 / М. С. Ануфриенкова. – EDN IMVRSC.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023684851 Российская Федерация. Приложение - планнер : № 2023683762 : заявл. 10.11.2023 : опубл. 21.11.2023 / М. Ю. Луков, Е. В. Петрова, К. В. Васильев, Д. А. Ильин ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "СМАРТ АПП". – EDN EKJCZK.

Ю.В. Вайнилович, к. т. н., доцент, С.С. Сугак, студент
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ IT-КОМАНД

В современном мире информационных технологий все большую актуальность приобретает вопрос эффективного формирования и управления IT-командами. Стремительное развитие цифровой индустрии требует новых подходов к организации рабочих процессов, взаимодействию между специалистами, повышению уровня заинтересованности в успешной реализации

IT-проектов. Так, например, в одной из публикаций приводится цитата Ли Якокке: «Главную роль играют люди. Если нет толковых специалистов, все ваши усилия пойдут прахом» [1]. В связи с этим возникает потребность в разработке специализированных инструментов, способствующих оптимизации процесса создания и управления IT-командами.

Создание веб-приложений для формирования IT-команд является одним из перспективных направлений развития современных инструментов управления внутри IT-компаний. В условиях, где компании и их команды стремятся к максимальной эффективности использования ресурсов, такие решения становятся неотъемлемой частью [2, 3].

Целью данного исследования является обоснование необходимости разработки веб-приложения, направленного на поддержку принятия решений при формировании IT-команд. Для достижения поставленной цели были проанализированы текущие тенденции в сфере управления IT-проектами и изучены поисковые запросы пользователей с помощью инструмента Google Trends.

Анализ поисковых запросов за последние пять лет показал устойчивый интерес к темам, связанным с IT-командами, IT-специалистами и IT-проектами. Графики, представленные на рисунках 1-3, демонстрируют динамику популярности соответствующих запросов.

Рисунок 1 – Динамика популярности запросов по словам «IT команды» за последние 5 лет

Рисунок 2 – Динамика популярности запросов по слову «IT специалист» за последние 5 лет

Рисунок 3 – Динамика популярности запросов по слову «IT проекты» за последние 5 лет

Особое внимание стоит уделить росту интереса к темам «Тимбилдинг» и «Эффективность IT» (рисунки 4-5), что свидетельствует о возрастающей потребности в инструментах, способствующих повышению продуктивности IT-команд.

Рисунок 4 – Динамика популярности запросов по слову «Тимбилдинг» за последние 5 лет

Рисунок 5 – Динамика популярности запросов по слову «Эффективность IT» за последние 5 лет

Результаты анализа подтверждают актуальность разработки веб-приложения для оптимизации процесса формирования IT-команд. Такой инструмент может предоставить ряд преимуществ:

- повышение эффективности распределения ресурсов в IT-проектах;
- улучшение коммуникации между членами команды;
- оптимизация процесса подбора специалистов под конкретные задачи;

– сокращение времени на формирование команд и запуск проектов;
– повышение общей продуктивности IT-отделов и компаний.

В заключение стоит отметить, что разработка специализированного веб-инструмента для формирования IT-команд является перспективным направлением, способным внести значительный вклад в оптимизацию рабочих процессов в сфере информационных технологий.

Литература

1 Орехов, С. А. Принципы формирования команды, ориентированной на успех / С. А. Орехов // Актуальные проблемы развития экономических систем: теория и практика : Сборник материалов международной научно-практической конференции, Москва, 25 ноября 2014 года / Институт экономики РАН; Под общей научной редакцией М.В. Конотопова. – Москва: Издательство «Русайнс», 2016. – С. 149-153. – EDN WPFXOZ.

2 Вайнилович, Ю. В. Цифровая платформа для формирования кросс-функциональных команд исполнителей IT-проектов на основе звездной карты компетенций / Ю. В. Вайнилович, В. С. Подлужный // Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 21–24 сентября 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 50-55. – EDN CYGTOI.

3 Башаримова, М. В. Технология выбора точки развития IT-специалиста с использованием цифровой платформы DIGITALTEAM / М. В. Башаримова, Ю. В. Вайнилович, М. А. Гавриленко // Механизм реализации стратегии социально-экономического развития государства : Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, Дагестанский государственный технический университет, 20–21 сентября 2023 года. – Махачкала: ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2023. – С. 75-77. – EDN DPJXNC.

Ю.В. Вайнилович, к. т. н., доцент; Я.Н. Храменкова, студент
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЮТОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

В современном мире животные играют важную роль в жизни человека. Они являются не только верными друзьями, но и незаменимыми помощниками в различных сферах деятельности. Собаки, например, на протяжении тысячелетий были рядом с человеком, помогая ему в охоте, охране и даже в лечении. Сегодня их роль значительно расширилась: они помогают людям с инвалидностью, участвуют в боевых действиях и поисково-спасательных операциях. Кошки, в свою очередь, также играют важную роль, участвуя в терапевтических программах, помогая справляться со стрессом. Но при этом в наши дни, эти существа очень часто сами нуждаются в нашей помощи, для этого человеком созданы специальные организации для помощи бездомным животным, называемые приютами. Они предоставляют временное убежище, медицинскую помощь, а также осуществляют попытки найти новых владельцев для бездомных животных.

Однако приюты для животных сталкиваются с множеством проблем, которые затрудняют их работу и ухудшают условия содержания животных:

– переполненность приютов: большое количество животных приводит к нехватке ресурсов и ухудшению условий содержания;

– недостаток финансирования: ограниченные финансовые ресурсы затрудняют обеспечение животных необходимыми медицинскими услугами и качественным питанием;

– нехватка квалифицированного персонала: нехватка специалистов усложняют уход за животными и снижают эффективность работы приютов;

– недостаток общественной осведомленности: неосведомленность общества о проблемах приютов, затрудняет привлечение поддержки и ресурсов.

Эти проблемы требуют комплексного подхода и внедрения современных технологий для их решения. С учетом этого, автоматизация процессов в приютах для животных становится все более важной задачей в современном обществе. С увеличением числа бездомных животных и ограниченными ресурсами приютов, использование современных информационных технологий может существенно повысить эффективность управления и улучшить условия содержания животных. Эти технологии позволяют улучшить многие аспекты работы приютов, включая учет и отслеживание животных, автоматизацию кормления, мониторинг здоровья и улучшение процесса усыновления. В статье рассматриваются существующие решения и потенциал внедрения новых технологий для создания более комфортной и безопасной среды для животных, а также повышения эффективности работы персонала.

Важнейшей проблемой, с которой сталкиваются приюты для животных, является поиск потерянных животных и возвращение их владельцам. Современные технологии, такие как ошейники с чипами, Google Maps и геолокация, играют важную роль в решении этой проблемы. Ошейники с чипами позволяют идентифицировать животное и отслеживать его местоположение в реальном времени. Чипы содержат уникальные идентификационные номера, которые можно считывать с помощью специальных сканеров, что значительно ускоряет процесс поиска и возвращения животных домой. Эти устройства не только помогают быстро найти потерянное животное, но и предотвращают его попадание в приют, что снижает нагрузку на приюты и улучшает условия содержания для других животных. Геолокационные технологии, интегрированные с Google Maps, позволяют точно определить местоположение животного и отображая данные на карте. Это сильно облегчает поиск и спасение, а также позволяет волонтерам и сотрудникам приютов оперативно реагировать на сигналы о пропаже. Например, если животное с чипом покидает определенную зону, система может автоматически отправить уведомление владельцу или сотрудникам приюта, что позволяет быстро принять меры. Кроме того, такие технологии могут быть полезны для мониторинга состояния здоровья животных, отслеживания их активности и поведения, что способствует более эффективному уходу и своевременному выявлению проблем. Использование Google Maps и геолокации также позволяет создавать базы данных о потерянных и найденных животных, что облегчает их поиск и воссоединение с владельцами. В таких базах данных может храниться информация о местоположении, времени и внешних данных животного, что помогает быстрее находить совпадения и возвращать животных домой. Это особенно важно в условиях ограниченных

ресурсов приютов, так как позволяет сохранить человеческий ресурс и снизить затраты на поиски потерянных животных. [1]

Помимо уже упомянутых технологий, существует множество других инновационных решений, которые могут значительно улучшить работу приютов для животных. Одной из таких технологий является использование автоматизированных систем кормления и поения. Эти системы позволяют точно дозировать корм и воду для каждого животного, что не только обеспечивает их правильное питание, но и снижает затраты. Использование данных технологий в приютах значительно упрощают работу сотрудников, а также гарантирует регулярное питание животных, тем самым улучшая их условия содержания.

Самым современным направлением автоматизации является использование устройств Интернета вещей (IoT). Интернет вещей (IoT) – это концепция, при которой различные физические объекты, такие как датчики и устройства, подключаются к интернету и могут обмениваться данными друг с другом без участия человека. Например, датчики могут измерять температуру и влажность воздуха в клетках, обеспечивая оптимальный микроклимат для животных. Инфракрасные датчики помогают отслеживать наличие животных в клетках, что особенно важно для предотвращения побегов и обеспечения безопасности. Датчики для обнаружения утечек газа предупреждают о возгорании, что значительно повышает уровень безопасности в приюте. Для передачи данных и оповещения администратора используются модули связи, которые позволяют удаленно контролировать состояние системы и оперативно реагировать на любые изменения. Все эти устройства работают на базе микроконтроллеров, что обеспечивает гибкость и возможность программирования под конкретные задачи.

Еще одной важной технологией является использование систем видеонаблюдения и анализа поведения животных. Камеры, установленные в клетках и на территории приюта, позволяют круглосуточно наблюдать за животными и своевременно реагировать на любые изменения в их поведении. Современные системы видеонаблюдения могут быть оснащены функцией распознавания лиц и поведения, что позволяет автоматически выявлять признаки стресса, агрессии или болезни у животных. Это значительно облегчает работу персонала и повышает уровень безопасности в приюте.

Также стоит отметить использование облачных технологий для хранения и обработки данных о животных, тем самым отказываясь от бумажных носителей. Таким образом обеспечивается надежное хранение данных и защита от потери информации. Данная технология позволяют централизованно хранить информацию о каждом животном, включая его медицинскую историю, данные о вакцинациях, результаты анализов и другую важную информацию на компьютере. Это облегчает доступ к данным для всех сотрудников приюта и позволяет быстро обмениваться информацией с ветеринарами и другими специалистами.

Кроме того, в приютах могут использоваться системы автоматического управления климатом. Эти системы позволяют поддерживать оптимальные

условия в помещениях, регулируя температуру, влажность и вентиляцию. Это особенно важно для животных с ослабленным здоровьем или особенными потребностями. Автоматическое управление климатом помогает создать комфортную и безопасную среду для всех животных в приюте, что способствует их быстрому восстановлению и адаптации.

Внедрение вышеперечисленных решений для автоматизации процессов работы приютов, безусловно упрощает работу сотрудников снижая объемы работ, а также улучшает условия прибывания животных в приюте. Современные технологии упрощают процесс поиска и возвращения животных, делая его более эффективным. Это способствует повышению уровня доверия к приютам и улучшению их репутации в обществе, что, в свою очередь, может привлечь больше ресурсов и поддержки для их работы. Таким образом применение современных технологий в приютах значительно улучшают управление организаций, а также повышают уровень ухода за животными и облегчают процесс поиска новых владельцев для бездомных животных.

Литература

1 Пискунова, Н. Моделирование ошейника со встроенным чипом для повышения точности местонахождения животных / Н. Пискунова // Студенческая научная весна : Сборник тезисов докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова, Москва, 01–30 апреля 2023 года. – Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2023. – С. 530. – EDN JXITWM.

Д.Ю. Волкова, к.э.н., доц.; А.А. Вителюева, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ В КОМПАНИЯХ

В современных условиях добиться высокой эффективности управления бизнес-процессами организации невозможно без применения информационных технологий. Благодаря высокому темпу развития информационных технологий в распоряжении компаний имеется множество инструментов для улучшения и автоматизации бизнес-процессов [1, 2]. Так, организаций, не применяющих ?современные технологии при управлении своими бизнес-процессами, могут ожидать следующие проблемы [3]:

1. Труднодоступность и разрозненность информации. Из-за отсутствия автоматизированных информационных систем в организации и, соответственно, централизованной базы данных, данные могут дублировать, не соответствовать своим записям в базе данных, также могут возникать ошибки при вводе, просмотре, редактировании данных. Подобное приводит к путанице и затрачивает дополнительные ресурсы организации, снижая ее конкурентоспособность.
2. Низкий уровень контроля бизнес-процессов. Внедренные современные автоматизированные системы позволяют собирать множество данных о процессе в реальном времени.

3. Недостаток информационных технологий снижает потенциал сотрудников, увеличивая время, которое они затрачивают на выполнение задач. Это соответственно, снижает эффективность предприятия и мотивацию сотрудников.

Основным проявлением информационных технологий, используемым в компаниях, являются различные автоматизированные информационные системы. Наиболее распространенные автоматизированные информационные системы [4]:

1. Системы, предназначенные для работы с информацией о клиентах и контрагентах (CRM-системы). Подобные системы при верном применении могут значительно улучшить отношения компании со своими клиентами, подняв качество обслуживания, поднять эффективность маркетинговой политики, собирая множество данных о клиентах.
2. Системы, применяемые для планирования ресурсов и создания расписаний (ERP-системы). Подобные системы полностью автоматизируют некоторые области предприятий, что соответственно увеличивает качество планирования и управления бизнес-процессами.
3. Системы, автоматизирующие бизнес-процессы (BPM-системы). Такие системы используются для моделирования, автоматизации и дальнейшего мониторинга бизнес-процессов организации, что соответственно их оптимизирует, повышая эффективность организации.
4. Системы бизнес-аналитики (BI-системы). Подобные системы применяются для сбора данных и последующей аналитики о уже автоматизированных бизнес-процессах. Это еще сильнее повышает контроль бизнес-процессов, также подобные системы за счет широкой статистики позволяют повысить точность прогнозов.
5. Системы электронного документооборота. Такие системы снижают занятость сотрудников не производственными задачи, повышая эффективность компании.

Высокую эффективность информационных технологий для оптимизации и управления бизнес-процессами в разных сферах предпринимательства доказывает повсеместное применение подобных технологий крупными российскими компаниями. Так, например, компания «Сбер» получает конкурентное преимущества во всех своих сферах деятельности именно с помощью активного применения информационных технологий. Используемые компанией автоматизированные информационные системы следующие:

1. Функциональное мобильное приложение банка и его веб-версия. Подобное позволяет значительно разгрузить отделения банка и даже сократить их количество, так как такая система автоматизируют множество банковских бизнес-процессов. Пример функций, выполняемых мобильным приложением: оформление вкладов и кредитов; оформление и заказ дебетовых, кредитных карт; выполнение онлайн-переводов.
2. Компания также активно развивает системы искусственного интеллекта. Она применяет такие системы для big-data разработок, которые

используются для сложных маркетинговых компаний, учитывающих желания и потребности клиентов. К тому же компания использует наработки в системах искусственного интеллекта для создания чат-ботов, голосовых помощников, внедряемых в технику компании, генеративных нейронных сетей.

Яркий пример эффективности применения информационных технологий является компания «Озон», данная компания полностью построила свою бизнес-модель на автоматизации основных бизнес-процессов.

Платформа электронной коммерции, разработанная компанией, имеет уникальный функционал, а также предоставляет пользователям удобную среду для заказов, что выступает сильным конкурентным преимуществом. Также организация применяет технологии искусственного интеллекта и big data для создания системы рекомендации товаров потребителям, что также повышает эффективность работы компании.

Компания применяет не очень распространенные автоматизированные информационные системы управления складами (WMS), почти полностью автоматизирующие бизнес-процессы на складах. Данное позволяет уменьшить сроки и стоимость доставки и хранения товаров на складах, что также является конкурентным преимуществом компании, значительно выделяя ее среди подобных организаций.

Мировой опыт также отображает тенденцию внедрения информационных технологий в главные бизнес-процессы компаний. Например, Amazon, Tesla, Google вливают огромные средства в развитие, применяемых ими автоматизированных информационных систем.

Но при этом подобное внедрение информационных технологии имеет и недостатки, несущие с собой некоторые риски. Главные проблемы интеграции информационных технологий в бизнес-процессы [6]:

Высокие затраты на создание, внедрение и поддержку программных решений, также требуются дополнительные средства на обучение персонала, закупку и установку необходимого для работы системы оборудования. Подобное уменьшает рациональность применения информационных технологий в небольших компаниях.

Сложность интеграции новых систем и технологий, если в компании уже используются информационные системы [6]. Соответственно, для корректной и эффективной работы новых решений их нужно разрабатывать и внедрять с учетом имеющихся систем.

При недостаточном обучении сотрудников активное применение информационных технологий может вызывать дополнительную нагрузку и трудности для сотрудников компании.

Недостаточное обеспечение информационной безопасности при применении автоматизирующих информационных систем может привести к утечки данных компании, сотрудников или даже клиентов. Что ведет к дополнительным тратам ресурсов, потери клиентов, репутационным издержкам.

Таким образом, в современных условиях развитые информационные технологии предоставляют компаниям множество возможностей автоматизации

и повышения эффективности бизнес-процессов. Также активное применение информационных технологий позволяет компаниям повысить качество внутренних коммуникаций, взаимоотношений с клиентами, маркетинговой политики. Все это значительно выделяет развитые в этом плане организации, повышая их конкурентоспособность. Но использование подобных систем также имеет свои нюансы, и в некоторых случаях может иметь негативные последствия. Так, например, в небольшой организации будет эффективно и выгодно автоматизировать только рутинные, постоянные бизнес-процессы, а в крупных организациях необходимо выделять достаточное количество ресурсов на обеспечение информационной безопасности. Итак, можно сделать вывод, что только при правильном применение информационных технологий компаниями, они становятся мощным инструментов доминации на рынке, данное подтверждают и рассмотренные примеры.

Литература

1. Казаков О.Д. Механизм управления элементами бизнес-процесса с использованием его цифрового двойника// Прикладная информатика. 2023. Т.18. №6(108). С. 20-29
2. Девятков Т.В., Девятков В.В., Габалин А.В. Применение имитационного моделирования при оперативном управлении сложными системами// Прикладная информатика. 2023. Т.18. №2(104). С. 60-72
3. Литвин, А. Ю. Цифровая трансформация систем управления бизнес-процессами в российских компаниях / А. Ю. Литвин // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. №s2. URL: https://esj.today/PDF/73FAVN223.pdf (дата обращения: 20.09.2024)
4. Информационные технологии и системы. Виды. Методологии внедрения [Электронный ресурс] // URL: https://garpix.com/blog/informacionnye-tehnologii-i-sistemy-vidy-metodologii-vnedreniya (дата обращения: 24.09.2024)
5. Внедрение информационных технологий: причины, этапы, эффективность [Электронный ресурс] // URL: https://sales-generator.ru/blog/vnedrenie-informatsionnykh-tekhnologiy/ (дата обращения: 25.09.2024)
6. Заенчковский А.Э., Лазарев А.И., Леднева О.В., Прокимнов Н.Н. Анализ и тестирование алгоритмов нейросетевой tcp/ip маршрутизации пакетов в частных виртуальных туннелях // Прикладная информатика. 2023. Т.18. №6(108). С. 98-108

Д.Ю. Волкова, к.э.н., доц., Е.А. Носов, студ.;
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КАДРОВОГО УЧЕТА

В настоящее время сотрудники являются одним из главных ресурсов организации. Поэтому крайне важно следить и учитывать информацию о них, для составления статистики, расчета премий, обучение и так далее. Поэтому для улучшения и ускорения процессов, связанных с работой с кадрами, необходимо проводить автоматизацию кадрового учета, которая позволит: снизить время на обработку информации внутри и вне организации, выполнение рутинной работы сотрудников отдела кадра, организовать доступ сотрудников к «базе знаний» предприятия [1], увеличивать количество сотрудников, не увеличивая количество сотрудников отдела кадров, выстроить траекторию повышения квалификации сотрудников [2]. Согласно информации «COMNEWS», по мнению HR-директоров и аналитиков рынка кадрового электронного документооборота (КЭДО), что является частью автоматизации кадрового учета,

данный рынок вырастет минимум в 2 раза, по окончанию 2024 года. Общий объем российского рынка КЭДО, по итогам 2023 года Юлия Попова, руководитель направления кадрового ЭДО в "Контур.Диадоке", оценила в 1 млрд руб. [3].

Автоматизация кадрового учета, как и любой другой процесс имеет свои преимущества и недостатки. Основными преимуществами можно выделить: эффективность и качество работы, снижение влияния человеческого фактора; увеличение лояльности сотрудников, так как с автоматизированными системами легче и удобнее работать; снижение расходов организации, возможно, стоимость внедрения покажется дорогой, но со временем она окупится и значительно снизит расходы. Из недостатков можно выделить риски, которые возникают при автоматизации данного процесса: трудность с интеграцией решения в существующую систему, сложность правильного выбора системы.

Поэтому крайне важно учитывать отделы, особенности их информационных систем (ИС), планировать проведение внедрения автоматизированной системы кадрового учета в эти системы, уровень влияние основных отделов указан штриховкой на рисунке 1.

Рисунок 1 – Уровень сложности внедрения ИС кадрового учета к существующим ИС других отделов

Из рисунка видно, что наиболее важными являются: общая ИС организации и ИС бухгалтерии. Для общей системы это особенно важно с точки зрения взаимодействия руководителей других отделов, составления аналитических отчетов, одновременное изменение различных руководящих документов и так далее. Но наиболее важно взаимодействие кадровой системы с бухгалтерской, так как именно между этими двумя отделами происходит самый большой обмен информации, в особенности различные документы, отчеты, справки, выписки и

так далее, передача которых имеет свои особенности и ограничения, связанные со сроками подачи различных заявлений, отчетностей в различные органы государственной власти.

При автоматизации кадрового учета необходимо учитывать основные факторы, во-первых, избавить информацию от лишних данных. Чтобы не переполнять бедующую ИС, во-вторых, описать и провести реинжиниринг существующих процессов, связанных с кадровым учетом, и, при обнаружении недостатков, устранить их.

Автоматизацию кадрового учета можно разделить на несколько групп [4]:

- автоматизация кадрового учета документов;
- автоматизация управления персоналом, расчетом заработной платы (составление графиков, учет режимов работы);
- автоматизация охраны труда (проведение различных инструктажей, медосмотров, проведение проверок, подготовка к государственным проверкам).

Для проведения сравнительного анализа существующих решений и платформ, на основе которых можно автоматизировать кадровый учет, необходимо определить критерии и параметры оценки данных программных продуктов.

Так как внедрение происходит в бизнесе, то первым критерием будет стоимость внедрения или приблизительного срока окупаемости (в месяцах). Этот критерий является наиболее важным, так как показывает экономическую обоснованность и необходимость внедрения данных систем.

Второй, не мало важный фактор, это сложность внедрения в существующие системы, как было описано выше, с некоторыми отделами обмен информацией происходит часто и корректность этого обмен играет важную роль.

Третий фактор, это сложность в обучении персонала, сколько необходимо времени, средств для повышения квалификации сотрудников и обучения их работы в новой системе. Результаты сравнения по данным критериям представлены в таблице 1 [5],[6].

Таблица 1 – Сравнение наиболее распространенных продуктов

Наименование / Критерии	Comindware	Битрикс24	sabystaff	Первый.Бит (1С)
Краткое описание	Полная цифровизация и автоматизация кадрового учета	Основной упор на автоматизацию КЭДО, основным преимуществом является уже подключенный «Госключ»	Основной упор на автоматизацию КЭДО	Осуществляют полную автоматизацию создавай индивидуальные продукты на 1С:ЗУП

Что автоматизи-руе т	Расчет ЗП, премий, документооборо т, отслеживание статусов, личный кабинет	КЭДО	КЭДО	Расчет ЗП, премий, документообо-ро т, учет прогулов, больничных
Сроки окупаемости	≈ 5-7 месяцев	≈ 2-4 месяцев	≈ 3-5 месяцев	≈ 4-6 месяцев
Сложность внедрения	Внедрение данной системы осуществляется абсолютно к любым существующим системам с незначительным и доработками	Внедрение данной системы осуществляется абсолютно к любым существующим системам с незначительным и доработками	Внедрение данной системы осуществляется абсолютно к любым существующим системам с незначительным и доработками	Легко встраивается к другим системам на 1С, и к большинству других
Сложность обучения	Обучение персонала проводят сотрудники Comindware	Программа интуитивно понятна, с ИС поставляется методичка по самообучению сотрудников	Обучение персонала проводят сотрудники sabystaff	Обучение персонала проводят сотрудники Первый.Бит

Помимо приведенных в таблице продуктов и решений, существует еще множество других, но большинство из них схожи с Первый.Бит, так как реализуют автоматизацию на платформе 1С (WeJET, WISEADVICE, 1С, 1С-Рарус, RDV и т.д.).

Из таблицы видно, что на рынке наиболее распространена автоматизация КЭДО, ее реализуют как в ходе полной цифровизации и автоматизации кадрового учета, так и как отдельный вид автоматизации. Это связано с тем, что документооборот в любой организации занимает много времени и траты ресурсов. Автоматизация этого процесса позволяет не только снизить эти затраты, но и снизить вероятность ошибок, недостач каких-либо документов или заполнение в неправильной форме. Все эти преимущества сделали КЭДО наиболее распространенным процессом для автоматизации, поэтому предлагаемые решения постоянно модернизируются и приобретают большую гибкость, а вместе с этим появляются новые.

Если говорить о полной цифровизацию и автоматизации с различными видами учета, то тут нет большой конкуренции в плане операционной системы или среды разработки, так как большинство организаций осуществляющий автоматизацию кадрового учета, работают с 1С, а именно 1С: зарплата и управление персоналом (1С:ЗУП). Это связано с особенность самого 1С, ведь изначально 1С разрабатывался для ведения учета, поэтому в области кадрового учета он имеет наибольшее распространение.

Таким образом, для автоматизации кадрового учета в целом, наилучшим решением будет разработка на платформе 1С (1С:ЗУП), так как она легко внедряется практически в любые системы и имеет ряд преимуществ, заложенных еще при создании. При точечной автоматизации распространен кадровый электронный документооборот, где наиболее выгодным и простым будет решение от Битрикс24, которое позволяет не только автоматизировать документооборот в организации, но и связать оборот с основными государственными структурами.

Литература

1 Wang F., Stoianova O.V. Modeling the effect of e-service quality and knowledge culture on employee performance: a Sem approach based on survey data from Chinese real estate industry// Journal of Applied Informatics. 2023. T. 18. №5 (107). C. 5-19

2 Фролов И.А., Борисов В.В. Сценарно-информационный анализ и моделирование адаптивной подготовки групп специалистов на основе нечеткого онтологического подхода // Прикладная информатика. 2023. Т.18. №6(108). С.54-66.

3 Рынок сервисов кадрового электронного документооборота удвоится до конца 2024 г. [Электронный ресурс] // COMNEWS URL: https://www.comnews.ru/content/231629/2024-02-19/2024-w08/1008/rynok-servisov-kadrovogo-elektronnogo-dokumentooborota-udvoitsya-do-konca-2024-g (дата обращения 27.09.2024)

4 Упрощаем жизнь: как автоматизировать кадровое делопроизводство, избежать ошибок и штрафов [Электронный ресурс] // Клерк URL: https://www.klerk.ru/blogs/lexintel/493751/ (дата обращения 27.09.2024)

5 Подписывайте кадровые документы с Битрикс24 КЭДО + Госключ [Электронный ресурс] // БИТРИКС24 URL: https://www.bitrix24.ru/promo/kedo_goskey/#menu (дата обращения 29.09.2024)

6 Возможности HR-системы [Электронный ресурс] // ComindWare URL: https://www.comindware.ru/human-resources/#section-functions (дата обращения 29.09.2024)

Д.Ю. Волкова, к.э.н., доц.; К.С. Печкурова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Современный веб-дизайн отличается динамичностью и быстротой развития, вдохновляющий и меняющий облик виртуальных интерфейсов. Инновационные факторы включают влияние новых технологий, изменение технических стандартов и эволюцию стилей визуальной идентификации брендов. Важность современных подходов в разработке дизайна веб-приложений заключается не только в эстетике, но и функциональности, а также акцентирует внимание на необходимости умеренного применения этих тенденций[1].

Для успешного функционирования веб-приложения необходимо предоставить пользователю не только различные функциональные возможности, но и интуитивно понятный интерфейс. В настоящее время разработано множество подходов для создания дизайна веб-приложений. Однако рассмотрим основные тренды – яркие цвета, сложные градиенты, чистый минимализм, гигантские кнопки [2].

Яркиецвета–один из современных подходов в дизайне веб-приложений, который позволяет создавать уникальные и запоминающиеся продукты. Они влияют на настроение пользователей, создают особую атмосферу на сайте и

вызывают определённые ассоциации с продуктом или услугой. Красочные цветовые переходы становятся всё более популярными и добавляют динамичность и энергию интерфейсу. Также в тренде сочетания цветов, вдохновлённые дизайном 80-х и 90-х годов, которые вызывают ностальгические чувства. На рисунке 1 представлен пример веб-приложения с современным подходом «яркие цвета» [3].

Сложные градиенты обычно используются для фона блоков, но в 2024 году они все чаще используются при оформлении мелких деталей, таких как заголовки, кнопки и карточки. Многие разработчики предпочитают избегать простых линейных или радикальных градиентов, состоящих из двух или трёх тонов. Однако теперь основным из современных подходов в разработке веб-приложений являются сложные переходы между цветами, создающие более привлекательные и динамичные визуальные эффекты. Примеры таких градиентов можно найти и в природе, например, оперение колибри или пятно бензина на асфальте.

Следующий современный подход используется на контрасте с предыдущими. Он заключается в использовании минимального числа элементов и простых форм для создания чистого и изящного дизайна. Благодаря большому количеству свободного пространства и отсутствию декоративных элементов, внимание пользователей сосредотачивается на контенте и продукте. Минимализм подчёркивает простоту, функциональность и уменьшение визуального беспорядка. Он фокусируется на основных элементах и убирает ненужные детали, обеспечивая чистый, упорядоченный и эффективный пользовательский опыт. В контексте мобильных приложений минимализм способствует удобству, запоминаемости и балансу между эстетикой и функциональностью. Пример веб-приложения с подходом «Чистый минимализм» приведен на рисунке 2 [4].

Рисунок 1 – Пример современного подхода «Яркие цвета» в разработке веб-приложений

Рисунок 2 – Пример современного подхода «Чистый минимализм» в разработке веб-приложений

Гигантские кнопки– это современный подход в разработке дизайна веб-приложений, который предполагает использование больших и заметных кнопок для призыва к действию. Такие кнопки занимают значительную часть экрана и выделяются на фоне остального интерфейса, делая их легкозаметными и повышая вероятность клика. На рисунке 3 представлен пример веб-приложения с современным подходом «гигантские кнопки»[5].

Рисунок 3 – Пример современного подхода «Гигантские кнопки» в разработке веб-приложений

Грамотное проектирование дизайна веб-приложений может нести не только эстетический посыл, но и косвенно влиять на поведение пользователя на сайте, подталкивать его к каким-то действиям, заострять внимание на важных вещах.

Современные подходы в разработке дизайна для веб-приложений включают яркие цвета, чистый минимализм, большие кнопки, сложный градиент. Эти тенденции направлены на улучшение пользовательского опыта, повышение функциональности и адаптивности веб-приложений к новым технологиям и стандартам. Важно применять эти подходы умеренно, чтобы избежать излишней перегруженности и сложности интерфейсов.

Литература

1.МосиевичК.В. Современные тенденции дизайна в разработке веб-приложений // Международный студенческий научный вестник. 2023. № 6(92). С. 22-26.
2.10 трендов веб-дизайна в 2024 году [Электронный ресурс] // tilda.education: URL: https://tilda.education/web-design-trends-2024?ysclid=lw3fxsanen653207653(дата обращения: 12.05.2024)
3.Сыроварня Горка [Электронный ресурс] // cheese-gorka: URL: https://cheese-gorka.ru(дата обращения: 12.05.2024)
4. Numa Creative [Электронныйресурс] // numacreative: URL: https://numacreative.de(дата обращения: 12.05.2024)
5.Веб-дизайнер [Электронный ресурс] // zhenyaasht: URL: https://zhenyasht.com(дата обращения: 12.05.2024)

М.А. Волченкова, студент; Ю.В. Вайнилович, к. т. н., доцент
(Белорусско-Российский университет, г. Могилев)

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ONLINE-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ФИТНЕСА И ЗДОРОВЬЯ

В современном мире всё большую популярность приобретают платформы, позволяющие пользователям всех возрастов следить за тренировками, подбирать планы питания и развивать свои спортивные компетенции. Такие сервисы предоставляют уникальные возможности для раскрытия потенциала, получения новых знаний и достижения фитнес-целей.

В связи с нынешними социально-экономическими реалиями и быстро развивающимися технологиями пользователи сталкиваются с новыми требованиями к своему здоровью и физической форме [1]. Занятия по фитнесу помогут лучше адаптироваться к изменениям, предоставляя современные программы тренировок и советы по питанию.

Общая цель платформы – предоставить уникальную среду, сочетающую в себе социальную культуру, сетевые и образовательные ресурсы, которые способствуют развитию здоровья и самоуправления. Платформа должна иметь большой потенциал, чтобы помочь пользователям на пути к лучшей жизни, предлагать широкий спектр ресурсов, включая программы обучения, советы по питанию и образовательные материалы.

Online-платформу для фитнеса и здоровья можно представить как уникальную информационную, образовательную, обучающую систему, направленную на распространение эффективных тренировочных и диетических практик, актуальных в современном фитнес-мире, предоставление обучающих материалов в рамках специализированных программ, связанных с физической активностью и правильным питанием, трансляцию инновационных подходов и практических разработок в области тренировок и здоровья.

С помощью функции поиска Google Trends было проведено исследование популярности программ обучения, основанный на анализе количества релевантных онлайн-запросов за последние пять лет. На рисунке 1 представлены результаты анализа запроса к тренировочным программам. Анализируя данные графика, можно сделать вывод, что интерес к программам обучения возрастает с каждым годом.

Рисунок 1 – Линейный график интереса к теме тренировочных программ

По данным Google Trends, запрос «План питания» также пользуется большой популярностью среди пользователей. Это подчеркивает важность разработки инструментов, позволяющих выбирать программы тренировок и меры по питанию, которые эффективны и подходят для людей, только начинающих вести здоровый образ жизни. На рис. 2 показан график интереса к запросу «План питания».

Рисунок 2 – Линейный график интереса к теме планов питания

Статистика по запросу «Здоровый образ жизни» представлена на рисунке 3 и показывает, что интерес к теме здоровья повышается у пользователей циклически каждые полгода. Из этого можно сделать вывод, что здоровье всегда будет оставаться неотъемлемой частью жизни и требовать современных решений для улучшения ее качества.

Рисунок 3 – Линейный график интереса к теме здорового образа жизни

На рисунке 4 представлен график сравнения интереса к темам программ обучения среди англоязычных и русскоязычных пользователей Интернета за последние пять лет. Анализируя данные, можно отметить, что подобные направления более популярны за рубежом, чем в СНГ. В среднем за последние пять лет англоговорящие программы тренировок нравились в 70 раз чаще. Эти результаты показывают, что ниша online-платформ для фитнеса и здоровья актуальна в обществе и еще не насыщена в русскоязычном сегменте.

Рисунок 4 – Линейный график сравнения интереса к теме тренировочных планов русскоязычного и англоязычного населения

Многие люди испытывают трудности при поиске структурированной обучающей информации.

В современном мире, где информации становится все больше, пользователям сложно ориентироваться в множестве источников. Часто они сталкиваются с разрозненными данными, которые не имеют четкой структуры и не помогают в достижении конкретных целей.

Также существует проблема проверки достоверности обучающих материалов, доступных в интернете. С ростом популярности онлайн-образования и самообучения, пользователи сталкиваются с риском наткнуться на недостоверные или неактуальные источники информации.

Наконец, для людей, которые тренируются самостоятельно, создание личной тренировочной программы может быть настоящей проблемой. Часто они не знают, как правильно составить план, учитывая свои цели, уровень подготовки и индивидуальные особенности. Это может привести к неоптимальным тренировкам, недостаточному прогрессу и даже к потере мотивации.

Таким образом, платформа призвана устранить эти проблемы, предоставляя пользователям надежные, структурированные и качественные обучающие материалы, а также инструменты для создания персонализированных тренировочных программ. Это поможет пользователям более эффективно достигать своих целей.

Литература

1 Палагин, В. В. Исследование рынка здорового питания и предпочтений пользователей в Беларуси / В. В. Палагин, С. А. Евтушевская, Ю. В. Вайнилович // Современные вопросы естествознания и экономики : сборник трудов V Международной научно-практической конференции, Прокопьевск, 16 марта 2023 года. – Прокопьевск: Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" в г. Прокопьевске, 2023. – С. 300-302. – EDN XWNPSE.

И.А. Гончарова, к. п. н., доцент, Д.А. Козырев, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТПРОНИКИ EASYEDA

На текущем этапе развития технологий область проектирования печатных плат накопила в себе широкий спектр программного обеспечения, которое позволяет относительно быстро и эффективно решать элементарные и комплексные задачи проектирования различной степени сложности.

Первостепенные задачи такого рода программного обеспечения заключаются в ускорении и упрощении процесса проектирования, предупреждении часто совершаемых ошибок, возможности к быстрой адаптации при внесении изменений в дизайн платы, симуляции работы электрических цепей, а также в значительном сокращении времени разработки печатной платы.

Исторически сложилось так, что программное обеспечение устанавливается на персональный компьютер и по мере необходимости к нему могут быть загружены необходимые библиотеки и модули, которые расширяют возможности программы.

Фундаментальное отличие онлайн-сервиса easyEDA заключается в том, что оно реализовано в веб-браузере и не требует установки на персональный компьютер. Все инструменты и библиотеки доступны сразу и не требуют предустановки. Файлы проектов хранятся в облачном хранилище, которое предоставляет онлайн-сервис. При необходимости у пользователя есть возможность загрузить и установить локальную версию продукта на персональный компьютер. Разработчики предусмотрели возможность настроить интеграцию локальных проектов с облачным хранилищем для доступа к ним на любом устройстве через веб-браузер.

Совокупность таких решений позволило реализовать кроссплатформенную веб-ориентированную среду автоматизации проектирования электроники, включающую в себя редактор принципиальных схем, редактор топологии печатных плат, SPICE-симулятор, систему управления проектами, автоматический трассер дорожек, механизм 3D-визуализации плат, механизм создания проектных команд для совместной работы, механизм контроля версий проекта, механизм заказа печатных плат на производстве. В добавок ко всему, онлайн ориентированный подход позволил накопить внушительную библиотеку разнообразных компонентов и проектов пользователей[1].

Интеграция веб-сервиса с крупнейшим магазином электронных компонентов «LCSC» и производством по изготовлению печатных плат «JLCPCB» позволило значительно ускорить подбор компонентов и сборку печатных плат.

Для решения типовых вопросов пользователей существует большая и подробная документация по всем возможностям платформы с примерами. Для обсуждения нестандартных вопросов, а также для обмена опытом существует форум с разделением на специализированные темы.

На данный момент времени веб-приложение распространяется на полностью бесплатной основе и официально разрешено для коммерческого использования правообладателем. Следует отметить, что приложение имеет несколько тарифных планов помимо бесплатного. Их преимущество заключается в количественном увеличении возможностей пользователя, а именно в предоставлении увеличенного облачного хранилища, возможности создавать несколько точек восстановления проектов, получение более высокого приоритета при выполнении трудоемких операций. Сами разработчики отмечают, что платные тарифы существуют, только для поддержки и развития продукта[2].

В качестве демонстрационного проекта печатной платы в данной статье будет рассмотрен умножитель напряжения на диодах. На рисунке 1 представлена принципиальная электрическая схема проекта.

Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема проекта

Для работы с easyEDA необходимо лишь зарегистрировать аккаунт пользователя. Следует отметить, что сервис предоставляет возможность разработки без аккаунта, но при этом пользователь не имеет возможность сохранять свои проекты в облачное хранилище, а также не имеет права создавать заказы на изготовление печатных плат. Интерфейс веб-приложения представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Интерфейс веб-приложения

По умолчанию в менеджере проектов подготовлен набор демонстрационных проектов, которые отражают основы работы с компонентами.

На первом этапе разработки печатной платы необходимо воссоздать электрическую цепь используя компоненты easyEDA. При возникновении проблем с поиском компонентов в библиотеке пользователь имеет возможностью создать их самостоятельно с полного нуля. При желании собственные проекты и компоненты можно опубликовать в общедоступную библиотеку, тем самым внеся вклад в развитие продукта.

На втором этапе разработки печатной платы необходимо проверить электрическую цепь на целостность и расчетные характеристики. Для этого в easyEDA существует режим симуляции, который предоставляет набор вспомогательных инструментов, включающих в себя разнообразные источники питания и измерители сигнала. Режим имеет множество параметров, которые могут быть использованы при тестировании. Результаты тестирования позволяют сделать выводы относительно корректности выбранных компонентов платы.

Схема умножителя напряжения, взятая за основу в данном проекте, предполагает увеличение напряжения до 1000-1200V. В данном случае теоретические значения сошлись с симуляцией в рамках погрешности. Результаты воссоздания и симуляции схемы отражены на рисунке 3.

Рисунок 3 – Результаты симуляции работы электрической цепи платы

На третьем этапе разработки печатной платы проект необходимо конвертировать в PCB-схему. Далее производится процесс размещения исходных компонентов на печатной плате. Компоненты могут быть размещены произвольным образом и в произвольной ориентации. EasyEDA отражает электрические связи между компонентами с помощью мнимых линий для того, чтобы пользователь логически правильно их расположил опираясь на

электрическую схему. Границы печатной платы обозначены специальной областью, которая отражает физический размер печатной платы. Данная область может иметь произвольные настройки длинны и ширины.

На четвертом этапе проектирования печатной платы необходимо выполнить трассировку платы. Процесс может быть выполнен в ручном или автоматическом режиме. Следует отметить, что автоматический режим задействует облачные вычисления и не требует ресурсов персонального компьютера пользователя. Также при необходимости автоматическая трассировка может быть выполнена локально на персональном компьютере пользователя. Для выполнения этого процесса предусмотрено специальное программное обеспечение, которое размещено на веб-сайте с подробной инструкцией. На рисунке 4 представлен результат размещения компонентов и ручной трассировки платы.

Рисунок 4 – Результат ручной трассировки печатной платы

На финальном этапе происходит конвертация готовой PCB-схемы в Gerber файл, представляющий собой способ описания проекта печатной платы для изготовления фотошаблонов. После генерации данного файла пользователь автоматически перенаправляется на веб-сайт партнеров «JLCPCB».

Далее происходит процесс выбора индивидуальных параметров печатной платы: метод печати, основной материал, количество слоев, размер платы, количество плат в штуках, сферу применения и еще более 16 уникальных параметров, которые позволяют задать более тонкую настройку производства печатной платы. После определения ключевых характеристик печатной платы веб-сервис рассчитывает стоимость работы по производству и позволяет сделать заказ.

В целях ознакомления с приложением была спроектирована и создана печатная плата, представленная на рисунке 5.

Рисунок 5 – Результаты ознакомительного проектирования

Подводя итоги, можно заключить, что easyEDA это мощный инструмент, который позволяет разрабатывать печатные платы различного назначения и уровня сложности. Располагает ресурсами для быстрого подбора компонентов и изготовления печатных плат на заводском оборудовании. Имеет в своем запасе необходимые инструменты для симуляции работы электрических цепей и трассировки печатных плат. Поддерживает публичную библиотеку разнообразных компонентов и проектов пользователей, которая позволяет делиться опытом. Содержит необходимые обучающие материалы и форум поддержки по любым вопросам. А также позволяет настроить индивидуальные характеристики платы при осуществлении заказа.

Литература

1. RU.WIKIPEDIA.ORG: EasyEDA: сайт. Россия, 2017. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/EasyEDA (дата обращения: 20.08.2024). Режим доступа: для не зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
2. EASYEDA.COM: Plans and Pricing: сайт. Гуандун, 2013. URL: https://easyeda.com/page/about (дата обращения: 20.08.2024). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

А.В. Зедаина, ст. преподаватель, А.А. Вителюева студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

МЕТОД ДВУХФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ КЛИЕНТА НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В настоящее время невозможно представить работу любого крупного сервиса, сайта или приложения без сбора и обработки персональных данных о пользователе или клиенте. Соответственно, учитывая объемы хранения и возможности их использования злоумышленниками, любая утечка этих данных может нанести значительный ущерб как бизнесу, так и пользователям.

Компании для предотвращения подобных ситуаций активно развивают системы кибербезопасности, но при этом злоумышленники также могут получить доступ к аккаунту конкретного пользователя, чтобы получить персональные данные о нем. Одним из наиболее эффективных методов противодействия этому является двухфакторная аутентификация. При использовании данной технологии идентификация пользователя происходит с помощью двух разных типов аутентификационных данных, усложняя доступ к аккаунту. Первым типом данных, соответственно, являются логин и пароль. В настоящее время чаще всего вторым типом данных выступает код из SMS сообщения или электронной почты, но более перспективным видом данных являются биометрические данные.

Биометрические данные – это форма данных, которая использует индивидуальные физические характеристики человека для подтверждения его личности. К ним относятся данные, которые получены при: сканировании отпечатков пальцев, радужной оболочки глаза, сетчатки глаза, голоса; распознавании лиц [1]. Соответственно, двухфакторная аутентификация на основе биометрических данных – это метод проверки личности пользователя с использованием части его биометрических данных.

Самым популярным методом является аутентификация по отпечатку пальца. Любой человек рождается с уникальным рисунком кожи на подушечках пальцев. Метод основывается на том, что специальный сканер считывает этот рисунок. Отсканированный отпечаток пальца сравнивается с имеющимся в базе данных экземпляром, который был внесен в базу во время регистрации пользователя. Распознавание отпечатка пальцев выступает самым популярным способом биометрическим аутентификации благодаря своей доступности и простате использования. Но при этом данный метод аутентификации имеет недостатки для пользователя: для точности срабатывания руки должны быть чистыми, что делает их применение на некоторых предприятиях невозможным; сильные повреждения или связанные с возрастом изменения в кожных покровах рук; отпечаток пальца можно подделать; высокие требования к кожным покровам создают ситуации, при которых корректное применение сканеров сложно реализуемо, например, климатические условия.

Вторым по популярности является аутентификация методом распознавания лица. Данный метод реализуется на базе создания математической модели отображения лица человека. Специальное программное обеспечение захватывает и математическими средствами записывает в базу данных примерно 80 условных отличительных точек на лице человека. Во время аутентификации считанная с лица модель сравнивается с учетом точности с эталоном, записанным при регистрации в базу данных. Данный метод аутентификации с каждым год улучшается, повышается его точность. В том числе за счет использования технологий машинного обучения, это повышает точность при аутентификации, так как учитываются такие параметры как: возраст, пол, эмоции. Технологии распознавания лиц используются сейчас и в других сферах, например, в здравоохранении, в развлекательных приложениях, в камерах

безопасности.

В государственных структурах и других объектах особой важности находит применение и другой метод биометрической идентификации – аутентификация с помощью сканирования сетчатки или радужной оболочки глаза. Метод реализуется с помощью применения специальных сканеров, которые считывают в случае с сетчаткой глаза – всю сетчатку глаза, в случае с радужной оболочкой – уникальный узор кольцеобразных областей вокруг глаза. Сканирование радужной оболочки имеет множество нюансов и низкую точность, а сканирование сетчатки в свою очередь является очень точным, такой метод в 3 раза точнее отпечатков пальцев, но при этом процесс сканирования занимает много времени от 10 секунд до 2 минут, а подобные сканеры являются дорогостоящими [2].

Из всего вышесказанного вытекают главные преимущества применения двухфакторной аутентификации на основе биометрических данных.

1. Практически невозможно подделать биометрические данные, так как они основаны на уникальности тела каждого человека. Для подделки биометрических данных нужны невероятные вычислительные мощности и специализированные инструменты.

2. Удобство использования подобных методов двухфакторной аутентификации, так как для аутентификации таким способом пользователю не нужно использовать другие сервисы, приложения, номер мобильного телефона. Также применяя, такие методы аутентификации пользователю нет необходимости записывать и хранить или запоминать множественные пароли, пин-коды, ключи доступа, фразы восстановления.

3. Высокая возможность масштабируемости, так как биометрические технологии могут обрабатывать и хранить крупные объемы данных, сохраняя при этом высокий уровень защищенности.

Но при применении метода двухфакторной аутентификации на основе биометрических данных также появляются и некоторые недостатки этого метода и связанные с ними риски [3]:

1. Так как для реализации подобных методов аутентификации необходимо собрать множество различных данных пользователя, появляются этические проблемы такие как опасения по поводу конфиденциальности пользователей.

2. Проблемы восстановления доступа к аккаунту пользователя, если аккаунт был взломан, так как если злоумышленник получит доступ к биометрическим данным, то отменить или изменить их каким-либо образом практически невозможно.

3. Самые точные методы биометрической аутентификации для своей реализации требуют крупных финансовых вложений, так как организациям для их внедрения необходима полная модернизация.

Можно сделать вывод, что главной проблемой при использовании биометрической аутентификация является потеря контроль за аккаунтом пользователя при взломе и утечки его биометрических данных. Так как большая

часть биометрических персональных данных представляют собой изображения авторами предложен метод защиты персональных биометрических данных на основе диффузионных нейросетевых моделей [4].

Метод работает по следующему принципу: изображения с биометрическими данными с помощью диффузионной нейросетевой модели с условной генерацией изображения (то есть подконтрольной с помощью текстового файла генерацией) преобразуется в гауссов шум для хранения в базе данных, соответственно, при взломе или утечке такими данными злоумышленники не смогут воспользоваться. Иллюстрация использования диффузионной нейросетевой модели на термограмме лица человека представлен на рисунке 1.

Рисунок 1 – Использование диффузионной нейросетевой модели на термограмме лица человека

Соответственно, биометрические данные пользователей хранятся в базах данных именно в таком виде, но при необходимости с помощью той же диффузионной нейросетевой модели с условной генерацией изображения можно «восстановить» исходное изображение, но при этом это возможно только при наличии данных из изначального текстового файла, задающего генерацию и контролирующего работу нейросетевой модели.

Этапы прямой работы диффузионной нейросетевой модели:

– исходное изображение поэтапно искажается путем добавления предсказанного моделью гауссова шума (процесс выполняется для некоторых временных шагов t);

– в конце добавления шума от исходного изображения остается только чистый гауссов шум.

Этапы обратной работы диффузионной нейросетевой модели:

– исходное изображение поэтапно восстанавливается нейросетевой моделью, которая учитывает не только изображение шума, но и временной интервал t, а также собственные предсказания наложения шума;

– в конце восстановления путем преобразования гауссова шума получается исходное изображение.

В результате проведенного исследования были рассмотрены основные методы биометрической аутентификации, выявлены главные недостатки их применения. После чего был предложен метод защиты биометрических данных пользователей на основе применения диффузионной нейросетевой модели.

Литература

1 Biometric Authentication And Two-Factor Authentication: The Future Of Website And Business Security [Электронный ресурс] // URL: https://www.smartbusinessdaily.com/biometric-authentication-and-two-factor-authentication/ (дата обращения: 29.06.2024)

2 BIOMETRIC AUTHENTICATIONS: THE IMPORTANCE, USE CASES & MYTHS [Электронный ресурс] // URL: https://shuftipro.com/blog/biometric-authentication-the-importance-use-cases-myths/#Traditional-Methods-of-Authentication (дата обращения: 02.07.2024)

3 Biometric Authentication Pros and Cons [Электронный ресурс] // URL: https://www.protectimus.com/blog/biometric-authentication-pros-and-cons/ (дата обращения: 04.07.2024)

4 Диффузионные Нейросети — самый актуальный подход к генерации изображений [Электронный ресурс] // URL: https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/689072/ (дата обращения: 07.07.2024)

В.Е. Иванов, к. т. н., доц., Т.В. Широких, к. т. н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

ВЛИЯНИЕ ФЛУКТУАЦИЙ ЛЕГИРОВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ *p-n*-ПЕРЕХОДА

Влияние флуктуаций концентрации легирующей примеси на пробой *p-n*-перехода было представлено У.Шокли [1] в предположении, что распределение атомов примеси в полупроводнике описывается распределением Пуассона. Практически в любом рассматриваемом объёме полупроводника при любом уровне легирования среднее число <*N*> атомов примеси много больше единицы. Например, при средней концентрации примеси n_0 в области p^+-*n*-перехода шириной a_0 в объёме $a_0^3 < N >= n_0 a_0^3$ при $a_0 = 1$ мкм <*N*> имеет величину более 700. В таком случае распределение Пуассона переходит в распределение Гаусса

$$f(N) = \frac{1}{\sqrt{2\pi < N >}} \exp\left[-\frac{(N - < N >)^2}{2 < N >} \right], \qquad (1)$$

где <*N*> и *N* – среднее и возможное количество атомов примеси в выбранном объёме полупроводника. Очевидно, что случайные флуктуации (1) могут приводить лишь к малым отклонениям таких параметров как ёмкость, ВАХ, напряжение пробоя, связанных с концентрацией примеси *n*, и т.д. Покажем это на примере напряжения пробоя.

Средняя ширина a_0 резкого p^+-n-перехода определяется средней концентрацией n_0 и равна

$$a_0 = \sqrt{\frac{2\varepsilon\varepsilon_0(\varphi_0 - U)}{en_0}}, \qquad (2)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость полупроводника; ε_0 -электрическая постоянная; φ_0 – контактная разность потенциалов; U – напряжение на переходе; e – заряд электрона.

Рассмотрим флуктуации ширины a [2] p^+-n-перехода, которая определяется флуктуациями концентрации n

$$a = \sqrt{\frac{2\varepsilon\varepsilon_0(\varphi_0 - U)}{en}}. \qquad (3)$$

В областях, где концентрация больше, ширина перехода будет меньше, а тем самым будет меньше и напряжение пробоя. Произведём соответствующие оценки для вероятностей величин поля в переходе при аппроксимации перехода «независимыми кубиками» [1] с ребром, равным средней ширине перехода a_0 (рис.1). Среднее число атомов <N> донорной примеси электронов в n-области в объёме a_0^3 равно $< N >= n_0 a_0^3$. Выбор величины объёма V_0 в виде a_0^3 в данном подходе достаточно произволен, хотя он напрямую определяет распределение (1), а тем самым и функции распределения любых параметров p-n-перехода. Концентрация п *примеси* с определённой вероятностью может отличаться от n_0, а количество N=$n\,a_0^3$ атомов в объёме a_0^3 будет отличаться от <N>.

Рисунок 1. Аппроксимация p^+-n-перехода «независимыми кубиками».

⊕– ионы донорной примеси; — – граница p^+-n-перехода в n-области;

a_0 – средняя ширина перехода

Используя (2) и (3) выразим концентрации n и n_0 как функции ширины перехода:

$$n_0 = \frac{2\varepsilon\varepsilon_0(\varphi_0 - U)}{ea_0^2}, \quad n = \frac{2\varepsilon\varepsilon_0(\varphi_0 - U)}{ea^2}, \qquad (4)$$

(ниже величину $|\varphi_0 - U|$ для краткости будем обозначать просто U). Далее, умножив значения n_0 и n на a_0^3 ,получим выражения для <N> и N . Подставим их в (1) и в соответствии с правилами преобразования с плотностью вероятности для ширины перехода примет вид

$$f_1(a) = \frac{1}{a_0}\sqrt{2\frac{N_0}{\pi}\frac{a_0^3}{a^3}}\left(\frac{a_0}{a}\right)^3 \exp\left[-\frac{N_0}{2}\left(\frac{a_0^2}{a^2}-1\right)^2\right] \qquad .(5)$$

Величина a_0 определяется средней концентрацией носителей n_0 , а тем самым и функция $f_1(a)$ (5) определяется в конечном итоге средней концентрацией носителей n_0 и напряжением на переходе U. На первый взгляд, распределение (5) справедливо как для $a<a_0$, так и для $a>a_0$. Однако, в случае $n<n_0$ ширина перехода выходит за пределы области a_0, где концентрация, очевидно, отличается от n, условие аппроксимации «независимыми кубиками с фиксированным ребром a_0» нарушается, и формулы (2) и (5) не могут быть использованы. Таким образом, распределение (5) справедливо только для $a<a_0$. Это замечание следует учитывать при рассмотрении любых параметров, связанных с концентрацией.

Перейдём к функции распределения $f_2(E)$ для напряжённости E электрического поля. Выполнив соответствующее преобразование функции $f(N)$ (1) с использованием формулы $E=2U/a$ для поля на границе раздела p и n областей и (4) для распределения концентраций $f_1(n)$, получим распределение $f_2(E)$

$$f_2(E) = \frac{1}{E_0}\sqrt{2\frac{N_0}{\pi}}\frac{E}{E_0}\exp\left[-\frac{N_0}{2}\left(\frac{E^2}{E_0^2}-1\right)^2\right], \qquad (6)$$

где используется обозначение $E_0=2U/a_0$.

Для иллюстрации формул (5) и (6) на рис.2 для нескольких значений приведены графики функций $f_1(a/a_0)$и $f_2(E/E_0)$. В соответствии со сказанным выше учтено, что (5) и (6) справедливо лишь для полей $E>2U/a_0$. Значения a и E приведены в относительных единицах.

Рисунок 2. Плотность вероятностидля функций распределения.
а) - ширины перехода a; б) - напряжённости поля E в переходе.

На рис. 3 представлены функции распределения $W_1(a < a_0) = \int_{a_0}^{a} f_1 da$ и $W_2(E > E_0) = \int_{E_0}^{E} f_2 dE$ для величин a иE.

Рисунок 3. Функции распределения
а) - ширины перехода; б) - напряжённости поля E в переходе.

Как и следовало ожидать, при больших величинах N_0 отклонения параметров a и E от средних значений a_0 и E_0 маловероятно.

Приведём оценки порядка величин ширины перехода, числа частиц примеси и поля в переходе для кремния (значение пробивного поля $E_{пр}$=30 МВ/м). При достаточно малой концентрации примеси $n_0=10^{19}$ 1/м^3 и напряжении U=100 В величины составят: a_0 =81 мкм, $N_0=5{,}4\cdot 10^6$ и E_0=2,5МВ/м. Очевидно, в рамках изложенного выше способа задания среднего числа частиц в (1) в виде $< N >= n_0 a_0^3$ можно утверждать, что случайные флуктуации не влияют на параметры и характеристики *p-n*-перехода и следует обратить внимание на иные причины, связанные скорее всего с технологией легирования.

Литература
1. *У. Шокли. Проблемы, связанные с p—n-переходами в кремнии. УФН,1962, т. 77,с . 161-196.*
2. *Зи С. Физика полупроводниковых приборов. В 2-х т. Т.1.М.:Мир.1984.*

М.Г. Иванова, асс.; Д.А. Козырев, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Современное цифровое пространство продолжает стремительно развиваться за счет появления новых пользователей. Согласно статистике, количество пользователей всемирной сети Интернет с 2005 по 2024 возросло с 1 до 5,35 миллиарда [1]. Исследования показывают, что в России 84% или же 102 миллиона человек пользуются интернетом ежедневно [2]. Подавляющая часть трафика, а именно 93% приходится на мобильные устройства. Главными потребителями сети в мире являются чаты и мессенджеры, социальные сети, а также поисковые системы.

Для удовлетворения потребности пользователей в быстрой обработке большего количества запросов хостинг-провайдерам необходимо постоянно наращивать вычислительную мощность и развивать инфраструктуру сети

Интернет. Благодаря этому современные разработчики могут реализовывать сложные алгоритмы и не планировать использование каждого байта памяти, который занимает веб-приложение. Согласно статистике, среднестатистический размер веб-страницы в 2010 году составлял 463 килобайта, а по состоянию на 2024 год этот показатель вырос на 472% и составил 2675.4 килобайт [3].

Увеличение объема кода и сложности алгоритмов в веб-приложении влечет за собой риски, связанные с информационной безопасностью. Зачатую реализация этих рисков связана с наймом неквалифицированных или неопытных сотрудников, плохой или неподходящей архитектурой приложения, низкой читабельностью кода, а также со множеством других факторов. В результате этого в веб-приложении могут возникать логические уязвимости, ошибки эксплуатации и реализации. Есть несколько терминов, которые относятся к непредсказуемому поведению вычислительной системы.

Неопределенное поведение – ситуация, при которой некоторые логические конструкции языка могут вести себя неопределенным образом. Это приводит к тому, что в результате выполнения кода программы возникают ошибки, которые тяжело отследить, поскольку они могут появляться в разных местах и мигрировать в зависимости от времени. Такие проблемы свойственны Си-подобным языкам и связаны с неосторожным использованием памяти. Диагностика подобных ошибок – очень трудоемкий и финансово затратный процесс.

Неуточнённое поведение – ситуацию, при которой поведение кода не определено стандартом и может иметь несколько допустимых вариантов реализации. Такой код зависит от особенностей компилятора или платформы. Опасность такого поведения состоит в том, что при необходимости перейти на другой компилятор, логические конструкции могут быть интерпретированы неверно и логика программы будет нарушена с непредсказуемыми последствиями. В отличие от неопределённого поведения, программа с неуточнённым поведением, с точки зрения соответствия спецификации языка, не считается ошибочной.

Наличие подобных проблем, которые тем или иным образом могут привести к утечке данных, приводит к созданию отделов безопасности внутри компаний или найму сторонних специалистов, которые проводят систематические аудиты безопасности для поиска уязвимостей с помощью специальных инструментов.

Основополагающая задача данной статьи провести сравнительный анализ современных инструментов для поиска распространенных уязвимостей в веб-приложениях и выявить наиболее гибкие и эффективные из них.

Среди множества программ для поиска уязвимостей наиболее популярными являются: сканеры IP-сетей, утилиты для поиска SQL-инъекций, утилиты для анализа безопасности веб-приложений.

В качестве первого вида программ будут рассмотрены сканеры IP-сетей, которые необходимы для исследования заданной сети, путем получения полезной информации из IP-пакетов в составе которых могут содержаться

данные о сервисах, приложениях, идентификации ОС и других характеристиках удалённого хоста.

Одна из типовых задач сканера IP-сетей сводится к обнаружению чувствительной информации об инфраструктуре, к примеру обнаружение открытых портов, которые могут быть подвержены атаке.

На данный момент наиболее популярными являются такие сканеры как: Nmap, Zmap, Masscan. На рисунке 1 представлен проведенный сравнительный анализ основных характеристик выбранных инструментов, в основу которого положены данные их официальной документации.

	Nmap	Zmap	Masscan
Цель:	Подробный анализ сети	Быстрое сканирование сети	Быстрое сканирование сети
Скорость:	Медленный при глубоком анализе	Очень быстрый	Один из самых быстрых
Типы сканирования:	TCP SYN, UDP и др.	Основное внимание на TCP	TCP SYN и другие методы
Гибкость:	Высокая (NSE)	Низкая	Низкая, но выше чем у Zmap
Точность:	Высокая	Средняя	Средняя

Рисунок 1 – Основные характеристики IP-сканеров

Исходя из вышепредставленной информации, можно заключить, что лидирующую позицию занимает сканер Nmap.

В рамках данного сравнения единственным выявленным недостатком этого сканера может стать его медленная скорость при глубоком анализе сети и на это есть весомая причина. Данный сканер в отличие от аналогов старается задействовать как можно больше разнообразных типов сканирования, что отражается на скорости его работы. Этот недостаток может быть сведен к минимуму за счет более тонкой настройки сканера. Также стоит отметить, что Nmap обладает уникальной возможностью автоматизации многих функций за счет создания собственных NSE скриптов.

Выводом данного сравнения является то, что, сканер Nmap является более глубоким и эффективным инструментом при сканировании узла на предмет уязвимостей, несмотря на некоторую потерю времени по сравнению с аналогами.

В качестве второго вида программ будут рассмотрены утилиты для выявления SQL-инъекций, которые необходимы для автоматического обнаружения уязвимых SQL-запросов. Реализация таких уязвимостей приводит к компрометации данных пользователей, а в худшем случае к захвату удаленного сервера базы данных.

Для анализа были отобраны несколько программных пакетов: sqlmap, Invicti, Burp Scanner, jSQL Injection, AppSpider, Acunetix, Qualys WAS, HCL AppScan, Imperva, которые умеют проводить диагностику и автоматически выявлять уязвимости. На рисунке 2 представлено их сравнение по ключевым характеристикам, опирающееся на данные, представленные в официальной документации.

Инструмент обнаружения SQL-инъекций	Цена	Поддержка СУБД	Поддержка веб-приложений	Автоматическое обнаружение SQL-инъекций	Продвинутые методы сканирования	Тестирование в реальном времени	Подробные отчеты	Пользовательские настройки сканирования	Удобный интерфейс	Командная строка
sqlmap	Бесплатный	Множественная	Множественная	Да	Да	Нет	Да	Да	Нет	Да
Invicti	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет
Burp Scanner	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Да	Нет	Да	Да	Нет	Нет
jSQL Injection	Бесплатный	Множественная	Неизвестно	Да	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Да
AppSpider	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет
Acunetix	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Да	Нет	Да	Да	Да	Нет
Qualys WAS	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет
HCL AppScan	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Да	Нет	Да	Да	Нет	Нет
Imperva	Платный	Неизвестно	Множественная	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет

Рисунок 2 – Основные характеристики инструментов обнаружение SQL-инъекций

Проведя анализ основных характеристик, можно выделить несколько фактов.

Во-первых, 77% программных продуктов реализуются на платной основе, при этом 57% из них не имеют методов продвинутого сканирования, что является очень большим недостатком при поиске неявных уязвимостей.

Во-вторых, необходимо обратить внимание на поддержку разнообразных систем управления базами данных(СУБД), только sqlmap и JSQL Injection смогут продолжить работу при необходимости изменить СУБД.

В-третьих, следует отметить особое преимущество в использовании утилит sqlmap и JSQL Injection через командную строку. Это может быть очень полезно при создании скриптов и автоматизации некоторых процессов.

Выводом данного сравнения является то, что sqlmap является более полезной и эффективной утилитой с весомыми преимуществами. Ключевые из них это: бесплатная реализация, большая и постоянно пополняемая база данных известных уязвимостей, автоматизация сканирования, возможность работать с различными СУБД, а также возможность использовать продвинутые методы сканирования, которые не реализованы в JSQL Injection.

В качестве третьего вида программ будут рассмотрены утилиты для анализа безопасности веб-приложений. Как правило, это набор инструментов для составления карты веб-приложения, поиска файлов и папок, перехвата и модификации запросов и ответов от сервера, просмотра и редактирования трафика в реальном времени, кодирования и декодирования данных в различных форматах, управления сессиями, работы с API, генерации отчетов, фаззинга и подбора паролей.

Для анализа были отобраны такие программы как: Arachni, Nuclei, OwaspZap, Wapiti, Burp Suite, VEGA, PT Black Box, IRBBY. Опираясь на данные, представленные в официальной документации каждого инструмента, был выполнен разбор их основных характеристик. Результат проделанной работы изображен на рисунке 3.

Сканер уязвимостей	Цена	Наличие описаний уязвимостей	Реализация Prof of Concept	Обнаружение реальных уязвимостей на OWASP Benchmark	Автоматизированное сканирование web-уязвимостей	Ручной поиск web-уязвимостей	Наличие интерфейса	Подходит ли для начинающих специалистов ИБ
Arachni	Беспалтный	Есть	Нет	47	Есть	Нет	Есть	Да
Nuclei	Беспалтный	Нет	Нет	3	Есть	Нет	Нет	Нет
OwaspZap	Беспалтный	Есть	Есть	9 496	Есть	Есть	Есть	Нет
Wapiti	Беспалтный	Есть	Нет	711	Есть	Нет	Нет	Да
Burp Suite PRO	Платный	Есть	Есть	364	Есть	Есть	Есть	Нет
VEGA	Беспалтный	Есть	Есть	0	Есть	Нет	Есть	Да
PT Black Box	Платный	Есть	Есть	500	Есть	Нет	Есть	Да
IRBBY	Платный	Есть	Есть	2	Есть	Нет	Есть	Да

Рисунок 3 – Основные характеристики сканеров уязвимостей

Исходя из данной таблицы, можно выделить нескольких фаворитов в лице OwaspZap и Burp Suite PRO.

Выбор обусловлен тем, что только эти программы предоставляют возможность для поиска уязвимостей в ручном режиме. Это большое преимущество позволяет конструировать уникальные ситуации в отличие от аналогов, которые могут работать только в рамках заранее подготовленных сценариев.

OwaspZap является бесплатным программным продуктом с открытым исходным кодом. Для новых пользователей интерфейс программы может показаться интуитивно непонятным и сложным. Программа имеет множество плагинов и хорошо подходит для автоматизированного тестирования. Активное сообщество постоянно обеспечивает регулярные обновления и улучшает программу.

Напротив, Burp Suite PRO является платной программой с закрытым исходным кодом. Интерфейс программы рассчитан на комфортное и интуитивное использование, что делает его более дружелюбным к новым пользователям. Инструменты программы являются более продвинутыми по сравнению с OwaspZap и могут быть расширены за счет подключения платных плагинов.

В целом оба продукта в руках специалиста станут мощным и эффективным инструментом для выявления угроз и уязвимостей в веб-приложениях. В данном случае необходимость платить за программный продут может стать решающим фактором.

Подводя итог данной работы, можно заключить, что проведенный сравнительный анализ и разбор представителей современных инструментов тестирования в области информационной безопасности позволили выявить наиболее гибкие и эффективные из них. На практике их использование позволит обеспечить достойный уровень защиты веб-приложений.

Литература

3. BYYD.ME: DIGITAL 2024: ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ИЗ ЕЖЕГОДНО ОТЧЕТА DATAREPORTAL : сайт. – Москва, 2016 – . – URL: https://www.byyd.me/ru/blog/2024/02/digital-2024-datareportal/ (дата обращения: 12.09.2024). – Режим доступа: для не зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4. TADVISER.RU: Интернет-доступ на рынок России и СНГ: сайт. – Москва, 2005 – . – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ_(рынок_России)/ (дата обращения: 13.09.2024). – Режим доступа: для не зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

5. HTTPARCHIVE.ORG: State of the Web: сайт. – Сан-Франциско, 1996 – . – URL: https://httparchive.org/reports/state-of-the-web?start=earliest&end=latest&view=list#bytesTotal (дата обращения: 14.09.2024). – Режим доступа: для не зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

С.В. Козлов, к.п.н., доц.; М.В. Киреенко, студ.
(ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск)

СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RASPBERRY PI

Современный мир практически невозможно представить без видеонаблюдения. Аэропорт, завод, офис, проходная, улица – вот лишь небольшой список того, где оно является не столько желательным элементом системы безопасности, сколько необходимым. Также не стоит забывать о случаях, когда видеонаблюдение – это не только часть системы безопасности, а способ наблюдения: за домашними животными, маленькими детьми и т.д.

Для этих целей можно использовать уже готовую камеру, которая будет служить для одной цели – наблюдение. В тоже время на многих производственных мощностях малого и среднего бизнеса покупка дорогостоящей отдельной камеры может быть нецелесообразной или вовсе ненужной в связи с ограниченностью применения оборудования.

В таком случае возникает следующая задача.

Необходимо получить устройство с функционалом камеры, с возможностью последующего усовершенствования данного функционала либо применения ресурсов для других целей, например, распознавания образов [1]. Для решения задачи прекрасно подходит Raspberry Pi, которая представляет собой компьютер малых размеров. А также позволяет использовать компьютерное зрения для отслеживания объектов.

Для реализации камеры с поворотным механизмом и отслеживанием объекта необходимо следующее:

- поворотный механизм;
- два сервопривода;
- мини-компьютер Raspberry Pi;
- плата Arduino.

В примере используется Raspberry Pi 4b и Arduino Uno. Сам поворотный механизм напечатан на 3d принтере и имеет отверстия для крепления сервоприводов (в конкретном случае MG90S) при помощи саморезов.

В качестве камеры используется стандартная камера Raspberry Pi Camera Board v.1.3, которая подключается через CSI, что уменьшает нагрузку на центральный процессор, в отличие от подключения USB.

В качестве операционной системы для Raspberry Pi – Raspberry Pi OS Lite, которая отличается отсутствием графического интерфейса и повышенной оптимизацией. В качестве языка программирования выбран Python благодаря большому количеству библиотек и нативной поддержке операционной системы.

Рисунок 1 – Напечатанный на 3d принтере поворотный механизм с двумя сервоприводами

Для управления сервоприводами используется отдельная плата Arduino с использованием библиотеки Servo, предназначенной для управления сервоприводами [2]. Сервоприводы подключаются согласно технической документации. Взаимодействие Raspberry Pi и платы Arduino проходит через USB порт. Плата принимает одно из 4 значений, отвечающих за поворот в каждую сторону. После отправки сигнала, текущее положение привода запоминается. Отправка сигнала на плату осуществляется с помощью библиотеки PySerial.

В качестве сервера, который обрабатывает входящий видеопоток, используется программа на Python с использованием фреймворка Flask [3] и библиотеки OpenCV [4].

Обработка видеопотока проходит в функции generate_frames:

```
def generate_frames():
   global isTrack, bbox, isTrackInit
   while True:
# jx
      cap.grab()
      success, frame = cap.read()
      if(isTrackInit):
#отрисовка прямоугольника у отслеживаемого объекта
         success,bbox=tracker.update(frame)
         cv2.rectangle(frame,(bbox[0],bbox[1]),(bbox[0] + bbox[2], bbox[1] + bbox[3]),(0,255,0),2,1)
         cenXbox = bbox[0] + bbox[2]/2
         cenYbox = bbox[1] + bbox[3]/2
         cenX = 320
         cenY = 240
         interval = 100
         cap.grab()
# управление приводами
         if(cenXbox < cenX - interval):
```

```
            PrivodService.leftPrivod()
        if(cenXbox > cenX + interval):
            PrivodService.rightPrivod()
        if(cenYbox < cenY - interval):
            PrivodService.upPrivod()
        if(cenYbox > cenY + interval):
            PrivodService.downPrivod()
# инициализация отслеживания
    if(isTrack):
        tracker.init(frame, bbox)
        isTrack = False
        isTrackInit = True
    if not success:
        break
    else:
#генерация кадров
        success, buffer = cv2.imencode('.jpg', frame)
        frame = buffer.tobytes()
    yield(b'--frame\r\n'
            b'Content-Type: image/jpeg\r\n\r\n' + frame + b'\r\n'
            )
  cap.release()
```

Результатом выполнения этого кода является вывод изображение на html страницу.

Рисунок 2 – Результат выполнения программы

В статье была рассмотрена лишь одна из возможных реализаций системы наблюдения. Данное программное обеспечение имеет множество возможностей для усовершенствования. Оборудование может быть использовано как для установки на статичные объекты (например, стена), так и в качестве камеры для беспилотных устройств.

Литература
1. Борисенкова А. В., Козлов С. В. Использование метода каскадов Хаара при распознавании образов на изображениях // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С. 28-33.
2. Калков Д. Ю., Ахлюстин С. Б. Разработка прототипа поворотного устройства для систем видеонаблюдения на базе Arduino // Охрана, безопасность, связь. – 2018. № 3-1. – С. 55-59.
3. Халевин Т. А. Основы фреймворка Flask для написания web-страниц в Python // Дневник науки. – 2023. № 6 (78). – С. 26.
4. Магамедова Д. М. OpenCV – инструмент компьютерного зрения // Тенденции развития науки и образования. – 2020. № 63-3. – С. 42-48.

А.А. Коротких, ст. пр.; В.Н. Герасева, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИ ХАФФА НА РАЗМЕЩЕНИЕ КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ

В условиях жесткой конкуренции современной рыночной экономики, достижение и поддержание высокой конкурентоспособности является залогом процветания любой организации. Это наиболее актуально для компаний, работающих напрямую с потребителями. Выбор оптимального расположения для объекта – стратегическое решение, способное кардинально повлиять на эффективность деятельности и стать существенным конкурентным преимуществом. Неправильное расположение, напротив, может привести к финансовым потерям, вплоть до банкротства. Выбор местоположения охватывает множество аспектов и требует комплексного подхода.

Традиционно, при решении этой задачи основное внимание уделялось двум ключевым факторам: плотности населения в районе и транспортной доступности объекта. Однако реальное поведение потребителя гораздо сложнее и зависит от множества дополнительных факторов.

Несмотря на наличие различных методов для выбора места под строительство нового объекта, давайте более подробно рассмотрим популярный метод предпочтений, основанный на модели Д.Л. Хаффа.

Модель Хаффа представляет собой коммерческую гравитационную модель, предназначенную для оценки уровня спроса на товары и услуги различных коммерческих предприятий, учитывая только их географическое расположение и площадь. Данная модель была разработана в 1963 году Дэвидом Хаффом, почетным профессором маркетинга и географии в Техасском университете в Остине.

Несмотря на критику и имеющиеся недостатки, данная модель привлекает своей простотой и универсальностью. Основная концепция заключается в том, что привлекательность объекта прямо пропорциональна его размеру и обратно пропорциональна расстоянию между посетителем и объектом [1]:

$$A_{tj} = {S_j}/{T_{tj}^{\lambda}} \quad (1)$$

Где A_{tj} – привлекательность объекта «j» для посетителя «t»;

S_j – площадь объекта «j»;

T_{tj} – время, которое посетитель «t» тратит на путь до объекта «j»;

λ – параметр, который отражает влияние поведения потребителя на воспринимаемые временные затраты.

Вычислив привлекательность одного объекта, можно определить вероятность того, что потребители посетят именно его [1]:

$$P_{tj} = {A_{tj}}\Big/{\sum_{j=1}^{n} A_{tj}} \qquad (2)$$

Для принятия оптимальных решений, компаниям необходимо учитывать, что расстояние является значимой переменной для потребителей. Чем больше расстояние до коммерческого заведения, тем менее оно будет привлекательным.

В своей базовой форме модель предполагает, что площадь здания является фактором, способствующим повышению его привлекательности для посетителей. В то же время расстояние, напротив, рассматривается как переменная, снижающая эту привлекательность.

Рассмотрим для примера город Липецк. В городе есть два ледовый дворца: дворец спорта – «Звездный» площадью 5 200 м^2 и спортивный комплекс «Ледовый» площадью 3 400 м^2 (см. рис 1).

На рисунке 2 показаны площади обслуживания двух ледовых дворцов. В итоге получается 3 области: 1 и 2 области, с которых проще всего доехать до конкретного дворца, область 3 – пересечение зоны двух конкурирующих ледовых арен.

Рисунок 2 – Расположение ледовых арен в г. Липецк

Между проектируемым зданием и спортивным комплексом «Звездный» существует одна общая зона – 2'. Для того чтобы определить какой дворец будет привлекательнее для людей в этой зоне, воспользуемся формулой Хаффа:

1) Для проектируемого здания: $A_1 = {4\,137{,}9\ \text{м}^2}\Big/{0{,}5\ \text{ч}} = 8\,275{,}8$

2) Для ледового дворца «Звездный» $A_2 = {5\,200\ \text{м}^2}\Big/{0{,}65\ \text{ч}} = 8\,000$

Время было установлено по картам для пешеходных маршрутов (см. рис. 4, 5).

Определим вероятность того, что посетители будут привлечены в ледовый дворец:

$$P_1 = {}^{8\,275{,}8}/_{16\,275{,}8} = 0{,}51$$

$$P_2 = {}^{8\,000}/_{16\,275{,}8} = 0{,}49$$

Отсюда видно, что посетители из зоны 2’ наиболее вероятно посетят проектируемый ледовый дворец, чем спортивный комплекс «Звездный».

Рисунок 3 – Зоны обслуживания ледовых дворцов

Если поставить проектируемое здание между двумя существующими, то пересечение зон увеличится до двух, а зон обслуживания уже будет три (см. рис. 3).

Рисунок 4 – Области обслуживания с проектируемым зданием

Рисунок 5 – Маршрут до ледового дворца «Звездный»

Рисунок 6 – Маршрут до проектируемого ледового дворца

Аналогично проводим расчеты для зоны 1’:

1) Спортивный комплекс «Ледовый»: $A_3 = {}^{3\,400\ м^2}/_{0{,}52\ ч} = 6\,538$

2) Проектируемый дворец: $A_4 = {}^{4\,137{,}9\ м^2}/_{0{,}28\ ч} = 14\,778{,}2$

В этом случае проектируемое здание будет более привлекательным для посетителей зоны 1’, так как оно выигрывает по площади и времени, за которое до него можно будет добраться.

Модель Хаффа представляет собой значимый инструмент, применяемый в городском планировании и разработке коммерческой стратегии. Она позволяет предприятиям принимать обоснованные решения относительно размещения

магазинов или предоставления услуг, а также оптимизировать распределение ресурсов между уже существующими точками.

Кроме того, градостроители могут использовать данную модель для прогнозирования спроса на развитие различных территорий, что способствует обеспечению рационального распределения коммерческих и торговых объектов и, следовательно, удовлетворению потребностей населения в качественных услугах.

Литература

1. Алексеев А.О. Спирина В.С. Кавиев М.И. Эрнст Н.А. Определение потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости / Алексеев А.О. Спирина В.С. Кавиев М.И. Эрнст Н.А. [Электронный ресурс] // CYBERLENINKA : [сайт]. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-potrebitelskoy-privlekatelnosti-obektov-kommercheskoy-nedvizhimosti (дата обращения: 23.09.2024).

А.А. Коротких, ст. преподаватель; П.А. Моликов, студент
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Энергосбережение - это дна из главных тем экономики любой страны. И путь решения проблемы у каждого государства свой. Но если смотреть на этот вопрос шире, то можно увидеть много точек соприкосновения, и как следствие применение совместных программ реализуемых государствами – лидерами в данной области. Странами лидерами по эффективному применению политики энергосбережения являются: Германия, Швейцария, Дания, Франция. Совместная работа правительств этих стран над вопросом энергосбережения приводит к совместному решению вопросов субсидирования отрасли, решения вопроса налогообложения, применения технологии оптимизации тарифов.

Так как производство электрической энергии в европейских странах значительно ниже, да и запасы природных ресурсов у них не настолько большие, как в Российской Федерации, соответственно, работа над проблемой энергосбережения у них началась намного раньше, чем в России.

Одним из направлений данного вопроса являются возобновляемые источники энергоснабжения, кроме этого, к производимой на территории европейских государств технике предъявляются жесткие требования к показателю электропотреблению.

Энергоэффективность строительных объектов так же является важным направление развития энергетики. Повысить этот показатель возможно проработав и сравнив объемно-планировочные решения проектируемых зданий, а также рассмотрев теплофизические характеристики ограждающих конструкций, применяемых для наружных стен [1].

Если мы проведем анализ проектов зданий, то он покажет применение типовых объемно-планировочных решений. Что дает возможность для дальнейшего развития данного направления в проектировании зданий и развитии

направления энергоэффективности ограждающих конструкций. Схемы объемно-планировочных решений представлены на рисунке 1.

При проектировании энергоэффективных зданий необходимо в первую очередь уделять внимание формированию микроклимата в помещении под воздействием принимаемых технических решений.

На микроклимат в помещении влияет много факторов, основные из них это:

- температура окружающего воздуха;
- относительная влажность воздуха внутри помещения;
- температура поверхностей ограждающих конструкций;
- интенсивность теплового облучения;
- скорость движения воздуха.

На особенность микроклимата помещений большинства наших зданий влияет температура наружного воздуха, и если зимой этот фактор компенсируется влиянием системы отопления, то летом возникают проблемы (при отсутствии кондиционирования воздуха) [2].

Рисунок 1 – Объемно-планировочные решения гражданских зданий

Рост этажности зданий, так же оказывает непосредственное влияние на микроклимат, причем не всегда это влияние носит положительный характер. Отсутствие зеленых насаждений, водоемов, влияние грунта, приводит к сухости воздуха внутри помещений верхних этажей.

Рисунок 2 - График изменения температур наружного и внутреннего воздуха в жилых комнатах в теплый период года, расчетные параметры в течении 6 суток.

Анализ графика указывает, что накопление тепла в помещении происходит постепенно, и для поддержания комфортной температуры необходимо обеспечить отсутствие нагрева мебели, ограждающих конструкций, отсутствие тепла от работы бытовых приборов.

Для создания комфортных условий для людей в летнее время, предотвращения перегрева необходимо применять следующие меры:

- применение светоотражающих материалов в отделке помещений;
- правильная ориентация по сторонам горизонта;
-применение для проемов специальных светоотражающих заполнений.
-применение солнцезащитных элементов конструкций [3].

Таблица 1 Стационарные солнцезащитные устройства для окон

На внутреннюю температуру воздуха так же оказывает непосредственное влияние толщина ограждающих конструкций. Чем ее толщина больше, больше идет накопление температуры днем и ночью данная конструкция продолжает отдавать тепло внутрь помещения. Соответственно колебания внутренней температуры помещения будут меньше.

Рисунок 3 – Сравнительная толщина стен при равной теплопроводности

Анализируя вышеперечисленные факторы можно сделать вывод, что на фрмирование микроклимата в помещении оказываю влияние не только наружные температурные факторы ,но и целый ряд других.

Литература

1. Сарнацкий, Э. В., Селиванова, Н. П. Энергэффективные здания [Текст] / Э. В. Сарнацкий, Н. П. Селиванова — 1. — Москва: Мтройиздат, 1988 — 375 с.
2. Табунщиков, Ю. А., Бродач, М. М., Шилкин, Н. В. Энергоэффективное здание [Текст] / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин — 1-е. — Москва: АВОК-ПРЕСС, 2003 — 198 с.
3. Исакович, Г. А., Слуцкий, Ю. Б. Экономия топливно-энергетических ресурсов в строительстве [Текст] / Г. А. Исакович, Ю. Б. Слуцкий — 1-е. — Москва: Стройиздат, 1988 — 214 с.

М.Г. Куликова к.т.н., доцент; Т.И. Сидорук, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АНАЛИЗ УГРОЗ И РИСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В современном информационном обществе информация является одним из наиболее ценных активов любой организации. Обеспечение ее безопасности для предотвращения возможных угроз и рисков, связанных с несанкционированным доступом, утечкой или повреждением информации. Для эффективного управления системой защиты информации необходима определенная аналитическая работа.

Система правового регулирования в области обеспечения информационной безопасности не полностью соответствует требованиям современности и развивается несистематично. В законодательстве недостаточное внимание

уделяется таким важным аспектам, как кибератаки, общественно-опасные преступления с использованием информационных средств, а также потенциальные угрозы при использовании искусственного интеллекта и робототехники. Это особенно заметно при реализации национальных проектов и концептуальных документов, связанных с информационной сферой.

Аналитическая работа в организационной защите информации – это процесс сбора, анализа и интерпретации данных с целью выявления уязвимостей, угроз и рисков в существующей системе защиты информации. Она помогает оценить эффективность мер безопасности, определить уровень защиты и разработать стратегию для устранения недостатков и повышения уровня безопасности организации.

Одним из основных элементов аналитической работы является анализ угроз и рисков. Процесс анализа угроз и рисков обычно включает несколько этапов (рис. 1).

Получение информации	Сбор необходимой информации: политика безопасности, процедуры, документация, наличие агентов безопасности и используемое программное и аппаратное обеспечение
Анализ документации	Оценка актуальности, целостности, обновляемости и соответствие требованиям нормативных актов, стандартам и рекомендациям в области информационной безопасности
Технический анализ	Проведение анализа системы на эффективность средств защиты, систем управления, резервного копирования и восстановления, обнаружения инцидентов и реагирования
Аудит безопасности	Оценка физической безопасности, проверка соблюдения политик и процедур, а также тестирование на проникновение
Идентификация уязвимостей	Поиск недостатков в политиках, процедурах, технических средствах, проверка обучения персонала или конфигураций систем
Разработка плана улучшения	Установление новых политик, процедур, обучение персонала, внедрение нового оборудования или программного обеспечения, проведение регулярного аудита и т. д.

Рисунок 1 – Этапы процесса анализа угроз

Для обеспечения стабильной работы на предприятиях, реализующих сложные технологические процессы, разработаны определенные модели комплексного управления рисками [1].

Другим важным аспектом аналитической работы является оценка эффективности текущей системы организационной защиты информации. Она включает оценку существующих политик, процедур, технических и организационных мер безопасности, а также их соответствие требованиям и стандартам информационной безопасности. Результаты оценки позволяют выявить слабые места в системе и найти пути их устранения.

Целью оценки является выявление слабых мест в системе и разработка мероприятий для повышения уровня безопасности информации. Основные этапы оценки эффективности текущей системы организационной защиты информации (рис. 2).

Рисунок 2 – Оценка эффективности системы информационной безопасности

Оценка эффективности текущей системы организационной защиты информации является важным шагом для сохранения целостности, конфиденциальности и доступности информации. Регулярное проведение такой оценки помогает выявлять слабые места и недостатки, что позволяет своевременно предпринимать меры для повышения безопасности и защиты информации организации.

Проведение аналитической работы также способствует определению потенциальных уязвимостей в системе защиты информации, связанных с организационными аспектами, например, недостаточной осведомленностью персонала или несоответствием политик безопасности. Следовательно, аналитическая работа помогает выявить и решить проблемы, связанные с человеческим фактором в области информационной безопасности.

Основным результатом аналитической работы является расширение понимания системы организационной защиты информации и ее улучшение. На основе полученных данных и аналитических выводов разрабатываются рекомендации и решения, направленные на повышение безопасности информации. Это может быть внедрение новых технических решений, обновление политик и процедур, обучение персонала и другие меры.

Предприятия молочной промышленности, подобно любым другим предприятиям, сталкиваются с рисками, которые могут оказывать негативное влияние на их деятельность и результаты. Некоторые из основных рисков, с которыми предприятия молочной промышленности могут столкнуться представлены на рисунке 3.

Для управления и снижения рисков предприятия пищевой промышленности могут применять различные стратегии и меры, включая усовершенствование контроля качества, обучение персонала, диверсификацию продуктового портфеля, разработку бизнес-планов, постоянное мониторинг изменений в

регулирующем окружении и эффективное управление финансовыми рисками. Для повышения эффективности функционирования технических систем предприятий применяют специализированные методы моделирования производственных процессов [2].

Рисунок 3 – Риски предприятий молочной промышленности

Аналитическая работа является одним из важных компонентов управления системой организационной защиты информации. Она позволяет выявить уязвимости, угрозы и риски, а также определить необходимые меры для обеспечения безопасности информации. Регулярное проведение аналитической работы помогает обеспечить актуальность и эффективность системы защиты информации в современной динамичной среде информационных технологий.

Литература

1.Бобряков А. В., Борисов В. В., Мисник А. Е., Прокопенко С. А. Моделирование и проектирование информационно-аналитических производственных процессов на основе нейронечетких темпоральных сетей Петри // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 2. С. 65–78. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-2-65-78

2.Борисов В. В., Дли М. И., Бобков В. И. Модель комплексного управления рисками при обеспечении ресурсо- и энергосбережения процессов на примере сложных теплотехнологических систем // Вестник МЭИ. 2019. № 5. С. 101—109. DOI: 10.24160/1993-6982-2019-5-101-109

М.Ю. Лебедева, к.т.н., доц.; К.А. Ломакин, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЯХ

В современных условиях информационные технологии активно развиваются, соответственно, увеличивается и зависимость бизнеса и государственных организаций от цифровых систем. В настоящий момент в России информационные технологии являются главным трендом, поэтому их развитие во всех сферах особенно актуально. Соответственно, данный процесс актуален и для сетевых компаний, поскольку внедрение современных

информационных технологий в их деятельность с целью автоматизации процессов строительства и обслуживания электросетей позволит не только усилить их конкурентную позицию на рынке, но и занять лидирующую позицию в своем регионе, либо отрасли в целом.

Информационные технологии, используемые в электросетевых компаниях, чаще всего представляют собой автоматизированные информационные системы управления различными аспектами организации.

Проведем обзор современных информационных технологий, используемых в электросетевых компаниях для автоматизации процесса строительно-монтажных.

1. Системы управления проектами.

Данные системы используются для планирования работ и координации работы сотрудников. Примерами подобных инструментальных средств являются: Microsoft Project; Project Libre; Asana, Trello; Jira. К задачам, решаемым данными системами, следует отнести такие: планирование задач и работ; создание четкого расписания; распределение ресурсов; оптимизация процесса использования рабочей силы; отслеживание процессов. Применение систем управления проектами дает возможность снизить риски при разработке и управлении проектами.

2. Системы компьютерного проектирования (CAD-системы).

Данные системы применяются для создания максимально точных чертежей и схем. Примерами подобных инструментальных средств являются: AutoCAD; Revit; Компас. К задачам, решаемым данными системами, следует отнести: создание моделей сетей для более рационального их размещения; оценка эффективности смоделированных сетей; создание отчетов; автоматическая разработка документации. Подобные программные решения сокращают временные затраты на создание моделей, а также минимизируют риски при проектировании.

3. Геоинформационные системы (ГИС).

Данные системы используются для моделирования пространственных данных, подобные решения необходимы для крупных инфраструктурных проектов. К задачам, решаемым данными системами, следует отнести: анализ географических условий; управление рисками при планировании сетей; оптимизация путей прокладки сетей.

Проведем обзор современных прикладных систем автоматизации [1], используемых в электросетевых компаниях для автоматизации процесса обслуживания электросетей.

1. Система централизованного контроля за состоянием сетей (SCADA).

Данный тип систем можно отвести к основным при решении прикладных задач автоматизации на производственном уровне, поскольку в иерархии информационных систем, используемых для автоматизации обслуживания электросетей они выполняют большую часть задач и функций (см. рисунок 1).

Рисунок 1 – Иерархия информационных систем, используемых для автоматизации процесса обслуживания электросетей

К задачам, выполняемым системами централизованного контроля, следует отнести: автоматический сбор данных об оборудовании и состоянии сетей; быстрое реагирование на появление неисправностей; возможность удаленного управления процессами и оборудованием. Применение подобных информационных систем для автоматизации процесса обслуживания электросетей значительно повышает надежность всех производственных процессов и безопасность инфраструктуры компании. Но при этом данные системы требуют больших ресурсных вложений, так как для их эффективного применения в электросетевых компаниях требуются установка и настройка большого количества оборудования, в том числе умных датчиков.

2. Программные средства, используемые для сбора и аналитики больших данных (BI-системы).

К задачам, решаемым данными системами, следует отнести: сбор, хранение и обработка больших объемов данных; создание наглядной визуализации данных для облегчения принятия решений; разработка прогнозов; оценка потенциальных рисков; поиск возможностей для оптимизации работы компании. Аналитика данных помогает выявить недостатки в работе компании, а также повышает эффективность использования ресурсов.

Так, например, крупнейшая в России энергетическая компания ПАО «Россети», в состав которой входят межрегиональные и региональные распределительные сетевые компании, активно внедряет информационные технологии в свою деятельность.

Перечислим основные направления применения информационных технологий в электросетевой компании [2].

1. Все более эффективное внедрение прикладных систем автоматизированного управления с целью автоматизации процессов строительства и обслуживания электросетей. Компании используют данные информационные системы для более точного учета количества переданного электричества, а также реализации возможности применения динамически изменяемого тарифообразования.

2. Электросетевые компании активно занимаются цифровизацией внутренней инфраструктуры. В рамках разработанной программы «Цифровая трансформация Россетей» межрегиональные и региональные распределительные сетевые компании создают полностью автономные цифровые подстанции, устанавливают большое количество умных датчиков, применяемых для оптимизации процессов срочного ремонта линий электропередачи, а также в целях сбора анализируемых в последствии данных. При этом компании могут использовать беспилотные летательные аппараты для инспекции линий электропередачи в тех местах, где установка умных датчиков невозможна, что значительно сокращает время на обследование и поиск неполадок на линии. Развитая цифровая инфраструктура компаний также позволяет рационально использовать автоматизированные информационные системы, повышающие эффективность их деятельности.

3. Для централизации различных данных, собранных в инфраструктуре, прошедшей цифровизацию, или в используемых системах автоматизации электросетевые компании применяют облачные решения для реализации задач хранения, обработки и анализа информации. Облачные технологии также позволяют с минимальными затратами ресурсов получить множество инструментов для анализа и представления данных и статистики.

Фокус ПАО «Россети» на цифровизацию и активное внедрение информационных технологий позволил достигнуть следующих результатов:

– снижение затрат на обслуживание и эксплуатацию большей части линий электропередачи компании;

– улучшение качества обслуживания клиентов;

– снижение потерь электроэнергии на 10-15% в некоторых регионах России за счет использования автоматизированных информационных систем;

– уменьшение ресурсных затрат на анализ данных и создание статистики, что также имело положительное влияние на краткосрочное и долгосрочное планирование.

Таким образом, активное использование информационных технологий в электросетевых компаниях дает возможность без крупных изменений в сетях, подстанциях и распределительных центрах повысить эффективность и надежность электроснабжения. Рассматривая пример компании ПАО «Россети», можно заметить, что при правильной реализации цифровизация значительно повышает эффективность работы организации, снижает риски, уменьшает затраты на решение типовых задач и планирование.

Перспективы дальнейшего развития информационных технологий в электроэнергетике также открывают новые возможности для повышения эффективности и надежности электроснабжения. С этой целью могут быть реализованы, либо должны найти более глубокое применение такие цифровые технологии, как Big Data; нейросетевые модели; технологии «умных сетей», реализуемые с помощью умных датчиков и автоматизированного оборудования.

Литература

1. Анисьина А.И., Щевьёва В.А. НАПРАВЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РОССИИ // Форум молодых ученых. 2023. №11 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-i-problemy-razvitiya-tsifrovizatsii-energeticheskih-sistem-v-rossii (дата обращения: 25.09.2024)
2. ПАО «Россети» Цифровая трансформация 2030 [Электронный ресурс] // URL: https://www.rosseti.ru/sustainable-development/digital-transformation-2030/ (дата обращения: 26.09.2024)

М.Ю. Лебедева, к.т.н., доц.; В.Д. Моторико, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ КОРПОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

В современных рыночных условиях, когда для обеспечения высокого уровня конкурентоспособности существует необходимость в постоянном обучении и развитии кадров, процесс корпоративного обучения претерпевает значительные изменения. Перед организациями в настоящее время стоит задача создания эффективной системы обучения персонала, которая будет позволять сотрудникам быстро адаптироваться к новым методам работы, приобретать необходимые навыки и знания, а также повышать свою квалификацию. Благодаря стремительным темпам развития технологий традиционные принципы обучения все чаще уступают место инновационным подходам, которые основаны на применении информационных систем.

К наиболее важным преимуществам использования информационных систем в процессе корпоративного обучения можно отнести:

- высокую степень персонализации, адаптации обучающих материалов; возможность создания индивидуальных образовательных планов для каждого сотрудника, исходя из уровня его знаний, навыков и квалификации;
- упрощение мониторинга и контроля процесса обучения благодаря наличию средств для отслеживания прогресса каждого сотрудника и получению обратной связи;
- возможность обучения в дистанционном формате в удобное для сотрудников время, что особенно важно для крупных организаций с разветвлённой сетью филиалов;
- наличие единых стандартов качества обучающих материалов, хранимых в информационной системе.

В июле 2024 года компанией «Эквио» был опубликован отчёт «Исследование рынка российского e-learning», в котором зафиксированы основные тенденции, связанные с применением информационных систем в

процессе корпоративного обучения [1]. Исходя из данных, анализируемых в отчёте, был сделан вывод, что 97% опрошенных организаций так или иначе применяют различные методы онлайн-обучения своих сотрудников, при этом в большинстве случаев обучение проходит в гибридном формате. Важной тенденцией рассматриваемого процесса является всё большее распространение методов искусственного интеллекта, с помощью которого создаются образовательные траектории, тесты для проверки знаний и т.д. В 2023 году количество компаний, применявших искусственный интеллект в процессе обучения составляло около 13%, а в 2024 году оно увеличилось до 40%. При этом 2-3% организаций используют ИИ на постоянной основе. Кроме того, для российских организаций характерен тренд на собственную разработку курсов – до 97% компаний разрабатывают образовательный контент самостоятельно.

К наиболее популярным в России цифровым платформам для корпоративного обучения (LMS) можно отнести TeachBase, iSpring Learn, WebTutor, Эквио, Unicraft, Mirapolis LMS, ShareKnowledge, Moodle. В таблице 1 приведены основные достоинства и недостатки каждой из представленных систем.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки популярных LMS-систем

LMS	Достоинства	Недостатки
TeachBase	1. Наличие бесплатного пробного периода. 2. Простой и интуитивно понятный интерфейс. 3. Возможность загрузки курсов в различных форматах (в том числе в формате SCORM). 4. Наличие мобильного приложения	1. Не поддерживает формат курсов Tin Can. 2. Большая часть функционала доступна только в дорогостоящих тарифах. 3. Невозможность формирования групповых отчетов о результатах выполнения отдельного задания.
iSpring Learn	1. Наличие бесплатного тарифа (до 10 пользователей). 2. Наличие мобильного приложения. 3. Возможность работы в оффлайн режиме. 4. Возможность создания траектории обучения под конкретную должность или группы пользователей. 5. Наличие более 25 видов отчётов с возможностью выгрузки в Excel	1. Необходимость использовать стороннее приложение (iSpring Suite) для создания тестовых заданий. 2. Отсутствие возможности добавления группы файлов (каждый файл в курс необходимо загружать по одному).
WebTutor	1. Наличие большого числа готовых онлайн-курсов. 2. Поддержка формата SCORM. 3. Возможность установки комплекса модулей для автоматизации HR-процессов.	1. Высокая стоимость. 2. Слабая кастомизация сервиса. 3. Сложная система выгрузки отчётов.
Эквио	1. Наличие мобильного приложения. 2. Возможность работы в оффлайн-режиме. 3. Широкие возможности по сбору	1. Ограниченные функции в базовых тарифах. 2. Не адаптирована для нужд малого бизнеса.

	статистической информации об успеваемости сотрудников. 4. Наличие большого числа модулей, позволяющих создать внутреннюю социальную сеть.	3. Отсутствие системы настройки и кастомизации интерфейса.
Unicraft	1. Поддержка курсов в формате SCORM, Tin Can. 2. Возможность загрузки материалов из видеохостингов 3. Наличие большого числа готовых шаблонов учебных курсов и тестов. 4. Наличие мобильного приложения.	1. Высокая стоимость тарифов для малого числа пользователей. 2. Ограничение по числу пользователей (не менее 10).
LMS	Достоинства	Недостатки
Mirapolis LMS	1. Поддержка курсов в формате Tin Can, SCORM. 2. Интеграции с CRM и ERP системами. 3. Широкий набор инструментов для настройки программ обучения в зависимости от должности и квалификации сотрудника.	1. Высокая стоимость. 2. Длительный срок внедрения. 3. Отсутствие ознакомительной версии.
ShareKnowledge	1. Поддержка курсов в формате SCORM. 2. Поддержка возможности создания пользовательских типов отчётов. 3. Удобная система планирования обучения.	1. Отсутствие ознакомительной версии. 2. Высокая стоимость. 3. Отсутствие мобильного приложения и адаптивной версии для мобильных устройств.
Moodle	1. Бесплатное распространение. 2. Поддержка курсов в формате SCORM, AICC. 3. Возможность интеграции со сторонними сервисами – CRM-системами, платформами для вебинаров, чатами и т.д. 4. Открытый исходный код, позволяющий настраивать систему под индивидуальные потребности.	1. Сложность первоначальной настройки. 2. Длительный срок внедрения. 3. Ограниченный функционал у базовой версии системы (без дополнительных модулей).

Таким образом, из таблицы видно, что любая из представленных информационных систем имеет как достоинства, так и недостатки, которые должны быть учтены при выборе. Для организаций с небольшим числом сотрудников наиболее подходящей является система iSpring Learn. Наибольшим функционалом, необходимым для автоматизации целого ряда бизнес-процессов, обладают системы Mirapolis LMS и Эквио.

Несмотря на большое число преимуществ, применение информационных систем в процессе корпоративного обучения связано с определёнными проблемами. К таким проблемам можно отнести необходимость дополнительных временных затрат на изучение правил работы с конкретной системой и её функциональных возможностей; ограничение личного общения и

взаимодействия между обучающимися и преподавателями, что может негативно повлиять на качество обучения; значительные финансовые вложения на стадии внедрения системы, для которых сложно определить срок окупаемости; возможность технических сбоев, которые могут привести к задержкам в обучении или к потере данных.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что в настоящее время в большинстве российских организаций внедрены информационные системы, предназначенные для автоматизации процессов корпоративного обучения. Потенциальная выгода от применения информационных систем значительно превышает существующие риски. В качестве основных перспектив развития рассматриваемых технологий можно выделить повышение уровня персонализации обучения, развитие онлайн-курсов и электронных обучающих платформ, а также совершенствование средств аналитики данных с использованием методов искусственного интеллекта.

Литература:

1 Исследование рынка корпоративного обучения в 2024 году [Электронный ресурс] // e-queo.com: URL: https://e-queo.com/blog/expertnie-stati/v-2024-godu-kompanii-nachali-chashhe-oczenivat-effektivnost-obucheniya-i-ispolzovat-ii/ (дата обращения: 17.09.2024)

Р.Р. Марданов, к.т.н.; студ. Е.А. Манохин; М.В. Волегов
(ВА ВПВО ВС РФ, г. Смоленск)

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Основной задачей, решаемая технологией обработки текста на естественном языке является анализ свободного текста и выбор из них информационных пар «имя-координаты», что является не тривиальной задачей, поскольку имена объектов могут состоять из нескольких слов, а координаты могут быть как относительные, так и точные и являются набором чисел.

Сложность выполнения задачи обработки текста обусловлена особенностями обрабатываемых данных, представляющих собой текст на естественном языке, которому присущи разнообразность и сложность построения языковых конструкций.

Вышеуказанные причины позволяют сделать вывод, что следование интеллектуальной системой четкому алгоритму обработки не является целесообразным. Удобным средством решения данной задачи может служить нейросетевая модель трансформера или по-другому – нейросетевая модель с механизмом внимания (НММВ).

Нейронная сеть с механизмом внимания– это сложная структура, которую необходимо тщательно изучить. Если рассматривать модель как единое целое, то она выступает в роли связующего звена между входными и выходными данными. Структура модели представлена на рисунке 1 и состоит из двух основных компонентов: кодирующего и декодирующего, а также из взаимосвязи между ними.

Рисунок 1– Структура работы модели

Процесс преобразования входных данных в выходные происходит последовательно, то есть данные проходят все этапы по очереди. Однако структура кодирующего и декодирующего компонентов отличается от линейной. Кодирующий компонент представлен в виде стека энкодеров, а декодирующий – в виде стека декодеров. При этом порядок взаимодействия этих компонентов является нелинейным.

Все энкодеры и декодеры имеют одинаковую структуру, но отличаются по весу. Входная последовательность символов проходит через энкодер, который состоит из двух слоёв: внутреннего внимания и нейронной сети прямого распространения. В слое внутреннего внимания сравниваются разные слова во время кодирования. Декодер также содержит эти два слоя, но с дополнительным слоем общего внимания между ними. Этот слой позволяет фокусироваться на наиболее важных частях входных строк. Обычно количество энкодеров и декодеров одинаково, но их общее число не ограничено и зависит от сложности обрабатываемых данных и доступных ресурсов.

С точки зрения абстракции модели, кодирующий элемент– это стек энкодеров. Каждый энкодер получает от предыдущего энкодера набор векторов фиксированной размерности. Количество векторов выбирает разработчик при настройке модели. Удобно использовать размер, равный длине наибольшей структурной единицы, например, предложения. Самый нижний слой также должен получать на вход набор векторов, а не текст. Поэтому перед ним появляется эмбеддинг-слой. Его задача– преобразовать исходный текст и сформировать векторы.

Каждая структурная единица данных в процессе обработки естественного языка преобразуется в вектор. Алгоритмы преобразования являются строго математическими. Изначально вектор задаётся случайным образом и имеет

определённую размерность (обычно 512 или 1024). По мере появления новых слов в модели, новое слово также инициализируется случайным образом. Векторы уже известных слов изменяются в зависимости от контекста. Они либо сближаются, либо отдаляются друг от друга в соответствии с контекстным смыслом слова.

Однако хранение такого многомерного массива сопряжено с большими затратами памяти как долговременной, так и оперативной. Обучение модели на обширной обучающей базе также требует значительных ресурсов. Вместо этого используется метод точечной взаимной информации (PMI) для попарного сжатия векторов.

Векторы, полученные в эмбеддинг-слое, передаются на вход первого энкодера. Каждый вектор идёт своим путём, независимо от других, что позволяет обрабатывать их параллельно. Суть процесса заключается в изменении весовых коэффициентов каждого вектора относительно уже известных данных. Это делается с помощью одинаковых алгоритмов для каждого входящего вектора. Затем изменённые векторы передаются на вход следующего энкодера, где происходит аналогичный процесс.

После каждого слоя внимания и прямого распространения в нейронной сети добавляется дополнительный слой нормализации. Этот слой не участвует ни в процессе обучения модели, ни в решении поставленной задачи. Его основная функция– фильтрация нерелевантных данных, которые могут помешать обучению модели. Это могут быть связи между словами или характеристиками слов, которые кажутся несвязанными, но были получены в процессе обучения, хотя в реальности они не существуют.

В процессе работы с энкодерами модели коэффициенты векторов подвергаются изменениям. Это позволяет получить на выходе вектора, которые полностью передают смысл слова и его связи с другими словами. Кроме того, изменяются и матрицы обучения, которые затем будут использованы для анализа новых данных.

Стек декодеров выполняет обратную задачу: он преобразует векторы, полученные в стеке энкодеров, в текстовые пары «имя – координаты». Работа стеков декодера продолжается до тех пор, пока не будут обработаны все входные данные. Единственное отличие в работе декодера заключается в том, что при формировании выходного текста он ориентируется только на предыдущие векторы (предыдущие слова в предложении), в то время как энкодеры учитывают всё предложение в целом.

Результатом работы модели является набор векторов. Однако эти данные не подходят для последующей обработки, поскольку они не имеют ничего общего с естественным языком и представляют собой лишь абстрактную интерпретацию языка с множеством коэффициентов.

За преобразование набора векторов в выходной результат на естественном языке отвечает линейный слой и софтмакс-слой, содержащий софтмакс-функцию.

В линейном слое несколько векторов преобразуются в один вектор коэффициентов. Каждый коэффициент в этом векторе соответствует определённому слову. Длина полученного вектора равна количеству слов, которые модель смогла запомнить. Эти слова модель может использовать как для создания результата на основе других входных данных, так и для дальнейшего обучения.

Представленная модель предназначена для объединения данных из многих источников различного характера, таких как визуальные наблюдения, разведывательная информация, донесения и перехваты. Цель которых правильное определение координат обнаруженного средства воздушного нападения и передача информации заинтересованным лицам и пунктам управления. Основная задача приложения – это обработка большого объёма текста, распознавание и выявление в нем необходимой информации, для дальнейшего представления её в легкодоступной форме. Обработанная информация служит для импортирования в программный продукт ГИС, в котором представленная информация будет обновлять базы данных СВН в регионе и добавлять их на оперативно-тактическую карту.

Литература:

1. Программирование на языке высокого уровня. Ч. 1. Теоретические основы программирования : учеб. Пособие / А. Ф. Стальнов [и др.]. – Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ, 2016 – 173 с.
2. Карпов Ю. Г. Теория и технология программирования. Основы построения трансляторов. / Карпов Ю. Г. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012 – 272 с.
3. Жемеров Д. А. Kotlin в действии: учебное пособие / Д. А. Жемеров, С. Д. Исакова. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – 403 с.
4. Йылдырым С. Осваиваем архитектуру Transformer. Разработка современных моделей с помощью передовых методов обработки естественного языка / С. Йылдырым, М. Асгари-Ченаглу пер. с анг. В. С. Яценкова. – Москва: ДМК Пресс, 2022. – 318 с.

Е.Р. Марченкова, научный сотрудник
(ВА ВПВО ВС РФ имени Маршала Советского Союза А. М. Василевского)

ВЕРИФИКАЦИЯ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Верификация многопроцессорных вычислительных систем представляет собой сложный и многогранный процесс, направленный на обеспечение надежности, производительности и корректности работы таких систем. Многопроцессорные вычислительные системы, благодаря своей способности параллельной обработки информации, находят широкое применение в различных областях, таких как научные вычисления, обработка больших данных, искусственный интеллект и робототехника.

Основные этапы верификации включают моделирование, тестирование, анализ производительности, а также проверку на соответствие заданным спецификациям и стандартам. Важно отметить, что верификация должна проводиться на различных уровнях абстракции, начиная от аппаратного обеспечения и заканчивая высокоуровневыми алгоритмами и приложениями.

Первым этапом верификации является моделирование системы, что позволяет разработчикам оценить поведение многопроцессорной системы в различных условиях и средах. Для этого применяются специализированные инструменты и программные средства, такие как симуляторы и эмуляторы, которые способны воспроизводить работу всей системы либо ее отдельных компонентов [1].

Далее следует этап тестирования, на котором система подвергается различным видам нагрузок и стресс-тестам. Цель этого этапа - выявить потенциальные сбои, ошибки и уязвимости, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации. В ходе тестирования применяются как автоматические, так и ручные методы, позволяющие максимально полно охватить возможные сценарии использования системы. Анализ производительности является ключевым аспектом верификации многопроцессорных систем. В рамках данного этапа оценивается эффективность распределения ресурсов, скорость выполнения задач, масштабируемость системы и другие параметры, напрямую влияющие на её рабочие характеристики [2]. Для этого используются различные бенчмарки и профилирующие инструменты, которые помогают определить узкие места и предложить пути оптимизации.

Заключительным этапом верификации является проверка соответствия системы принятым стандартам и требованиям. Данный этап включает в себя анализ документации, проведение аудита, а также выполнение сертификационных испытаний. Важно убедиться, что многопроцессорная система соответствует не только техническим, но и эксплуатационным требованиям, что гарантирует её надежность и безопасность при реальных нагрузках.

Кроме того, следует отметить, что верификация многопроцессорных вычислительных систем требует тесного взаимодействия и координации между различными участниками процесса разработки, включая инженеров по проектированию аппаратного обеспечения, программистов и специалистов по тестированию [3]. Каждый из этих специалистов вносит свой вклад в общий процесс, обеспечивая тем самым комплексный подход к проверке системы. Согласованность действий команды позволяет своевременно выявлять и устранять возникающие проблемы, минимизируя риски и увеличивая шансы на успешное завершение проекта.

Неотъемлемой частью процесса верификации является также проведение регрессионного тестирования, что позволяет убедиться в неизменности правильного функционирования системы после внесения изменений или обновлений. Это особенно важно в условиях постоянного развития и модернизации вычислительных систем, где каждой новой версии могут сопутствовать как улучшения, так и потенциально новые ошибки. Регрессионное тестирование помогает поддерживать стабильность и надежность системы на протяжении всего ее жизненного цикла.

С развитием технологий и увеличением сложности многопроцессорных систем, роль автоматизации в процессе верификации становится все более

значимой. Современные инструменты для автоматизированного тестирования и анализа производительности позволяют значительно ускорить и упростить многие этапы проверки, обеспечивая при этом высокую точность и достоверность результатов. Внедрение таких инструментов помогает оптимизировать ресурсы, сокращает временные затраты и улучшает общую эффективность процесса верификации.

Кроме того, необходимо выделить важность мониторинга и анализа результатов тестирования в процессе верификации многопроцессорных вычислительных систем. Систематическое отслеживание показателей производительности, устойчивости и корректности работы компонентов позволяет своевременно выявлять и устранять отклонения от заданных характеристик. Использование специальных инструментов для анализа данных помогает глубже понять поведение системы под различными нагрузками и оптимизировать её параметры для достижения наилучших показателей производительности.

Не менее значимым аспектом является обеспечение безопасности вычислительных систем. В условиях постоянного увеличения числа кибератак особое внимание уделяется тестированию на уязвимости и обеспечение защиты от различных угроз. Интеграция методов и средств тестирования безопасности в общий процесс верификации позволяет выявлять и устранять потенциальные слабые места на ранних этапах разработки, что значительно снижает риски утечек данных и некорректного функционирования системы при эксплуатации.

Важной частью процесса верификации является документирование всех этапов и результатов тестирования. Подробные отчеты о проведенных тестовых сценариях, обнаруженных ошибках и принятых мерах по их устранению служат важной базой для последующего анализа и улучшения системы. Кроме того, такая документация облегчает передачу знаний и опыта между членами команды и новым специалистам, что способствует консолидации и развитию компетенций внутри организации.

Предложения по развитию и совершенствованию методов верификации, направленные на повышение надежности и эффективности работы многопроцессорных вычислительных систем, основываются на интеграции передовых технологий и подходов. Современные вычислительные системы становятся все более сложными, что требует более глубокого понимания их работы и точных методов проверки функционирования. Одним из ключевых направлений является использование формальных методов, которые предлагают четкую математическую основу для определения корректности системы. Эти методы позволяют разработчикам точно моделировать поведение системы и выявлять потенциальные ошибки на ранних этапах разработки.

Еще одним перспективным направлением является применение машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматизации процесса верификации. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать большие объемы данных, генерируемых в ходе работы многопроцессорной системы, и выявлять аномальные состояния, которые могут привести к сбоям. Это

позволяет не только ускорить процесс верификации, но и значительно повысить его точность.

Не менее важную роль играет разработка новых методов тестирования, которые включают в себя эмуляцию реальных условий эксплуатации системы. Это позволяет заранее выявить потенциальные слабости и провести стресс-тестирование, обеспечивая тем самым более высокую надежность системы. Современные тестовые среды способны имитировать широкий спектр сценариев и нагрузок, что является важным шагом на пути к созданию более устойчивых многопроцессорных архитектур.

Кроме того, следует обратить внимание на развитие методологий по верификации программного обеспечения, связанного с управлением многопроцессорными системами. Именно программное обеспечение часто становится узким местом в сложных вычислительных конструкциях, и от его надежности зависит успешность всего проекта. В этой области особое внимание следует уделить созданию гибких и адаптивных архитектур, которые могут корректно функционировать даже в условиях изменения входных данных или окружающей среды.

В заключение, верификация многопроцессорных вычислительных систем представляет собой критически важный процесс, от которого зависит успешное функционирование современного вычислительного оборудования. Только тщательная и всесторонняя проверка всех аспектов работы системы позволяет достигнуть высокого уровня качества и надежности, необходимых для её эффективного использования в различных профессиональных и научных областях.

Таким образом, успешная верификация многопроцессорных вычислительных систем требует не только тщательного и всестороннего анализа, но и комплексного подхода к обеспечению безопасности и документирования. Это объединение усилий различных специалистов и использование современных инструментов позволяет создавать высоконадежные и эффективные системы, способные решать самые сложные задачи в различных областях деятельности.

Литература:

1. Ван Т.Лэ., Боровиков С.М., Дик С.К., Будник А.В. Ускоренная оценка надёжности разрабатываемых прикладных компьютерных программ // BIG DATA и анализ высокого уровня. сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Минск, 2024. С. 444-451.

2. Викторов Д.С., Калачников А.С., Толмачев А.А., Федер А.Л. Метод создания параллельного специального программного обеспечения с временной параметризацией многопроцессорных вычислительных систем с однородным доступом к памяти // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2023. № 687. С. 16-26.

3. Игнатьев А.О., Мокшин С.Ю., Ершов А.В., Карпеев А.В., Мухамадиев Р.Ф., Романова Е.М., Ушаков Д.А., Анисов В.О. Набор методических тестовых программ для численного исследования параметров высокопроизводительных вычислительных систем // Труды Института системного программирования РАН. 2024. Т. 36. № 2. С. 109-126.

Р.Г. Мухарлямов, д.ф.м.н., проф.; Коффи Абдулай, аспирант
(РУДН, г. Москва)

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СТАБИЛИЗАЦИИ ЗВЯЗЕЙ

Физические системы обычно состоят из дискретных или сосредоточенных элементов и параметров, представляющих звенья механической, электронной, электрической, гидравлической, теплотехнической природы и относятся к мехатронным дисциплинам, требующим использования искусственного интеллекта для анализа динамики. Для моделирования динамики конечных физических систем в значительной мере используются хорошо зарекомендовавшие себя методы классической механики, такие как основной закон динамики, принцип Гамильтона, множители Лагранжа и т. д. [1], [2], [3], [4]. В итоге задача управления сводится к анализу и решению систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) или систем дифференциально- алгебраических уравнений (ДАУ).

Разница между ОДУ и ДАУ возникает вследствие выбора используемых параметров, топологии механизмов и методов численного решения уравнений. В частности, системы ДАУ подвержены геометрическим и физическим ограничениям, содержащимся в постановке задачи. Для решения систем ДАУ было предложено несколько методов. Очевидный подход состоит в дифференцировании по времени ограничений, описываемых уравнениями связей. Затем геометрические или кинематические ограничения с учетом уравнений динамики преобразуются в математически эквивалентную задачу ОДУ, прежде чем применять некоторые хорошо известные методы численного интегрирования. Этот подход позволяет провести снижение индекса ДАУ. Однако, основная проблема этого метода заключается в том, что численное решение системы может не удовлетворять ограничениям исходной задачи ДАУ из-за накопления ошибок, известного как явление дрейфа. и не обязательно сохраняется вычислительными процедурами, используемыми для их решения. По данным литературы, существуют два основных типа методов решения этой проблемы. Методы первого класса направлены на сведение описания системы к минимальному количеству координат путем нахождения набора независимых координат. Это методы проекции. Система описывается в форме пространства состояний. Среди этих методов можно назвать полное приведение системы к чисто ОДУ-форме, которую можно получить с помощью координатного разбиения. Второй класс методов состоит в редукции индекса исходной задачи. Он вводит дополнительные неизвестные, что приводит к расширению исходной системы, а затем к применению методов стабилизации связей [1], [2 - 4].

В данной работе рассматривается общая динамическая модель системы твердых тел как задача ДАУ. Манипулируя уравнениями связей, строится математически эквивалентная система ДАУ с двумя переменными. Решение задачи управления проводится с использованием системы Matlab.

Уравнения динамики манипуляционных роботов можно составить на основе уравнений Лагранжа если известны:

1. Уравнения голономных связей
   $f_\mu(q_i,t)=0, \qquad \mu=1,\dots,m, \qquad i=1,\dots,n,$
   и неголономных связей
   $f_\rho(\dot q_i,q_i,t)=0, \quad \dot q_i=\frac{dq_i}{dt}, \qquad \rho=m+1,\dots,r,$
2. Кинетическая энергия - $T(\dot q_i,q_i,t)$,
3. Потенциальная энергия - $P(q_i,t)$,
4. Функция Лагранжа - $L=T(\dot q_i,q_i,t)-P(q_i,t)$
5. Функция диссипации - $D_i(\dot q_j,q_j,t)$,
6. Обобщённые непотенциальные внешние силы - $Q_i(\dot q_j,q_j,t)$,
7. Управляющие силы - $R_i(\dot q_i,q_i,t)=\sum_{\mu=1}^{m}\lambda_\mu\frac{\partial f_\mu}{\partial q_i}+\sum_{\rho=m+1}^{r}\lambda_\rho\frac{\partial f_\rho}{\partial \dot q_i}$.
   $i,j=1,\dots,n.$

В итоге получается следующая система дифференциально-алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dq_i}{dt}=\dot q_i, \\ \frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot q_i}-\frac{\partial L}{\partial q_i}=Q_i(\dot q_i,q_i,t)-D_i(\dot q_i,q_i,t)+\sum_{\mu=1}^{m}\lambda_\mu\frac{\partial f_\mu}{\partial q_i}+\sum_{\rho=m+1}^{r}\lambda_\rho\frac{\partial f_\rho}{\partial \dot q_i}, \\ f_\mu(q_i,t)=0, \\ f_\rho(\dot q_i,q_i,t)=0, \\ q_i(t_0)=q_{i0}, \quad \dot q_i(t_0)=\dot q_{i0}. \end{cases} \qquad (1)$$

Метод стабилизации связей, предложенный Баумгарт [8], является довольно популярным. Предлагается составить уравнения возмущений связей $f_\mu(q_i,t)=0$, $f_\rho(\dot q_i,q_i,t)=0$ линейной системой с постоянными коэффициентами:

$$\ddot z_\mu+2k_\mu\dot z_\mu+\alpha_\mu^2 z_\mu=0, \qquad z_\mu=f_\mu(q,t),$$
$$\dot z_\rho+\beta_\rho^2 z_\rho=0, \qquad z_\rho=f_\rho(\dot q_i,q_i,t),$$

где для простоты k_μ и α_μ полагаются постоянными. Продифференцировав уравнения связей по времени $\dot z_\mu=f_\mu$, $\ddot z_\mu=\ddot f_\mu$, $\dot z_\rho$ и подставляя результаты в уравнения возмущений связей, можно получить систему линейных алгебраических уравнений относительно множителей Лагранжа. Подставляя полученные выражения в правые части уравнений системы, можно определить решение системы, соответствующее начальным условиям и стабилизации связей.

В общем случае, вводя уравнения программных связей

$z_\mu=f_\mu(q_i,t),$

$$z_\rho=f_\rho(\dot q_i,q_i,t),$$

выбираются уравнения возмущений связей из множества систем дифференциальных уравнений

$$\ddot{z}_\mu = Z_\mu\left(\dot{z}_\mu, \dot{z}_\rho, z_\mu, z_\rho, \dot{q}_i, q_i, t\right), Z_\mu\left(0,0,0,0,\dot{q}_i, q_i, t\right) = 0.$$

Рассматривается двухзвенный манипулятор, состоящий из невесомых стержней, расположенных в однородном поле силы тяжести и соединенных цилиндрическим шарнирами (рис.1). На концах стержней прикреплены массы m_1 и m_2. Движение системы осуществляется управляющими моментами M_1 и M_2, действующими на стержни.

Рис.1. Двухзвенная рука робота

Кинетическая энергия системы записывается в прямоугольных координатах:

$$T = \frac{1}{2}m_1(\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2)$$

Переходя обобщенным координатам θ_1, θ_2, С учетом тригонометрических преобразований получаем следующее выражение кинетической энергии:

$$T = \frac{1}{2}m_1\left(\left(-l_1\dot{\theta}_1\right)^2\right) + \frac{1}{2}m_2\left(\left(l_2\dot{\theta}_2\right)^2 + \left(l_1\dot{\theta}_1\right)^2 + 2l_1\dot{\theta}_1 l_2\dot{\theta}_2\cos(\theta_1 - \theta_2)\right)$$

Уравнения динамики этой системы можно записать на основе принципа Даламбера – Лагранжа:

$$\sum_{i=1}^{2}\left(\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}_i} - \frac{\partial T}{\partial \theta_i}\right)\delta\theta_i = \sum_{i=1}^{2} Q_i\delta\theta_i + \sum_{i=1}^{2} M_i\delta\theta_i$$

В итоге уравнения динамики этой системы можно записать в следующем виде:

$$\ddot{\theta} = A^{-1}(Q + M),$$

$$\ddot{\theta} = \begin{pmatrix}\ddot{\theta}_1\\ \ddot{\theta}_2\end{pmatrix}; Q = \begin{pmatrix}Q_1\\ Q_2\end{pmatrix}; M = \begin{pmatrix}M_1\\ M_2\end{pmatrix},$$

где A^{-1} - обратная матрица инерционных коэффициентов.

Программные связи, реализуемые управлениями $\mathrm{M}_1, \mathrm{M}_2$, представим уравнениями:

$$f_1 = l_1 \sin\theta_1 + l_2 \sin\theta_2 = 0,$$
$$f_2 = \theta_1 - \omega t = 0.$$

Для обеспечения стабилизации программных связей составим уравнения возмущений связей:

$$B\ddot{\theta} + b = 0.$$

В результате исключения $\ddot{\theta}_1$, $\ddot{\theta}_2$, получим уравнение для определения ветора M:

$M = -\gamma^{-1} b + Q$

$\gamma = BA^{-1}$

Выражение для М подставим в уравнения динамики и получим уравнения движений замкнутой системы управления:

$\ddot{\theta} = -A^{-1}\gamma^{-1}\beta$

Результаты численных рачетов представлены на рисунах. Общий вид движения захвата показан на рисунке **Рис.2.** На рисунках **Рис.2 ; Рис.3** представлены вид изменение значения угла $\boldsymbol{\theta_1}$ нулевых начальных условиях $\boldsymbol{\theta_{1-0}}$ и стабилизация при возмущении начальных условий $\boldsymbol{\theta_{1-1}}$.

Рис.2. Зависимость x_2 от времени

Рис.3. Зависимость θ_{1-0} от времени

Рис.4. Зависимость θ_{1-1} от времени

Решена задача управления динамикой двухзвенного манипулятора, состоящего из невесомых стержней, расположенных в однородном поле силы тяжести и соединенных цилиндрическими шарнирами с использованием метода стабилизации связей. Управление движением системы осуществляется моментами M_1 и M_2, действующими на стержни. Представлены результаты численного решения уравнений динамики методом Runge Kutta четвёртого порядка и определения управляющих воздействий в системе Matlab.

Литература

1 Белоусов И.Р. Формирование уравнений динамики роботов-манипуляторов / Белоусов И.Р // Preprint, Inst. 2 Appl. Math., the Russian Academy of Science, p. ИПМ им. М.В.Келдыша РАН – 2002.

Колюбин С. А. Динамика робототехнических систем / Колюбин С. А. // М.: Университет ИТМО, Санкт-петербург – 2017.

3Brossard J-P Mécanique générale - Dynamique : optimisation / Brossard J-P // Physique Chimie –1997.

4 Layton R. A. Principles of Analytical System Dynamics / Layton R. A. // New York: Springer Science+Business Media New York – 1998.

5 Mukharlyamov R. G. Stabilization of the motions of mechanical systems in prescribed phase-space monifolds/ Mukharlyamov R. G. // Journal of applied Mathematics and Mechanics № 70 pp. 210-222 –2006

6 Мухарлямов Р. Г. Моделирование процессов управления, устойчивостьи стабилизация систем с программными связями / Р. Г. Мухарлямов// известия ран. теория и системы управления, т. 1, pp. 3-16, 2015..

7 Попов Е. П Манипуляционные роботы [Текст] : динамика и алгоритмы / Попов Е. П // М. : Наука – 2011.

8 Баумгарте Дж., Стабилизация ограничений и интегралов движения в динамических системах // Сост. Математика. Приложение. Механика, англ. 1 (1972), 1-16.

9 Kanyiki T. Apport de la Méthode de Runge Kutta d'ordre 4 dans la Dynamique de Système Mécanique/ Kanyiki T. // Incertitudes et fiabilité des systèmes multiphysiques, т. 2, № 2, 2018.

10 Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел/ Виттенбург Й // М. Мир, 1980

11 Мухарлямов Р. Г, Йоро Г. и Абрамов Н. В Уравнения программных движений манипуляционных систем / Р. Г Мухарлямов, Г. Йоро и Н. В Абрамов // Вестник РУДН Серия Математика. Информатика. Физика. Москва – 2009.

12 Мухарлямов Р. Г Управление программным движением адаптивной оптической системы / Мухарлямов Р. Г // Т. %1 из %2№ 1. – 1994. М. Изд. РУДН. С. 22-40.

13 Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Манипуляционные роботы: динамика, Манипуляционные роботы: динамика, управление, оптимизация /Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Черноусько Ф.Л. // М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989

В.А. Никифоров, к.т.н., доц.; К.А. Ломакин, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ПРОБЛЕМА ЦИФРОВИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

В современных условиях цифровизация всех отраслей экономики и аспектов жизни людей является общемировым трендом. Сейчас внешние условия постоянно изменяются, конкуренция во всех сферах становится все выше, все это приводит, к тому, применение цифровых технологий, с помощью которых возможно снизить затраты и повысить эффективность в любой отрасли. Так как нефтегазовая отрасль в силу многих факторов является приоритетной в России, цифровизация в этой области является необходимостью для сохранения конкурентоспособности на мировом рынке. Но при этом реализация данного этого процесса в России сталкивается с множеством проблем, требующих комплексного подхода для их преодоления.

Крупные российские нефтегазовые компании, например «Газпром» и «Роснефть» осознают необходимость в цифровизации, соответственно, активно инвестируют в цифровые технологии. Эти компании внедряют следующие цифровые технологии: системы интернета вещей, применяемые для мониторинга оборудования, например, «Роснефть» применяет подобное для мониторинга скважин; большие данные и их аналитика, используемые для повышения качества принятия решений; автоматизация основных бизнес-процессов, она позволяет компаниям снизить затраты и улучшить контроль за бизнес-процессами [1]. Возможные применения цифровых технологий в нефтегазовой отрасли представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Применение цифровых технологий в нефтегазовой отрасли

При этом уровень цифровизации в России не соответствует современным мировым стандартам. Также для активной цифровизации требуется множество материальных ресурсов, а в условиях нестабильной экономики и понижения цен на продукты нефтегазовой промышленности, это создает дополнительные

трудности.

Одной из основных проблем, препятствующих цифровизации, является нехватка квалифицированных кадров. В России наблюдается дефицит специалистов в области информационных технологий, вовлеченных в нефтегазовую промышленность и имеющих достаточно знаний для понимания ее специфики. Также эту ситуацию усугубляет то, что российских специалистов переманивают иностранные компании, предлагая им более высокие заработные платы.

Серьезным барьером для цифровизации отрасли выступает низкое развитие информационной инфраструктуры (высокоскоростной, многополосный интернет), необходимой для внедрения и использования современных цифровых технологий. Особенно остро данная проблема проявляется в удаленных регионах России, где преимущественно и находятся предприятия нефтегазовой отрасли.

Так как в России нефтегазовая отрасль является главной основой экономики, риск утечки данных или кибератак также имеет сильное влияние на распространение цифровых технологий в отрасли. При этом обеспечение безопасности в системах очень осложнено из-за множества устройств и приборов, используемых для автоматизации. Что соответственно еще сильнее повышает затраты на разработку.

Так же препятствием для развития цифровых технологий в нефтегазовой сфере является консервативность отрасли и людей, в ней работающих. Соответственно, большая часть компаний предпочитает следовать уже устоявшимся методам работы и не готовы к переходу в цифровые технологии и рискам, которые они принесут [2].

Немалое влияние на скорость цифровизации отрасли оказывают санкции, из-за которых Российские компании не имеют доступа к наработкам иностранных специалистов. Также из-за санкций отсутствует возможность простого внедрения уже созданных в более информационно развитых странах программных решениях, соответственно, все программы и системы необходимо разрабатывать самостоятельно и практически с нуля, что приводит к значительному увеличению материальных затрат на цифровизацию, понижая ее доступность.

Исходя из вышесказанного, можно выявить и определить основные перспективы, пути решения обозначенных проблем [3]:

1. Изменения в области образования и подготовки квалифицированных кадров. В это входит следующее: более широкая государственная поддержка специалистов по цифровым технологи; разработка образовательных программ; совместная работа университетов и предприятий; создание возможностей для повышения квалификации уже действующих специалистов. Все это может создать необходимое количество ИТ специалистов разных сфер.

2. Крупные инвестиции в развитие информационной инфраструктуры. Государство и крупные компании должны работать сообща, чтобы повсеместно распространить информационные технологии, это поможет сделать их более

доступными и привычными. Особенно подобное будет актуально в отдаленных регионах.

3. Повышение стандартов безопасности. Это включает в себя целый комплекс мероприятий: изменение законодательства в плане обеспечения кибербезопасности; дополнительное обучение сотрудников; создание новых правил обеспечения информационной безопасности. Подобный комплексный подход позволит минимизировать риски, которые появляются при активной цифровизации.

4. Важнейшим аспектом цифровизации нефтегазовой отрасли является изменение культуры компаний. В корпоративной культуре должны поощряться инновации, применение нового неизвестного и даже имеющего риски. Создать подобные условия может только государство, для достижения этого необходимо: стабилизировать, позиции страны на мировом рынке, экономическую ситуацию. Также необходимо внедрить новые государственные программы поддержки инновации и цифровизации производства.

5. Преодоление ограничений, полученных из-за санкций, возможно только после решения остальных проблем, мешающих активной цифровизации. Так как для решения этой проблемы необходимы все аспекты и преимущества, полученные при решении перечисленных проблем: большое количество опытных и квалифицированных специалистов; инвестиции крупных компаний и государства; обеспечение высокого уровня кибербезопасности в программных решениях для нефтегазовой отрасли; изменения корпоративной культуры, провоцирующие остальные изменения необходимые для цифровизации.

Таким образом, цифровизация нефтегазовой отрасли в России является вызовом как для государства, так и для крупных компаний, но при этом без преодоления данного вызова невозможно представить будущее экономики России. Так как в современных условиях прослеживается тренд на повсеместную цифровизацию, соответственно, иностранные конкуренты России активно развивают цифровые технологий. Преодолений всех барьеров, препятствующих активной цифровизации в России, возможно только при совместных усилиях государства и крупных компаний, именно в таких условиях возможно добиться изменений корпоративной культуры, которые и приведут к решению остальных проблем. Также цифровизация отрасли сможет создать конкуренцию на уже устоявшемся в России нефтегазовом рынке. Соответственно, успешная цифровизация данной области экономики является залогом развития и страны и отрасли.

Литература

1. Как цифровые технологии меняют нефтегазовую отрасль [Электронный ресурс] // URL: https://www.kommersant.ru/doc/7026080 (дата обращения: 24.09.2024)

2. Дмитриевский А., Еремин Н., Черников А. ЦИФРОВИЗАЦИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА: ПРОБЛЕМЫ, ВЫЗОВЫ И РИСКИ Материалы SOCAR 2023 (S2):001-008 URL: https://www.researchgate.net/publication/376958109_CIFROVIZACIA_NEFTEGAZOVOGO_PROIZVODSTVA_PROBLEMY_VYZOVY_I_RISKI_Digitalising_oil_and_gas_production_issues_challenges_and_threats (дата обращения: 25.09.2024)

3. Морозов А.Е. ПРОБЛЕМА ЦИФРОВИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ // Студенческий: электрон. научн. журн. 2024. № 23(277). URL: https://sibac.info/journal/student/277/338200 (дата обращения: 27.09.2024).

А.В. Полячков, к. т. н., доцент; С.А. Иванов, магистр
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА К ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УЗЛАМ ЧЕРЕЗ РЕГИСТРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРОЦЕССОРА

При проектировании современных средств обработки информации широко используются программируемые схемы типа FPGA с реализуемыми в их структуре процессорными ядрами, которые подключаются к специализированным узлам и блокам, реализованным на этом же кристалле.

Процессорные ядра могут быть уже встроенными в структуре FPGA или синтезируются по соответствующему описанию ее модели.

Использование модели процессорного ядра делает возможным внесение в ее структуру изменений, что дает больше возможностей для исследования способов подключения дополнительных ресурсов.

В данной работе использована архитектура процессора RISC-V с реализацией на FPGA.

Процессоры открытой и расширяемой архитектуры RISC-V [1] позволяют разрабатывать и реализовывать системы обработки и управления для различных областей науки и техники.

Открытая архитектура процессора позволяет:

- Расширять возможности процессора путем внедрения в него дополнительных функциональных узлов и новых команд.
- Встраивать процессор, как процессорное ядро, в устройство, реализуемое на программируемой логике типа FPGA.

Реализация вышеперечисленных возможностей возможна при наличии модели процессора и возможности внесения в нее изменений. Наличие полноценной модели процессора позволяет модифицировать структуру процессора путем внесения изменений в функциональные узлы и логику его работы.

Для исследования способов подключения дополнительных узлов к ядру процессора архитектуры RISC-V используются учебные модели процессоров, разработанные для выполнения практических работ по дисциплине «Аппаратная реализация алгоритмов» для студентов 4-го курса направления «Информатика и вычислительная техника» СФ МЭИ.

Используются модели ядер:

- последовательного процессора;
- конвейерного процессора;
- процессора с КЭШем команд.

Реализуется процессор в системе проектирования QUARTUS II с моделированием в ModelSim. Описание процессорных ядер выполнено на Verilog.

Рассмотрены следующие способы подключения операционных функциональных узлов к процессорному ядру [2]:

- порты ввода-вывода;
- использование части адресного пространства;
- дополнительные команды для добавленного операционного функционального узла в составе ядра процессора.

Использование портов ввода-вывода и адресного пространства предполагают операции пересылки данных и команд управления между процессором, дополнительными узлами и оперативной памятью.

Это «рабочий» вариант, который обычно и используется. Управление дополнительными узлами производится путем подачи команд и чтения их состояния.

Использование дополнительного узла или блока с командным управлением предполагает использование в составе такого блока специализированного процессора или микропрограммного автомата управления.

Целью же настоящей работы была разработка подходов, которые не предполагают использования дополнительных программных управляющих средств помимо основного процессорного ядра.

Введение дополнительных операционных узлов в процессор требует расширения системы команд процессора. Открытая архитектура RISC-V позволяет добавлять команды. Для этого имеется соглашение о расширении системы команд [1] с зарезервированными кодами. Для разработки прикладного программного обеспечения необходимо только добавить команды в используемые программы ассемблера или компилятора.

Авторы данного доклада предлагают способ, который не требует добавления новых команд и предполагает использование стандартных программ ассемблера и компилятора.

Предлагаемый способ основан на использовании регистров общего назначения процессора. В случае RISC-V это тридцать два 32-х разрядных целочисленных регистра.

Применяется договоренность об использовании регистров общего назначения для сопряжения с функциональным узлом. Выделяются регистры для передачи данных и кодов настроек в функциональный узел и регистры для считывания данных и состояния из функционального узла.

В случае RISC-V для обмена данными можно использовать регистры, которые не используются системными переменными. Имеются регистры (X12 – X17), содержимое которых может изменяться вызывающимися подпрограммами, и регистры (X18 – X27), содержимое которых подпрограммы обязаны сохранять. В сумме это получается до шестнадцати 32-х разрядных регистров, которые можно задействовать в доступе к функциональному узлу расширения.

Предлагается для реализации управления функциональным узлом (блоком) не добавлять в систему команд новые команды, а обращаться особым образом к

некоторым из регистров общего назначения. Для этого могут использоваться записи в регистры определенных последовательностей кодов.

Для процессора RISC-V подключение к работе функционального узла (блока) наиболее целесообразно реализовать попыткой записи в регистр X0 определенного кода. Особенностью этого регистра в данной архитектуре является то, что его содержимое всегда равно нулю. Повторное обращение к этому регистру в процессе работы может отключать подключенный узел (блок).

Также удобен вариант отключения естественным путем, когда завершается процедура обслуживания узла (блока), и продолжается работа процессора, что приводит к использованию регистров, использовавшихся как источники данных, полученных в результате работы узла для сохранения результатов вычислений основного вычислительного процесса.

Для проверки работоспособности предлагаемого способа разработана модель процессора архитектуры RISC-V с подключенным блоком ассоциативной памяти, описанным в работе [3]. Структура подключаемого блока приведена на рисунке 1.

Рисунок 1. Блок ассоциативной памяти, подключенный к регистрам процессора RISC-V.

Блок состоит из ассоциативного накопителя, буферов аргумента, маски, результата, данных и узла адреса строки накопителя для обращения к его данным.

Регистры X12, X13 и X15 служат для хранения поискового аргумента, маски и адреса строки накопителя. Результат ассоциативного поиска сохраняется в регистре X14. Через регистры X16 и X17 производится запись и чтение данных строк ассоциативного накопителя.

На рисунке не показаны узлы управления подключением / отключением блока к регистрам процессора.

Для описания модели использован язык VERILOG. Блок реализован на FPGA производства ALTERA серии MAX10 в системе QUARTUS II.

Инициализация ассоциативного блока производится командой LBU X0, 7(X0) (Load Byte, Unsigned (LBU) в регистр X0 суммы 7 + (X0)). При любой записи по программе процессора в регистры X17 или X14 они отключаются от ассоциативного блока во избежание конфликта доступа, и блокируется поступление кодов из остальных регистров в ассоциативный накопитель для прекращения его срабатывания.

Литература

1. David Patterson, Andrew Waterman. «RISC-V reader: An Open Architecture Atlas», Strawberry Canyon, ISBN 978-0-9992491-1-6 (Sep. 10th, 2017)
2. Танненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. 6-е изд. – СПб.: Питер, 2013. – 816 с.
3. Ассоциативные среды /И. В. Огнев, В. В. Борисов. – М. : Радио и связь, 2000 . – 312 с.

А.Ю. Пучков, к.т.н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ РУДНОГО СЫРЬЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FSWF-2023-0012

Модели машинного обучения, разработанные и протестированные в различных специализированных программных средах, таких, например, как MatLAB, Engee, Google Colab могут быть весьма требовательными с точки зрения занимаемой памяти и системных требования к аппаратным ресурсам. В тоже время, если модели не являются «вещью в себе», а создаются для конкретных практических приложений, указанные факторы являются весьма существенными при имплементации модели на встраиваемых устройствах, работающих в реальном времени. Поэтому актуальной прикладной задачей является оптимизация моделей машинного обучения по критериям занимаемой памяти и требованиям к аппаратной части оборудования, на котором будет проводиться ее развертывание.

Объектом исследования выступала ансамблевая нейросетевая модель оценки состояния технологической системы переработки рудного сырья [1], построенная на основе сверточных нейронных сетей (convolutional neural network, CNN) и рекуррентной сети долгой краткосрочной память (Long short-term memory, LSTM), выполненная в среде MatLAB. Предметом исследования являлся процесс оптимизации модели по критериями занимаемой памяти и требованиям к аппаратной части встраиваемых систем.

Технологическая система переработки рудного сырья предназначена для вторичного использования продуктов деятельности (отходов) горно-обогатительных комбинатов, скапливающихся в больших объемах на прилегающих к ним территориях и представляющих значительную

экологическую угрозу за счет перемещения содержащихся в отходах вредных веществ в водный и воздушный бассейны при выветривании, пылеобразовании и проникновении в грунтовые воды. Богатый химико-минералогический состав отходов позволяет трактовать их как техногенные месторождения [2] и рассматривать как ценное вторичное сырье для химической промышленности.

Оптимальное управление системой переработки рудного сырья предполагает применение моделей процессов, реализуемых на технологических агрегатах системы (тарельчатом грануляторе, многокамерной обжиговой машине конвейерного типа и рудно-термической печи) в ее составе [3, 4, 5]. Анализ существующих подходов к построению моделей технологических агрегатов показал, что в настоящее время в этом сегменте доминирует машинное обучение, включающее нейросетевые модели как наиболее перспективный и мощный инструмент их создания [1, 6].

Применение в нейросетевой модели оценки состояния технологической системы переработки рудного сырья CNN и LSTM обусловлено необходимостью обработки полимодальной информации – представленной изображениями с мультиспектральных камер (в видимом, ультрафиолетовом и инфракрасном диапазоне) и числовых многомерных временных последовательностей. Задача оптимизации этих сетей, в частности, компрессия нейронных сетей, ставит своей целью уменьшение требуемых для их развертывания ресурсов при сохранении или несущественном падении точности результатов работы этих сетей.

В настоящее время к решению задачи компрессии нейронных сетей существует несколько базовых подходов:

– дистилляция знаний (Knowledge distillation) – применение модели меньших размеров и обучение ее на выборке существенно меньших размеров, полученной в результате Data Distillation – процедуры генерации синтетических данных из исходных, позволяющей акцентированно выделить полезную информацию и убрать ненужный «информационный шум», перегружающий обучение модели. Несмотря на то, что модель меньшего размера обычно имеет несколько меньшую точность, чем та, что обучена на всем объеме исходных данных, такая жертва бывает оправдана за счет экономии аппаратных ресурсов при развертывании модели;

– устранение части параметров нейронной сети (Pruning) – здесь существует множество модификаций, одна из известных – Dropout, когда нейроны не полностью вырезаются из сети, а на время «выключаются» из процесса обучения, делая сеть устойчивой к переобучению;

– квантование модели (Quantization) — изменение типов данных в сторону снижения количества бит в их двоичном представлении, что приводит к уменьшению требуемой памяти для обученной модели, повышает быстродействие и энергоэффективность модели, что способствует их применению на широком спектре устройств [7].

Применение первого подхода требует дополнительного анализа – насколько можно сжать выборку без существенной потери ее информативности?

Это отдельная сложная задача, не имеющая однозначного решения, поэтому далее будут рассматриваться Pruning и Quantization.

Количество обучаемых параметров сверточной части нейросетевой модели оценки состояния технологической системы переработки рудного сырья значительно превышает их число для рекуррентной части, поэтому далее будем рассматривать применение Pruning и Quantization именно для сверточной части. В исходной архитектуре выходы частей CNN и LSTM объединяются слоем additionLayer, но так как в данном случае LSTM исключается, то состав сети будет иметь вид, показанный на рис. 1.

Применение 3D-CNN в данной архитектуре обусловлено необходимостью учитывать динамику визуально контролируемых объектов, а такие сети анализируют не плоскую картинку, а объемный тензор, который можно составить из кадров за определенный промежуток времени. Однако такие сети имеют значительно большее количество обучаемых параметров, по сравнению с 2D-CNN. На рис. 1 обучаемые параметры слоев указаны в столбце Number of Learnables – их количество составляет примерно 6,5 миллионов, поэтому применение процедур Pruning и Quantization может быть весьма оправданным и ведущим к существенной компрессии сети.

ANALYSIS RESULT

	Name	Type	Activations	Learnable Proper...	Number of Le...
1	image3dinput 100×100×10×3 images with 'zerocenter' ...	3-D Image Input	100(S) × 100(S) × 10(S) × 3(C) × 1...	-	0
2	image3dinput_1 100×100×10×3 images with 'zerocenter' ...	3-D Image Input	100(S) × 100(S) × 10(S) × 3(C) × 1...	-	0
3	image3dinput_2 100×100×10×3 images with 'zerocenter' ...	3-D Image Input	100(S) × 100(S) × 10(S) × 3(C) × 1...	-	0
4	depthcat Depth concatenation of 3 inputs	Depth concatenation	100(S) × 100(S) × 10(S) × 9(C) × 1...	-	0
5	conv3d 32 3×3×3 convolutions with stride [1 1 1]...	3-D Convolution	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	Wei... 3 × 3 × 3 ×... Bias 1 × 1 × 1 ×...	7808
6	batchnorm Batch normalization	Batch Normalization	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	Offs... 1 × 1 × 1 ×... Scale 1 × 1 × 1 ×...	64
7	relu ReLU	ReLU	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	-	0
8	maxpool3d 5×5×5 max pooling with stride [1 1 1] an...	3-D Max Pooling	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	-	0
9	conv3d_1 32 3×3×3 convolutions with stride [1 1 1]...	3-D Convolution	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	Wei... 3 × 3 × 3 ×... Bias 1 × 1 × 1 ×...	27680
10	batchnorm_1 Batch normalization	Batch Normalization	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	Offs... 1 × 1 × 1 ×... Scale 1 × 1 × 1 ×...	64
11	relu_1 ReLU	ReLU	100(S) × 100(S) × 10(S) × 32(C) × ...	-	0
12	fc 2 fully connected layer	Fully Connected	1(S) × 1(S) × 1(S) × 2(C) × 1(B)	Weigh... 2 × 32000... Bias 2 × 1	6400002
13	dropout 50% dropout	Dropout	1(S) × 1(S) × 1(S) × 2(C) × 1(B)	-	0
14	softmax softmax	Softmax	1(S) × 1(S) × 1(S) × 2(C) × 1(B)	-	0
15	classoutput crossentropyex	Classification Output	1(S) × 1(S) × 1(S) × 2(C) × 1(B)	-	0

Рисунок 1 – Состав слоев применяемой нейронной сети

Реализация этих процедур на первый взгляд сложная, если выполнять их на уровне вычислительных графов, однако, начиная с версии R2020a MatLAB

предоставляет удобные инструменты позволяющие автоматизировать эти процессы используя приложение Deep Learning Toolbox в связке с пакетом поддержки Deep Learning Toolbox Model Quantization Library. В ней поддерживается квантование до INT8 для центральных процессоров, программируемых логических интегральных схем, графических процессоров NVIDIA. При использовании библиотеки собираются данные весов и активациям по слоям, промежуточным вычислениям. На их основе модель квантуется, вычисляются метрики точности квантованной сети по сравнению с базовой моделью.

При обрезке нейронной сети выявляются и удаляются незначимые соединения в ней, что приводит к уменьшению ее размера без значительной потери в точности. Применяются два основных виде алгоритмов обрезки – однократная и итерационная. В данном случае применялась итерационная, так как обеспечивает постепенное продвижение к разреженности сети и избежать коллапса ее слоев. Для старта алгоритма обрезки задавались целевая разреженность и количество итераций, а сам алгоритм состоял из шагов:

– расчет оценки для каждого соединения сети и их ранжирование;

– определение порогового уровня, ниже которого проводится удаление соединений;

– задание маски обрезки, используя пороговое значение и ее применение к обучаемым параметрам сети.

Рисунок 2 – Матрицы неточностей

В процессе итераций для оценки синаптического потока для каждого параметра вычисляется функция стоимости SynFlow, применение которой позволяет полностью избежать коллапса слоев [6]. На сколько обрезать нейронную сеть решается пользователем с учетом компромисса между ее точностью и разреженностью. В рассматриваемом случае состояние технологической системы подразделялось на два класса, условно называемых исправное (класс 1) и неисправное (класс 2) состояние. На рис. 2 представлены примеры матрицы неточностей оригинальной и обрезанной сети на сбалансированной тестовой выборке объемом 40 образцов на одной из итераций,

которые могут использоваться для контроля точности и принятия решения о завершении этой процедуры.

На рис. 2 числа на диагонали для обрезанной сети уменьшаются не одинаково, что может свидетельствовать о смещении, вносимой этой сетью, поэтому есть смысл остановиться на более ранней итерации. На рис. 3 представлены оценки качества обрезанной сети, рассчитанные с помощью функции statsOfMeasure, одна из них, точность, понадобится для сравнения после квантизации сети.

После обрезки проводилась процедура квантования модели – глубокие нейронные сети, обученные в MatLAB, используют типы данных с плавающей точкой одинарной точности. Даже сети небольшого размера требуют значительного объема памяти и оборудования для выполнения арифметических операций с плавающей точкой. Для квантования до 8-битных масштабированных целочисленных типов данных применялась функция dlquantizer. В результате проведенной процедуры точность классификации составила 0.627 – это меньше, чем было до (см. рис. 3, метрика accuracy=0.65), однако скорость работы нейронной сети выросла почти в четыре раза.

name	classes		macroAVG	microAVG
"true_positive"	12	14	13	13
"false_positive"	6	8	7	7
"false_negative"	8	6	7	7
"true_negative"	14	12	13	13
"precision"	0.66667	0.63636	0.65152	0.65
"sensitivity"	0.6	0.7	0.65	0.65
"specificity"	0.7	0.6	0.65	0.65
"accuracy"	0.65	0.65	0.65	0.65
"F-measure"	0.63158	0.66667	0.64912	0.65

Рисунок 3 – Метрики качества классификации

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что процедуры обрезки и квантования в среде Deep Learning Toolbox Model Quantization Library позволяют эффективно оптимизировать нейросетевую модель оценки состояния технологической системы переработки рудного сырья и обеспечить компромисс между точностью и сложностью модели для ее дальнейшего развертывания на встраиваемых устройствах.

Литература

1. Puchkov A., Dli M., Bobkov V. Ensemble Neural Network 3D-CNN and LSTM in the Problem of Assessing the State of a Technological System for Processing Ore Waste. International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russian Federation, 2024, pp. 1001-1006, DOI: 10.1109/ICIEAM60818.2024.10554041.

2. Архипов А. В. Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография / А. В. Архипов, С. П. Решетняк; науч. ред. акад. Н. Н. Мельникова. — Апатиты: КНЦ РАН, 2017. — 175 с.

3. Пучков А.Ю., Федулов Я.А., Незамаев С.В. Гибридная интеллектуальная система машинного обучения для моделирования процессов обработки фосфатного рудного сырья // Прикладная информатика. 2023. Т.19. №2(110). С.83-105

4. Калашников В.А., Соловьев В.И. Применение глубокого обучения для сегментации камней на конвейерах и складах горнодобывающих предприятий// Прикладная информатика. 2023. Т.18. №2(104). С. 40-47

5. Орехов В.А., Бобков В.И., Дли М.И. Технологические и конструктивные особенности химико-энерготехнологического процесса сушки фосфогипса газовой и дисперсной средой // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 1. С. 17-20.
6.Tanaka H., Kunin D., Yamins D. L. K., Ganguli S. Pruning neural networks without any data by iteratively conserving synaptic flow/ arXiv:2006.05467 [cs.LG]. DOI: 10.48550/arXiv.2006.05467.
7. Kirtas M., Passalis N., Oikonomou A. et al. Mixed-precision quantization-aware training for photonic neural networks. Neural Comput & Applic 35, 21361–21379 (2023). DOI: 10.1007/s00521-023-08848-8.

Е.И. Рысина, к. т. н., доц.; Д.О. Рысин, асп.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Анализ ресурсного потенциала промышленных предприятий является важной задачей в условиях растущей конкуренции и необходимости повышения эффективности использования ресурсов. Традиционные подходы, как правило, ограничиваются использованием одной модели, что приводит к недостаточной гибкости и точности оценки ресурсного потенциала. Поэтому существует необходимость разработки мультимодельного подхода к анализу ресурсного потенциала с учетом различных факторов и санкционных ограничений.

Мультимодельный подход основан на совместном использовании глубоких рекурсивных и конволюционных нейронных сетей для применения вычислительного конвейера к потенциальным ресурсам и определения результатов. Интеграция результатов, полученных с помощью различных моделей, позволяет более полно изучить взаимосвязи между различными ресурсами и сформулировать соответствующие рекомендации по управлению бизнесом.

Санкции ограничивают доступ к современным технологиям, иностранному капиталу и критически важному оборудованию, что значительно осложняет работу предприятий. Это обостряет необходимость разработки эффективных методов анализа и управления имеющимися ресурсами для обеспечения устойчивости и конкурентоспособности в новых условиях. В условиях экономической нестабильности и ужесточения федеральных санкций Запада против России отечественные промышленные предприятия сталкиваются с новыми проблемами в управлении ресурсами.

Введение санкций влияет на все аспекты ресурсного потенциала предприятий:

– материальные ресурсы – ограниченный доступ к передовому оборудованию и материалам затрудняет модернизацию производства, а также повышает затраты на логистику и приобретение комплектующих;

– научно-технологические ресурсы – запрет на экспорт передовых технологий вынуждает предприятия искать внутренние инновационные решения или адаптировать уже имеющиеся технологии;

– финансовые ресурсы – санкции ограничивают доступ к международным финансовым рынкам, затрудняя привлечение инвестиций и кредиты на выгодных условиях, что снижает гибкость в управлении финансовыми потоками;

– трудовые ресурсы – давление на рынок труда, связанное с оттоком специалистов и повышением нагрузки на оставшихся работников, усугубляется ограничением на международное сотрудничество в области научных и технических обменов.

В этих условиях эффективное управление ресурсным потенциалом становится ключевым фактором для адаптации предприятий к санкционным ограничениям. Мультимодельный метод анализа ресурсного потенциала позволяет провести комплексную оценку текущего состояния ресурсов предприятия, выявить ключевые проблемы и на основе полученных данных выработать стратегические решения для их оптимизации и устойчивого развития [1].

Для предложенного метода анализа ресурсного потенциала, разработано алгоритмическое обеспечение. Для наибольшей точности на вход алгоритма будут подавать непреобразованные данные различных форматов (изображения с оборудования, для анализа ресурсов, финансовые отчеты и информация о трудовых ресурсах). Алгоритм работы предложенного метода предполагает обработку разных типов данных с помощью рекуррентных (RNN) и сверточных нейронных сетей (CNN). После этого для каждого из каналов применяется отдельная процедура предварительной обработки [2].

На рисунке 1 показана блок-схема общего алгоритма, который реализует мультимодельный метод анализа ресурсного потенциала предприятия.

На первом этапе алгоритма происходит загрузка исходных данных из файлов в формате CSV. Эти данные представляют собой мультимодальную информацию, описывающую динамику финансовых и трудовых ресурсов предприятия. Данные включают модели X_s, изображения X_p и результаты акустических проверок X_a. Предполагается, что для анализа в момент времени t_i имеется доступ к истории процессов за предыдущие моменты времени t_l, где l=0, 1, 2, ..., i-1.

Сначала изображения X_p аннотируются и распределяются по папкам в зависимости от меток классов. Это нужно для того, чтобы автоматизировать процесс их подготовки и разделения на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Для этой задачи могут быть использованы специальные методы из библиотеки Deep Learning Toolbox в MatLAB. Далее эти данные применяются для обучения модели CNN. Аннотации файлов должны содержать временные метки i.

Алгоритм на выходе выдает оценку состояния объекта Y на момент времени $t = t_i + delay$, где delay — это интервал прогноза, который может принимать значения 0, 1, 2 и так далее. При delay = 0 происходит оценка текущего состояния объекта. Этот интервал учитывается при подготовке обучающих данных в блоках 8 и 17 алгоритма. На вход нейронной сети подаются данные за момент t_i,

а на выходе формируется результат, сдвинутый на интервал delay относительно t_i [3].

Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма реализации мультимодельного метода анализа ресурсного потенциала промышленных предприятий

Весь общий алгоритм можно разделить на три части:

– предварительная обработка данных до состояния ресурсного уровня, которая включает преобразование и масштабирование исходных данных для надежной работы нейронных сетей, снижение влияния шумов и оценку значимости различных факторов;

– использование нейросетевых моделей, включая подготовку обучающих примеров для RNN и CNN, настройку архитектуры сетей под параметры входных данных, процесс обучения, оценку точности моделей и их дальнейшее применение;

– объединение результатов обработки нескольких моделей для создания общего решения, которое можно использовать на других уровнях системы поддержки принятия решений.

Для работы с данными, происходит предварительная обработка разнородных данных для канала RNN. Далее происходит оценка размерности исходного изображения, а в блоке 3 проверяется результат. Если размерность находится в допустимых пределах, алгоритм переходит к шагу 4, где изображение преобразуется в формат MVP (многомерный временной ряд). Если же размерность не соответствует требованиям, алгоритм направляется к шагу 5, где размерность уменьшается с помощью сверточной нейронной сети (CNN_c) и рекуррентного фильтра Калмана [4].

Не существует единого решения для устранения проблем, связанных с обучающими данными, поэтому проблемы, связанные с увеличением размера обучающей выборки и балансировкой обучающей выборки, должны решаться индивидуально в каждом случае.

При подаче данных в виде многомерного временного ряда на сверточную нейронную сеть, данные преобразовываются в тепловую карту, пиксели которых представляют указанный диапазон данных. И далее все данные подаются на CNN, которая передает данные на конечный агрегатор.

После обработки данных в рекурентной и сверточной нейронной сети они передаются в агрегатор данных, основанный на нечетких алгоритмах и в результате выдается итоговый результат, на основе которого можно делать выводы о ресурсном потенциале промышленного предприятия.

В ходе данной работы было разработано алгоритмическое обеспечение для реализации мультимодельного подхода к анализу ресурсного потенциала промышленных предприятий. Представлены блок-схемы и описаны шаги общего алгоритма реализации метода. Также подробно представлены алгоритмические решения для оценки и прогнозирования состояний сложных объектов с использованием циклических и глубоких нейросетевых моделей.

Литература

1. Мешалкин В. П., Дли М. И., Пучков А. Ю., Лобанева Е. И. Предварительная оценка прагматической ценности информации в задаче классификации на основе глубоких нейронных сетей // Прикладная информатика. 2021. Т.16. № 3. С. 9–20.

2. Лобанева Е.И., Дли М.И., Пучков А.Ю. Анализ влияния архитектуры входных слоев свертки и подвыборки глубокой нейронной сети на качество распознавания изображений // Прикладная информатика. 2020. Т.15. №1 (85). С.113-122.

3. Дли М.И., Пучков А.Ю., Рысина Е.И. Интеллектуальные алгоритмы анализа разнородной информации. Смоленск: Универсум, 2022. 204 с.

4. Лобанева Е.И., Дли М.И., Пучков А.Ю. Алгоритмы формирования изображений состояний объектов для их анализа глубокими нейронными сетями // Прикладная информатика. 2019. Том 14. №2 (80). С.43-55.

Н.Н. Строев, канд. техн. наук; Н.Д. Кравченков, студ.; К.С. Маслов, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ MATLAB И SIMULINK

MATLAB и *SIMULINK* представляют собой инструменты для математического моделирования, симуляции и разработки систем управления и технических систем с развитыми инструментами математической обработки и широким выбором методов моделирования. Этим объясняется широкое применение данного программного комплекса инженерии, науке и других областях. Однако применение этих сред при разработке пользовательских систем может осложняется имеющимися особенностями ввода параметров и условий моделирования, которые по умолчанию обычно задаются в текстовом формате, универсальным с позиции инженера-программиста, но не адаптированного для пользовательского сервиса. Особенно это касается, так называемого, ручного задания глобальных и локальных переменных, параметров моделирования и условий. Естественно, что для эффективного использования *MATLAB* и *SIMULINK* требуется понимание основ программирования и математического моделирования, что может стать дополнительным барьером для новичков. Благодаря обширной документации и сообществу пользователей, многие трудности можно преодолеть с помощью доступных ресурсов и поддержки. Целью проведенной работы является оценка требований к пользовательской среде системы моделирования работы приемопередающих устройств с цифровой обработкой данных в условиях задаваемых условий радиочастотной обстановки. На основе данной оценки и возможности оптимизации пользовательского интерфейса требуется разработать дополнительные программные средства, которые сведут к минимуму необходимость ручного кодирования и взаимодействия с переменными в процессе эксплуатации системы в среде *MATLAB* и *SIMULINK*. Это позволит повысить эффективность работы и уменьшить вероятность ошибок, особенно для начинающих пользователей.

На рисунке 1 отображены преимущества работы пользовательских программных комплексов в среде *MATLAB* и *SIMULINK*.

Рисунок 1 – Преимущества работы программных комплексов в *MATLAB* и *SIMULINK*

Рассмотрим их более подробно:

- универсальность и гибкость: данные программы предлагают обширный набор инструментов, подходящих для выполнения разнообразных задач, начиная с анализа данных и заканчивая моделированием сложных систем;

- мощные вычислительные возможности: *MATLAB* обладает мощными средствами для проведения математических расчетов, анализа данных и построения графиков;

- интуитивное моделирование: *SIMULINK* позволяет создавать и симулировать сложные системы с помощью блок-схем, что делает процесс моделирования более простым и наглядным;

- поддержка и документация: широкая документация и активное сообщество пользователей помогают быстро находить решения и преодолевать возникающие трудности.

Кроме того, разработка интерфейса, который минимизирует необходимость ручного ввода, способствует более эффективному использованию этих мощных инструментов, делая их доступными даже для пользователей с минимальным опытом.

Тем не менее, существуют определённые недостатки, представленные на рисунке 2:

Рисунок 2 – Недостатки работы в *MATLAB* и *SIMULINK*

Рассмотрим их более детально:

- необходимость ручного ввода данных: многие параметры и переменные в моделях *MATLAB* и *SIMULINK* нужно задавать вручную, что может быть сложным для неопытных пользователей;

- требования к знаниям среды: пользователи должны обладать глубокими знаниями работы в *MATLAB* и *SIMULINK* для корректной настройки моделей и параметров;

- ошибки при ручном вводе данных: ручной ввод данных увеличивает вероятность ошибок, что может привести к неверным результатам симуляции.

Для решения этих проблем был разработан интерфейс, который упрощает взаимодействие с пользователя с разрабатываемой системой моделирования работы приемопередающих устройств с цифровой обработкой сигналов.

Основная задача интерфейса - минимизация ручного ввода и автоматизация ряда процессов, таких как выбор типов модуляции, загрузка и сохранение параметров, а также запуск и остановка симуляций. Это позволит пользователям без глубоких знаний *MATLAB* и *SIMULINK* работать с моделями быстрее и эффективнее.

Представленный интерфейс включает в себя три ключевых этапа, которые позволяют пользователю последовательно выбирать параметры моделирования и запускать симуляции.

Первый этап: выбор типа модуляции. Пользователю предлагается выбрать тип модуляции: *PSK (Phase Shift Keying)* или *FSK (Frequency Shift Keying)*. Это реализовано с помощью радиокнопок, что упрощает процесс выбора и минимизирует количество ошибок при вводе. Радиокнопки обеспечивают простой и понятный способ выбора параметров, что особенно полезно для пользователей без глубоких технических знаний.

Второй этап: сохранение и загрузка пресетов. Интерфейс позволяет сохранять настроенные параметры в виде пресетов, которые можно использовать в будущем. Это особенно важно для оптимизации рабочего процесса, когда определенные параметры требуются часто. Опция «Загрузить» позволяет пользователю быстро восстановить ранее сохраненные настройки, избегая повторного ручного ввода.

Третий этап: применение настроек и запуск симуляции. На этом этапе пользователь может применить выбранные настройки и запустить симуляцию. Кнопки «Старт» и «Стоп» обеспечивают удобный контроль процесса симуляции. Кнопка «Применить настройки» позволяет пользователю убедиться, что выбранные параметры были учтены перед запуском симуляции.

Рассмотрим техническую реализацию интерфейса. Интерфейс разработан с использованием *MATLAB App Designer* - встроенного средства для создания графических пользовательских интерфейсов *(GUI*) в *MATLAB*. Это решение позволяет интегрировать функциональность *MATLAB* и SIMULINK непосредственно в интерфейс и предоставляет доступ к функциям MATLAB без необходимости писать сложные скрипты.

К основным элементам интерфейса относится:

- *Radio Button Group* для выбора модуляции;
- кнопки управления для сохранения и загрузки пресетов, а также запуска симуляции;
- *Tab Group* - для разделения этапов работы на вкладки (Шаг 1, Шаг 2, Шаг 3), что позволяет упростить навигацию и сделать интерфейс более интуитивно понятным.

Преимущества предложенного решения:

- облегчение работы для пользователей с базовыми знаниями *MATLAB* и *SIMULINK;*
- сокращение времени, необходимого для настройки моделей;
- снижение количества ошибок благодаря автоматизации процессов;
- возможность использования пресетов для ускорения моделирования.

Предложенная разработка интерфейса значительно упрощает взаимодействие пользователей с *MATLAB* и *SIMULINK*, особенно при работе с глобальными и локальными переменными. Автоматизация процессов выбора параметров, сохранения и загрузки пресетов, а также управление запуском симуляции значительно сокращают количество ручных операций и минимизируют вероятность ошибок.

Разработка подобных интерфейсов является важным шагом на пути к повышению эффективности работы с инженерными системами моделирования и симуляции, такими как *MATLAB* и *SIMULINK*. В данной статье была представлена разработка пользовательского интерфейса для работы с *MATLAB* и *SIMULINK* с целью облегчения ввода данных и упрощения взаимодействия с глобальными и локальными переменными. Также рассмотрены преимущества работы с *MATLAB* и *SIMULINK*, а также основные трудности. Предлагается решение в виде интерфейса, который позволяет автоматизировать часть задач и упростить работу для пользователей без глубокого знания программ. Описывается структура и функциональность предложенного интерфейса.

Литература

1 MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. / В. Дьяконов, И. Абраменкова, 2002. - 601 с.

2 MATLAB: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving. / Attaway S., 2020. - 592 с.

3 Simulink Essentials: A Practical Guide for Engineers and Scientists. / Davis M., 2019. - 421 с.

Я.А. Федулов, к.т.н., доцент; А.Е. Дудин, студ.; Ю.Д. Маракулина, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ LINUX ДИСТРИБУТИВОВ

В условиях импортозамещения и массового перехода на отечественное программное обеспечение возникло множество вариантов операционных систем (ОС), призванных заменить установленную на подавляющем большинстве персональных компьютеров ОС Windows. Целью данной работы являлся сравнительный обзор возможностей и наиболее подходящих сфер применения отечественных операционных систем. Для обзора выбраны дистрибутивы, внесенные в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [1].

Операционная система Cloud X OS [2] – ОС общего назначения, основанная на свободно распространяемом ядре дистрибутива Debian, обладает средствами защиты информации, которая не содержит сведений, составляющих государственную тайну. Предлагается три способа установки: с компакт-диска, USB-накопителя или посредством сети, установка возможна как в консольном, так и в графическом режиме.

Uncom OS [3] – операционная система на базе Debian для различных видов компьютеров – как ноутбуков, так и высокопроизводительных рабочих станций.

Присутствует совместимость с драйверами и библиотеками Ubuntu. Поддерживается запуск приложений через PortProton и из библиотеки Steam.

ОС «Иридиум» [4] разработана АО «Иридиум» в сотрудничестве с ООО «Базальт свободное программное обеспечение» и представлена как операционная система общего назначения. Из преимуществ следует отметить русскоязычный интерфейс, возможность выбора программного обеспечения на этапе установки, а также большой выбор программ для работы с документами, сложной графикой и анимацией, обработки звука и видео. Для ОС проработана подробная документация на русском языке.

ОС «РОСА «Барий» [5], созданная АО «НТЦ ИТ РОСА», работает как легковесный дистрибутив, устанавливаемый на USB-накопители. Архитектура системы состоит из нескольких разделов: раздела загрузчика, раздела системы, раздела шифрования данных. Из преимуществ следует отметить наличие электронной подписи и шифрование данных на неизвлекаемых ключах, быстрое развертывание на существующей инфраструктуре, а также возможность доработки ОС с учетом используемых платформ.

Astra Linux [6] – семейство операционных систем со встроенными средствами защиты информации. На выбор предлагается несколько версий ОС: версия Desktop предназначена для защищенных рабочих мест и используется для решения офисных и мультимедийных задач, версия Server применима для построения ИТ-инфраструктуры, версия Mobile – для планшетов и иных мобильных устройств, версия Embedded – для различных устройств (платежные терминалы, промышленные контроллеры, постаматы и прочее).

РЕД ОС [7] операционная система, разработанная ООО «РЕД СОФТ», предназначенная для корпоративного использования и автоматизации процессов предприятий. На выбор предлагается 2 редакции – стандартная, доступная для бесплатного скачивания на официальном сайте, и сертифицированная, прошедшая испытания ФСТЭК России и требующая приобретения лицензии.

В таблице 1 приведена информация о дистрибутивах отечественной разработки, сравниваемых по нескольким критериям.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика дистрибутивов

	Cloud X OS	Uncom OS	ОС «Иридиум»	ОС РОСА «Барий»	Astra Linux	РЕД ОС
Сфера использования	Коммерческое использование	Личное и коммерческое использование, для образования	Коммерческое использование	Коммерческое использование на мобильных платформах	Коммерческое использование	Личное и коммерческое использование
Системные требования	Не указаны	64-разрядный процессор с частотой 2 ГГц и выше, от 4 Гб	64-разрядный процессор, от 4 Гб оперативно	Процессор x86-64, 2 и выше ГБ ОЗУ для режима	Не указано	Не указано

		оперативной памяти, 25 Гб и выше постоянной памяти	й памяти, 40 Гб и выше постоянной памяти	«Рабочая станция», от 4 Гб для режима «Терминал»		
Стоимость	Не указана	Home – 3990 р. Business – 5990 р. Education – 500 р. Enterprise – по согласованию (во всех случаях – бессрочная лицензия)	Оглашается после заполнения заявки	Live-дистрибутив на токене с сертификатом ФСТЭК – 9900 р. включая НДС; Live-дистрибутив – 4400 р. без НДС	Не указана	Для физических лиц – бесплатно, для юридических лиц рассчитывается отдельно
Наличие бесплатной пробной версии	Да	Да	Предоставляется после заполнения заявки	Да	Да	Да
Способ получения	Требуется заполнить заявку	Интернет-магазин, у официальных партнеров	Требуется заполнить заявку	Требуется заполнить заявку	У дистрибьюторов	На официальном сайте

На основании полученных данных можно сделать несколько выводов. Каждая предлагаемая операционная система предлагает пробные версии и имеет сопроводительную документацию на русском языке. Наиболее универсальной в плане сферы использования операционной системой можно считать Uncom OS, поскольку разработаны версии как для домашнего, так и для корпоративного использования, также есть образовательная версия. Если в компании используются как стационарные компьютеры, так и мобильные устройства, то лучшим выбором будет Astra Linux, у которой есть дистрибутивы под наибольшее количество типов техники. Для случаев, когда необходимо работать без установки операционных систем на рабочие станции – ОС «РОСА «Барий» предлагает больше возможностей в силу изначальной ориентированности на переносные носители информации.

Литература

1. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [Электронный ресурс] // Официальный сайт единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/?tab=registry_active&PROD_NAME=&PROD_REESTR_NUM=&CLASSIFIER=31&PROD_CLASS%5B%5D=154762&PROD_CLASS_ONLY_MAIN=Y&OWNER_NAME=&OWNER_INN=&OWNER_STATUS=&PROD_DES_NUM=&PROD_DES_DATE=&REQ_REG_NUM=&REQ_REG_DATE= (дата обращения: 30.09.2024)

2. Cloud X [Электронный ресурс] // Cloud X | Услуги облачных вычислений. URL: https://cloudx.group/resources/docs/os (дата обращения: 30.09.2024)
3. Операционная система Uncom OS. URL: https://uncom.tech/ (дата обращения: 30.09.2024)
4. Операционная система «Иридиум» [Электронный ресурс] // Российские технологии импортозамещения. URL: https://iridium-soft.com/doc-os (дата обращения: 30.09.2024)
5. «РОСА «БАРИЙ» - НТЦ ИТ РОСА [Электронный ресурс] // НТЦ ИТ РОСА. URL: https://rosa.ru/rosa-barium/ (дата обращения: 30.09.2024)
6. Российская операционная система Astra Linux. URL: https://astralinux.ru/ (дата обращения: 30.09.2024)
7. РЕД ОС [Электронный ресурс] // РЕД ОС – российская операционная система. URL: https://redos.red-soft.ru/product/red-os/ (дата обращения: 30.09.2024)

С.А. Федулова, ст. преп.; Я.А. Федулов, к.т.н., доцент; Т.Т. Федоренко, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ПЕРСОНАЛОМ

В настоящее время задача автоматизации работы предприятий с целью поддержки удаленного контроля за персоналом является актуальной и востребованной, но не решенной полностью. В первую очередь удаленный контроль необходим организациям, осуществляющим найм рабочих на вахту в условиях большой удаленности и неустойчивой связи с персоналом. Отсутствие стабильного и бесперебойного взаимодействия с работниками и, как следствие, затруднение дистанционного учета сотрудников, существенно осложняет оперативный контроль и ведет к различного рода злоупотреблениям на рабочем месте.

Целью данной работы являлось проведение обзорного исследования имеющихся на данный момент готовых решений мобильных систем для удаленного контроля за персоналом. Были сформулированы функциональные требования к рассматриваемому классу систем и проанализированы наиболее распространенные коммерческие решения.

Для автоматизации работы организаций в условиях дистанционного расположения сотрудников система удаленного контроля за персоналом должна решать следующие задачи:

- дистанционный учет сотрудников;
- биометрическая авторизация и определение местоположения;
- контроль за нахождением на рабочем месте;
- учет заработной платы и дополнительных выплат;
- осуществление найма на работу с последующим оформлением персонала, набранного на местах дислокации;
- интеграция с системами бухгалтерского учета.

Для удаленного контроля должна быть применима мобильная система взаимодействия руководителя организации и бригадира, с возможностью устойчивой работы при частичной потере и перебоях связи.

В настоящее время применяются готовые решения мобильных систем удаленного контроля за персоналом, в различной степени удовлетворяющие сформулированным функциональным требованиям.

Доступная мобильная система управления взаимоотношениями с клиентами «Мобифорс» применяется для эффективного контроля работы выездных сотрудников [2]. Функциональные возможности включают распределение задач, контроль статуса их выполнения, отслеживание местонахождения сотрудников на карте и оперативный обмен информацией внутренними средствами приложения.

Мобильная система, поддерживающая облачное хранение «1С: Управление нашей фирмой» (1С: УНФ) [1]. Данное решение позволяет упростить работу сотрудников, таких как менеджеры, курьеры и вахтовые работники. Рассматриваемая конфигурация 1С позволяет отмечать выполненные задания сотрудников, работающих удаленно.

Комплексное решение для всего цикла бизнес-процессов, связанных с полевой работой «B2Field» [4]. Сервис состоит из веб-кабинета и мобильного приложения с геолокационным GPS-трекером. Система поддерживает мобильные формы отправки отчетности, подтверждение нахождения на рабочем месте по фото и биометрическим данным.

Система планирования, учета рабочего времени и контроля доступа «BioTime» [5]. Приложение предлагает функции управления персоналом, учета рабочего времени и расчет дополнительных выплат, планирование смен и графиков работы, управление из единого личного кабинета.

Результаты сравнительного обзора функциональных возможностей рассмотренных мобильных приложений для удаленного контроля за персоналом представлены в таблице 1. В качестве оценочных критериев были выбраны уточненные функциональные требования для рассматриваемого класса мобильных систем, приведенные ранее.

Таблица 1 – Функционал мобильных приложений удаленного контроля за персоналом

	«Мобифорс»	«1С:УНФ»	«B2field»	«BioTime»
Учет местоположения сотрудников	+	–	+	+
Табели присутствия на рабочем месте	+	+	+	+
Поддержка авторизации сотрудников по биометрии	+	–	+	+
Расчет выплат по времени работы	+	+	–	+
Автоматизированная генерация отчетов	+	+	+	+
Наличие бесплатной /	–	–	–	+

пробной версии				
Удаленный найм на работу с последующим оформлением	–	+	–	–
Интеграция с бухгалтерскими системами / конфигурациями 1С	+	+	+	+
Поддержка автономной работы при потерях связи	–	–	–	–

Исходя из проведенного анализа рассмотренных мобильных решений на данный момент не одна из предлагаемых на рынке систем в полной мере не удовлетворяет сформированным требованиям для приложений удаленного контроля за персоналом. Приведенные системы применяются в тех условиях, где есть постоянный доступ к сети интернет, и при потере связи данные приложения будут не эффективны ввиду отсутствия возможности автономной работы. Также, ключевые требования по возможности дистанционного найма на работу с последующим оформлением персонала и наличию бесплатной пробной версии программы выполняются лишь для отдельных мобильных программ.

В связи с указанными недостатками имеющихся на рынке готовых решений систем возникает потребность в разработке мобильной эффективной системы удаленного контроля за персоналом, удовлетворяющей всем сформулированным функциональным требованиям.

Для реализации данного проекта [3] была выбрана связка программных платформ бухгалтерской системы 1С и языка программирования Java используемого для написания мобильного Android приложения в среде разработки Android studio.

В дальнейшей работе планируется реализация и тестирование мобильной системы с помощью выбранного набора технологий. Разрабатываемая система будет удовлетворять всем сформулированным функциональным требованиям и позволит эффективно решать задачу автоматизации работы предприятий с целью поддержки удаленного контроля за персоналом.

Литература

1. 1С: Управление нашей фирмой [Электронный ресурс] // «1С: Управление нашей фирмой» («1С: УНФ») – управляйте бизнесом в одной программе! URL: https://v8.1c.ru/small.biz/ (дата обращения: 30.09.2024).
2. Мобифорс [Электронный ресурс] // Мобифорс: контроль мобильных сотрудников. URL: https://mobiforce.ru/ (дата обращения: 30.09.2024).
3. Рыбалка, В. В. Mobile 1С. Пример быстрой разработки мобильного приложения на платформе 1С: Предприятие 8.3. Версия 1 / В.В. Рыбалка. – Москва:, 2014. – 328 с. – ISBN 978-5-9677-2092-5.
4. B2Field [Электронный ресурс] // Мобильные сотрудники работают лучше с приложением B2Field. URL: https://b2field.ru/ (дата обращения: 30.09.2024).
5. BioTime [Электронный ресурс] // BioTime: цифровой учет и управление рабочим временем персонала. URL: https://www.biotime.ru/ (дата обращения: 30.09.2024).

Л.В. Фомченкова, д.э.н., проф.; А.В. Булышева, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ВЫБОР ТИПА КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Оценка технического состояния и физического износа производственного оборудования является одной из необходимых задач обеспечения эффективной деятельности предприятия, поскольку от этого зависит величина расходов на ремонтно-восстановительные работы, разработка и своевременная реализация проектов по обновлению или замене оборудования. В связи с этим актуальным является выбор такого метода контроля, который позволит оценить влияние множества внутренних и внешних факторов. Особенно важным это является для предприятий с высоким износом оборудования.

При контроле состояния оборудования на промышленных производствах используют ГОСТ 32106-2013 «Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов» [1]. Данный стандарт распространяется и на паровые турбины. В стандарте указываются критерии оценки состояния оборудования, результаты этих оценок и соответствующие действия персонала. Например, если в результате оценки выяснилось, что состояние оборудование «Недопустимо», то персоналу необходимо немедленно остановить агрегат и вывести его из работы. Данный стандарт регламентирует действия персонала по результатам проверки оборудования, дает определенные критерии оценивания, однако выбор методов и инструментов контроля персонал осуществляет самостоятельно, ориентируясь на свой прошлый опыт и навыки.

Анализируя способы контроля оборудования, которые используют в котельных, можно выделить методы неразрушающего и разрушающего контроля. Существует множество различных подтипов неразрушающего и разрушающего контроля. Визуальный и измерительный контроль используются для выявления деформации, трещин, расслоения в оборудовании, расхождения швов. Для данного метода необходимо специализированное оборудование (лупа, штангенциркуль, линейки, рулетки). Тепловой метод контроля основан на применении теплового излучения и условно разделяется на активный и пассивный. Для проведения такого метода используют различные тепловизоры, пирометры и логгеры. Металлографический метод контроля позволяет оценить структуру и химический состав материалов, из которых состоит оборудование. Благодаря данному методу можно выявить дефекты, которые могут привести к утечкам и авариям. При использовании данного метода применяют различное оборудование, например цифровые микроскопы, специализированные станки для разрезания металла и т.п. Несмотря на многообразие методов и инструментов контроля, применение их на практике может привести к игнорированию многих важных факторов, влияющих на принимаемое решение.

Для устранения отмеченных недостатков предлагается осуществлять выбор метода контроля работы парогазовых установок в котельной при помощи нечеткой логики. Нечеткая логика применяется во многих отраслях, где требуется принимать решения, учитывая высокую степень неопределенности, например, в политике, социологии, психологии, а также в строительной сфере, медицине и других областях. В энергетике нечеткая логика может быть использована при управлении различными электрическими устройствами, генераторами и двигателями, при регулировании напряжения; для повышения эффективности управления потоками мощности.

Выбор метода контроля оборудования котельной на основе нечеткой логики предлагается реализовать следующим образом. В ходе анализа работы котельной можно выделить две нечеткие переменные: «Срок эксплуатации» (далее X), «Используемая мощность» (далее У) и «Результат последней проверки» (далее Z). Первая переменная означает срок работы оборудования на производстве от момента его внедрения, вторая переменная – мощность агрегата, третья указывает на состояние оборудование при последнем проведении проверки. В качестве выходного параметра была выбрана нечеткая переменная «Метод контроля» (далее С). В данном примере мы рассмотрим визуально-измерительный контроль и тепловой контроль, которые относятся к неразрушающим методам; а также металлографический, который относится к разрушающим методам контроля.

Для входной переменной X задавались 3 функции принадлежности, а именно «от 0 до 1 года», «от 1 до 5 лет», «от 5 до 10 лет». Для входной переменной У задавались 4 функции принадлежности, а именно (90%-100%), (75%-90%), (50%-75%), (до 50%). Для Z «отличное» - что означает, что до этого оборудование работало без сбоя, не нуждалось в ремонте, «послеремонтное» - говорит о том, что при последней проверке оборудования был произведен ремонт. Выходная переменная С при определенных условиях может принимать три значения, а именно «визуальный и измерительный контроль», «тепловой контроль» и «металлографический контроль». Определение нечетких переменных представлено в таблице 1, а дискретных значений входных переменных X и У – в таблице 2, X и Z – в таблице 3, Z и У – в таблице 4[2].

Данная модель была основана на алгоритме нечеткого вывода Mamdani. Были внедрены такие параметры как логическая операция И (and) и агрегация (по максимуму, max). Зависимость входов от выходов была задана при помощи операции И (and).

Как видно из таблиц 2, 3 и 4 при сравнении трех переменных есть рассогласование. Рассмотрим случай, когда срок эксплуатации составляет от 1 до 5 лет, состояние послеремонтное, а используемая мощность от 90% до 100%. При X2 и У1 решением является С1, при X2 и Z2 решением является С3, при У1 и Z2 – С2. В таком случае, следует выбирать самый «эффективный» и точный метод контроля. Соответственно, следует ввести «вес» переменной С. Пусть С1 = 0, С2 = 0,5, С3 = 1. И при ситуации, описанной выше, следует выбирать тот

метод, «вес» которого больше. В данном случае это С3. Следовательно при Х2 и У1 и Z2 выводом должно быть решение С3(1).

Таблица 1 – Определение нечетких переменных

Переменная	Функция принадлежности	Обозначение
Х	От 0 до 1 года	Х1
	От 1 до 5 лет	Х2
	От 5 до 10 лет	Х3
У	90%-100%	У1
	75%-90%	У2
	50%-75%	У3
	До 50%	У4
Z	«отличное»	Z1
	«послеремонтное»	Z2
С	Визуальный и измерительный контроль	С1
	Тепловой (активный и пассивный) контроль	С2
	Металлографический контроль	С3

Таблица 2 – Дискретные значения входных переменных Х и У

У Х	У1	У2	У3	У4
Х1	С1	С2	С2	С3
Х2	С1	С2	С2	С3
Х3	С2	С2	С3	С3

Таблица 3 - Дискретные значения входных переменных Х и Z

Z Х	Z1	Z2
Х1	С1	С2
Х2	С1	С3
Х3	С2	С3

Таблица 4 - Дискретные значения входных переменных У и Z

Z У	Z1	Z2
У1	С1	С2
У2	С2	С2
У3	С2	С3
У4	С3	С3

На основании результатов расчета дискретных значений, была построена когнитивная карта [3], концептами которой являются входные и выходные переменные. На рисунке 1 представлена базовая когнитивная модель выбора типа контроля оборудования котельной на основе метода нечеткой логики. Когнитивная карта представляет собой граф, вершинами которого являются концепты. В рассматриваемом случае концептами являются заданные условия – Х1, Х2, Х3, У1, У2, У3, У4, Z1, Z2, С1, С2, С3. Все связи и зависимости на модели установлены на основании анализа работы котельной.

Как видно из представленной карты, все входящие переменные, которые также являются концептами имеют влияние на С1, С2 и С3, когда эти же концепты не являются влияющими ни на что. При этом концепты, которые являются входящими условиями могут влиять друг на друга.

Рисунок 7 - Базовая когнитивная модель

На основе проведенного анализа влияния различных входных данных на выбор метода контроля оборудования была построена когнитивная модель, которая представлена на рисунке 2.

Рисунок 8 - Когнитивная модель

Отношения причинности между концептами в основном имеют нулевой эффект, это обосновывается тем, что выбор «входные» условия на данной модели не влияют на выход положительно или отрицательно, а просто указывают на свою причастность к выбору метода контроля. При этом концепты также могут влиять положительно или отрицательно. Например, маленький срок эксплуатации оборудования (в данном случае имеется в виду срок от внедрения на производство) «положительно» сказывается на том, чтобы использовать оборудование на большую мощность. Но это является экспертным мнением и зависимости от выбора эксперта организации влияние может меняться.

Вышеописанная модель является примером внедрения метода нечеткой логики и когнитивных карт в организации, занимающиеся выпуском пара и горячей воды.

Предложенная модель выбора метода контроля оборудования, основанная на нечеткой логике, дает возможность определить метод контроля при различных входных переменных, что позволяет упростить этот процесс, а также сократить время на принятие правильного решения. Одним из важных аспектов является то, что переменных может быть намного больше, чем представлено в данном примере. Входные переменные определяются экспертом, который основывается на своем опыте работы. Данная модель может найти свое практическое применение не только в котельных, но и в других энергетических компаниях, так как в модели можно учитывать специфику любого оборудования, изменяя входные и выходные переменные в зависимости от предметной области.

Литература:

1 ГОСТ Р 32106- 2013. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов. Введ. 2014-11-01. М. : Изд-во стандартинформ, 2014. 7 с.

2 Петров И.А. Аналитические инструменты обеспечения Конкурентоспособности производственно-хозяйственной организации: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук. М., 2002. 26 с.

3 Фомченкова Л.В., Фомченков В.П., Рындина А.С. Анализ факторов развития организаций в условиях цифровизации экономики региона (на примере Смоленской области) // Управленческий учет. 2019. №2. С. 50-60.

Л.В. Фомченкова, д.э.н., проф.; К.В. Хлусович, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ

Топливные брикеты из отходов деревопереработки являются одним из наиболее экологически чистых и экономически выгодных видов топлива. Благодаря своей высокой энергетической плотности, простоте хранения и транспортировки, а также использования в качестве сырья отходов производства, они приобрели значительную популярность в России и за рубежом (рисунок 1). Рост количества произведенных топливных брикетов за последние пять лет в передовых странах мира свидетельствует о растущей популярности этого вида топлива, как у населения, так и на предприятиях в качестве альтернативы общеизвестным не возобновляемым источникам [1].

Немаловажным фактором успешной работы производителей топливных брикетов на внутреннем и внешнем рынках является соответствие продукции ряду стандартов, таких как ГОСТ Р 54220-2010, ГОСТ Р 55115-2012, ГОСТ 33103.3-2017. Поэтому любое изменение качества сырья приводит к необходимости постоянного мониторинга и корректировки производственных параметров. Помимо этого для организаций, производящих топливные брикеты из отходов деревообработки, себестоимость продукции является важным фактором обеспечения конкурентоспособности продукции. Важно учитывать и то, что большинство предприятий данной отрасли работают с ограниченным бюджетом, что требует поиска недорогих решений для обеспечения качества

продукции без значительных капитальных вложений, что требует регулярных проверок и документирования характеристик продукции [2]. В связи с этим актуальным является выбор эффективных инструментов контроля качества для обеспечения стабильного уровня технических показателей качества продукции и соответствия установленным стандартам.

Рисунок 1 – Данные о произведенных топливных брикетах за последние 5 лет

Примером успешного внедрения подобных инструментов может служить опыт таких российских предприятий как ООО «Грин Энержи» (г. Пестово, Новгородская область) и ООО «БиоТех» (г. Санкт-Петербург). Здесь используются контрольные карты Шухарта для мониторинга ключевых параметров качества брикетов (влажность и плотность). Они позволяют оперативно выявлять отклонения в производственном процессе и принимать своевременные меры по их устранению. Также широко применяются простые механические тесты и недорогие приборы для измерения теплотворной способности и механической прочности брикетов.

Процесс производства топливных брикетов имеет свою специфику и отличительные особенности. Ключевыми этапами являются сбор и подготовка сырья, сушка, прессование, охлаждение и стабилизация, упаковка и хранение брикетов. Сырье обязательно должно быть очищено от примесей различного рода (камни, песок и т.д.), для увеличения плотности конечного продукта необходимо добавление связующих веществ (целлюлозы, полисахариды и воды). Процент содержания золы не должен превышать 4,5-5 кВт/кг. После прохождения этапа сушки, уровень влажности брикета должен быть не выше 10-15%.

С учетом специфически особенностей производственного процесса и необходимости соблюдения вышеперечисленных параметров готовой продукции был разработан алгоритм выбора инструментов контроля качества на производстве топливных брикетов, позволяющий даже предприятиям с

ограниченными финансовыми ресурсами обеспечить эффективную реализацию данного процесса. Он включает детальный анализ доступных инструментов контроля качества, оценку их стоимости, точности, надежности и простоты использования. Сравнение инструменты по разным критериям повышает обоснованность данного выбора [3].

Предлагаемый процесс выбора инструментария контроля качества продукции включает следующие этапы:

1) Определение требований к ключевым параметрам качества (влажность, плотность, теплотворная способность, зольность) и частоте измерений.

2) Исследование доступных инструментов контроля качества, включая

- составление списка недорогих и эффективных инструментов (контрольные карты, визуальный осмотр, простые механические тесты и пр.);
- определение критериев оценки инструментов.

3) Оценка стоимости и эффективности инструментов, в т.ч.

- оценка затрат на использование каждого инструмента и эффективности их применения;
- определение минимально допустимого уровня эффективности инструмента.

4) Принятие решение и выбор инструмента:

- сравнение затрат с ожидаемыми выгодами от улучшения качества;
- документирование выбранного инструмента (описание инструмента, параметры применения, оценка затрат, эффективность).
- план внедрения (этапы, ответственные лица, сроки реализации).

5) Практическое применение выбранного инструмента и постоянный мониторинг его эффективности, сбор данных и отзывов, а также корректировка его использования.

Для обоснования решения на каждом этапе предлагается использовать аппарат теории вероятностей, статистический анализ и методы оптимизации.

Определение требований к качеству и параметров контроля (выбор ключевых параметров качества и установление допустимых границ значений) базируется на статистическом анализе ретроспективных данных и требованиях к продукции. Пусть X_i обозначает *i-й* параметр, и μ_i и σ_i - среднее значение и стандартное отклонение этого параметра соответственно.

На следующем этапе эффективность инструмента: определяется через снижение дисперсии контролируемых параметров σ_i^2. Пусть инструмент *j* снижает дисперсию параметра X_i до σ_{ij}^2. Тогда эффективность инструмента можно выразить следующим образом (1):

$$E_{ij}=\frac{\sigma_i^2-\sigma_{ij}^2}{\sigma_i^2}, \qquad (1)$$

где E_{ij} - эффективность инструмента *j* для параметра X_i

Рисунок 2 – Алгоритм выбора инструментов контроля качества на производстве топливных брикетов

Суммарная стоимость инструмента включает затраты на внедрение $C_{ij}^{\text{внедрения}}$, эксплуатационные затраты $C_{ij}^{\text{эксплуатация}}$, и затраты на обучение персонала $C_{ij}^{\text{обучение}}$ и рассчитывается по формуле (2).

$$C_{ij} = C_{ij}^{\text{внедрения}} + C_{ij}^{\text{эксплуатация}} + C_{ij}^{\text{обучение}} \quad (2)$$

При выборе инструмента необходимо учитывать каждый параметр X_i, эффективность и стоимость инструмента. Целевая функция принимает следующий вид:

$min_j(C_{ij} + \Delta C_{ij})$ при условии $E_{ij} \geq E_{min}$

где E_{min} - минимально допустимый уровень эффективности.

Разработанный алгоритм представлен на рисунке 2.

Внедрение эффективных и экономически оправданных методик контроля качества на производстве топливных брикетов из отходов деревопереработки является ключевым фактором для обеспечения стабильного качества продукции и оптимизации производственных затрат. Разработанный алгоритм выбора методов контроля качества, базирующийся на комплексном подходе, статистическом анализе параметров, экономической оценке затрат и выгод, а также учете специфики производственного процесса, позволяет предприятиям принимать обоснованные решения о внедрении инструментов контроля. Разработанный алгоритм особенно актуален для предприятий с ограниченными финансовыми ресурсами, так как позволяет обеспечить эффективность затрат при поведении контроля.

Литература

1. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Бессонова Ю.А., Басков В.А. Анализ факторов, влияющих на качество топливных брикетов [Электронный ресурс] // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2022. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-faktorov-vliyayuschih-na-kachestvo-toplivnyh-briketov.
2. Герасимов Б. И. Управление качеством: учеб. пособие / Б. И. Герасимов, Н. В. Злобина, С. П. Спиридонов. М.: Кнорус, 2018. 272 с.
3. Рассказова А.В., Александрова Т.Н. Технологические и экологические аспекты производства древесных брикетов [Электронный ресурс] // ГИАБ. 2018. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-proizvodstva-ugolnyh-briketov.
4. Сергиенко А.В., Яцун И.В. Необходимость рационального использования отходов деревообработки [Электронный ресурс] // Наука и образование сегодня. 2017. №1. С.12-24. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/neobhodimost-ratsionalnogo-ispolzovaniya-othodov-derevoobrabotki.

Т.В. Широких, к. т. н., доцент
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОТОВОГО ПОЛИКАРБОНАТА

Сотовый поликарбонат - практичный и надёжный материал, который широко применяется в строительстве и дизайне. Уникальные эксплуатационные свойства и характеристики сотового поликарбоната делают его выбор идеальным для создания прочных и лёгких конструкций. Рёбра жёсткости,

расположенные внутри материала, могут образовывать различные фигуры: квадраты, треугольники, ромбы, крестовые структуры [1]. В разрезе они напоминают ячейки или пчелиные соты, именно поэтому структурированный поликарбонат чаще называют сотовым или ячеистым (рис. 1).

Рис. 1. Сотовый поликарбонат

Сотовый поликарбонат имеет малый удельный вес (от 1,5 до 3,5 кг/м^2). Это в 10 раз меньше, чем стекло. Вес сотового поликарбоната в 16 раз меньше веса обычного стекла аналогичной толщины. Свойство ударопрочности в сочетании с малым весом делает поликарбонатные панели идеальным безопасным конструкционным материалом. Звукоизолирующие свойства сотового поликарбоната позволяют использовать его для противошумных барьеров на дорогах, мостах, в аэропортах, в цехах [1]. Широкая цветовая гамма сотового поликарбоната обеспечивает эстетический внешний вид любым конструкциям.

Однако в рекламных материалах производителей и продавцов сотового поликарбоната и в доступной технической литературе приводятся противоречивые данные о его акустических характеристиках.

Поэтому на кафедре физики были проведены исследования и расчет шумоизоляционных свойств поликарбоната.

Оценка изоляции воздушного шума листового поликарбоната различной толщины проводилась на лабораторной установке, представляющей собой акустическую камеру, стенки которой покрыты шумоизоляционным резиновым материалом (рис. 2). В качестве измерителя уровня шума использовался цифровой прибор *AR*854.

Рис. 2. Схема установки:

1 – исследуемый поликарбонат; *М* – расположение микрофона (измерителя уровня шума); I – помещение (камера) с высоким уровнем звука; II – изолированное помещение (камера); *и.ш.* – источник шума

С помощью шумомера производится измерение уровней звукового давления L_1 в отсутствии звукоизолирующего материала и L2 при его наличии в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 100, 125, 160, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150 Гц.

Рассчитывают звукоизолирующую способность ограждения R_n. по формуле [2]:

$$R_n = L_1 - L_2 + 10lg\frac{S}{A_2}, \quad (1)$$

где R_n – изоляция воздушного шума ограждения,

L_1 и L_2 – средние уровни звукового давления в помещениях (камерах) высокого и низкого уровней, соответственно, дБ;

S – площадь поверхности испытываемой конструкции, м^2;

A_2 – эквивалентная площадь звукопоглощения изолируемого помещения, м^2:

$$A_2 = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i S_i + \sum_{k=1}^{m} A_k \quad (2)$$

где α_i – коэффициент звукопоглощения *i*-й поверхности помещения;

S_i – площадь *i*-й поверхности изолированного помещения, м^2;

A_k – эквивалентная площадь звукопоглощения отдельного *k*-го предмета помещения, м^2.

Результаты исследования представлены на рис. 3.

Полученные экспериментальные данные позволили по стандартной методике для материалов с известной частотной характеристикой [2,3] рассчитать индекс изоляции воздушного шума листового поликарбоната различной толщины. Результаты расчетов приведены в табл.

Таблица 1 – Индекс изоляции воздушного шума

Толщита поликарбоната *d*, мм	4	8	16
Индекс изоляции воздушного шума, R_w, дБ	7	9	12

Рис. 3 Звукоизоляция листов поликарбоната

Анализ результатов исследований показал, что сотовый поликарбонат может использоваться при проектировании конструкций звукоизолирующих экранов, кожухов и в других конструкциях. Шумоизоляционные свойства в большей степени проявляются на больших частотах. Однако шумоизоляция может значительно увеличена при использовании двух и более листов поликарбоната с воздушными промежутками между ними.

Литература

1. Сотовый поликарбонат. URL.: http://ru.wikipedia.org/wiki/Сотовый_поликарбонат (дата обращения: 21.09.2024).

2. СП 23-103-2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций, Госстрой России, - Москва, 2004, 35 с

3. СП 51.13330.2011 Защита от шума, ФАУ «ФЦС», Москва,- 2011, 47 с.

СЕКЦИЯ 5
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И ОПТОТЕХНИКА

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; Е.С. Картавый, магистрант
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СТЕНД ПРОВЕРКИ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Современные беспилотные воздушные судна имеют целый ряд различных систем навигации и воздушного ориентирования, применяемых для выполнения полетных заданий. Одной из важных составляющих воздушного ориентирования является система воздушных сигналов, предназначенная для связи с устройствами наземного базирования (например, рабочее место оператора, развернутое на ПЭВМ). Под системой воздушных сигналов принято понимать такой программно-аппаратный комплекс, среди функциональных возможностей которого – измерение высотно-скоростных параметров. Данные параметры полётного задания имеют практическое применение не только для пользователя рабочего места оператора, но и для системы автоматизации бортовой электроники для корректировки выполнения полетного задания.

Системы воздушных сигналов постоянно модернизируются для улучшения технических характеристик выполнения полетного задания. При этом подтверждение работоспособности системы [1], как правило, происходит при выполнении полетного задания, что является одной из актуальных проблем современной авиации. Проблема заключается в том, что при тестировании неисправного модуля системы воздушных сигналов (например, при наличии логических ошибок в программной части или некачественных компонентов в аппаратной) существует риск потери беспилотного воздушного судна.

Иными словами, одним из актуальных направлений деятельности экономических субъектов промышленной направленности, производящих беспилотные воздушные суда и осуществляющих модернизацию составляющих их систем и модулей, является снижение риска потери судна при отладке и тестировании систем воздушных сигналов. В настоящей работе предложен стенд проверки системы воздушных сигналов, использование которого направлено на решение обозначенной проблемы, в чем и заключается цель статьи.

Основу работы предлагаемого стенда проверки системы воздушных сигналов составляет вакуумная система (рисунок 1), позволяющая имитировать воздушную обстановку. Так, например, при откачивании воздуха в емкости вакуумной системы формируется требуемое давление для проверки, равное давлению при выполнении полетного задания на определенной высоте. В таком случае контрольно-измерительной аппаратурой беспилотного воздушного судна [2], погруженного в емкость, будут выполняться измерения высотно-скоростных параметров на основе показаний датчика давления в самом воздушном судне.

Рисунок 1 – Макет стенда проверки системы воздушных сигналов

Структурная схема электронного модуля стенда проверки системы воздушных сигналов приведена на рисунке 2. Основу электронного блока стенда составляет микроконтроллер [3], необходимый для автоматизации контрольно-измерительных процессов, происходящих в емкости вакуумной системы. Также можно выделить другие структурные элементы:

1) манометр, необходимый для выполнения эталонных измерений давления в вакуумной системе. Манометр представляет собой цифровое устройство, которым выполняется измерение давления и передача результатов измерений по интерфейсу *RS*232. Поэтому в лабораторном стенде необходимо использование соответствующего преобразователя интерфейсов *UART-RS232* (*UART* – наиболее распространённый последовательный интерфейс в микропроцессорных системах, RS232 – интерфейс для передачи данных в последовательном коде на небольшие расстояния);

2) вакуумный насос, необходимый для имитации воздушной обстановки с контролируемыми параметрами давления. Насос работает по принципу «включен/выключен», то есть откачивает воздух при подаче на него питающего напряжения. Для коммутации данного вида электрической нагрузки необходимо использование электромагнитного реле;

3) для возможности защитного отключения вакуумной системы (стравливание воздуха) предлагается использование двух соленоидных клапанов под управлением коммутирующего устройства;

4) преобразователи интерфейсов *SPI-CAN* и *USB-UART* для связи с системой воздушных сигналов и персональным компьютером (ПК) соответственно;

5) управляемый источник питания для включения системы воздушных сигналов (СВС).

Рисунок 2 – Структурная схема стенда проверки системы воздушных сигналов

Таким образом, одной из актуальных проблем проверки систем воздушных сигналов в беспилотных летательных аппаратах является её выполнение в воздушном пространстве, так как существует риск потери воздушного судна при возникновении неисправности. Для решения данной проблемы предложен стенд проверки системы воздушных сигналов беспилотного воздушного судна, имитирующий реальную воздушную обстановку.

Литература

1. Куксенова, Л. И. Износостойкость конструкционных материалов: учебное пособие / Л. И. Куксенова, С. А. Герасимов, В. Г. Лаптева. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2011. – 237 с.
2. Родичев, А. Ю. Проектирование мехатронных и робототехнических систем: учебное пособие / А. Ю. Родичев, Р. Н. Поляков, А. В. Горин. – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2023. – 271 с.
3. Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем: учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 131 с.

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; Ю.С. Петрова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ КОНТРОЛЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Одним из электронных приборов в системах домашней автоматизации является устройство контроля нагрузки переменного тока [1], предназначенного для решения ряда задач (программируемое отключение нагрузок переменного тока, дистанционное управление включением/выключением электрических бытовых приборов). Структурная схема устройства коммутации нагрузки

переменного тока с беспроводным интерфейсом показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Структурная схема устройства коммутации нагрузки переменного тока с беспроводным интерфейсом

Устройством производится включение/выключение бытового прибора (предлагается использование электромагнитного реле), а также контроль электрических параметров потребления (модули измерения амплитудных значений напряжения и тока на нагрузке). Оцифровка, обработка и отправка результатов измерений реализованы микроконтроллером, который взаимодействует с внешними устройствами мониторинга и контроля по беспроводному интерфейсу *Bluetooth* [3].

В качестве устройства управления может быть использован смартфон в силу его мобильности. Однако для взаимодействия смартфона с устройством контроля нагрузки переменного тока требуется специализированное приложение. То есть, разработка мобильного приложения, отвечающего основным функциональным возможностям (включение/выключение нагрузки переменного тока, а также индикация действующих значений напряжения, тока и мощности на нагрузке) является актуальной задачей.

Мобильное приложение разработано в программе *Android Studio*, в качестве основного языка программирования использовался *Kotlin*. Результат разработки графического интерфейса (рисунок 2) представлен текстовыми метками (результаты измерений) и кнопками с изображением ламп накаливания (отправка команды включения/выключения нагрузки). Изображение лампы накаливания представляет собой интуитивно понятную нагрузку переменного тока, поэтому выбрано в качестве кнопки.

Верхнее пространство используется для вывода основной информации о подключении к устройству (отсутствие подключения или имя устройства). В нижнем пространстве имеется кнопка «отключение», которая активируется только при наличии соединения между устройством и смартфоном.

Рисунок 2 – Интерфейс главного окна мобильного приложения

Программное обеспечение реализует работу мобильного приложения согласно алгоритму (рисунок 3). Основное время в приложении будут активны два потока: поток чтения данных для получения результатов измерения от устройства контроля нагрузки переменного тока, а также поток графического интерфейса, в котором реализуются функции передачи управляющих команд при пользовательском нажатии на кнопку и вывода данных на виджеты индикации основных параметров питания.

Рисунок 3 – Алгоритм работы мобильного приложения

Таким образом, результатом исследования является мобильное приложение для смартфона, которое предназначено для предоставления визуального интерфейса взаимодействия с пользователем и информационного обмена с устройством контроля нагрузки переменного тока.

Литература

1. Петрова Ю.С. Устройство коммутации нагрузки переменного тока с беспроводным интерфейсом / Ю.С. Петрова // Сборник XIII МНТК «Энергетика, информатика, инновации – 2023» – Смоленск Изд. «Универсум», филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске, т.2. – 2023 – с. 6-8.
2. Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.
3. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Беспроводные сети. 5-е изд. – М.: Техносфера, 2016. – 323 с: ил.

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; Ю.С. Петрова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Одной из актуальных задач в системах домашней автоматизации является управление питанием нагрузки переменного тока, в качестве которой может выступать любое электрическое бытовое устройство. При этом для многих пользователей важной функцией является контроль электрических параметров (напряжение, ток, мощность) питания для подтверждения соответствия их нормативным характеристикам. Устройство контроля и управления при этом позволяет выполнять защитное отключение бытового прибора при выходе электрических параметров питания за допустимые диапазоны или же при возникновении сильных помех в цепи электропитания.

Рисунок 1 – Структурная схема устройства контроля нагрузки переменного тока

Решение задач управления питанием бытовых приборов в системах домашней автоматизации возлагается на устройства контроля нагрузки

переменного тока, которые можно представить в виде следующей структурной схемы (рисунок 1). Сигналы управления передаются от смартфона с установленным специализированным программным обеспечением по беспроводному интерфейсу *Bluetooth*.

Цель статьи заключается в исследовании экспериментального образца устройства контроля нагрузки переменного тока для подтверждения его работоспособности и целесообразности выбора технических решений.

Для достижения цели был реализован экспериментальный образец устройства контроля нагрузки переменного тока с (рисунок 2) на основе отладочной платы с микроконтроллером семейства *AVR* [2]. Для преобразования переменного напряжения и тока на нагрузке в напряжение в диапазоне от 0 до +5 *В* (напряжение шкалы полного преобразования АЦП в составе микроконтроллера) использовались модули *ZMPT*101*B* и *ASC*712 соответственно. В качестве нагрузки использовались лампы накаливания с известными электрическими параметрами (мощность потребления каждой составляет порядка 40 *Вт*).

Рисунок 2 – Внешний вид экспериментального образца устройства контроля нагрузки переменного тока

Мобильное приложение разработано в среде *Android Studio*, в качестве основного языка программирования использовался *Kotlin*. Графический интерфейс мобильного приложения и результаты тестирования показаны на рисунке 3. Экспериментальному образцу устройства с именем «HC-06» были отправлены команды включения нагрузок, при этом в мобильном приложении с периодичностью в 1 *с* обновлялись результаты измерений электрических параметров.

Результаты тестирования доказывают работоспособность экспериментального образца устройства контроля нагрузки переменного тока и адекватность полученных результатов (измеренная мощность нагрузки порядка 40 *Вт*, что соответствует выбранному типу бытового прибора).

Рисунок 3 – Внешний вид графического интерфейса приложения

Результаты тестирования экспериментального образца устройства контроля нагрузки переменного тока доказывают полную работоспособность используемых технических решений: выполнено относительно точное измерение электрических параметров (абсолютная погрешность измерений не превышает 0,6 *Вт*).

Литература

1 Петрова Ю.С. Устройство коммутации нагрузки переменного тока с беспроводным интерфейсом / Ю.С. Петрова // Сборник XIII МНТК «Энергетика, информатика, инновации – 2023» – Смоленск Изд. «Универсум», филиал НИУ МЭИ в г. Смоленске, т.2. – 2023 – с. 6-8.

2 Мартин Т. Микроконтроллеры Atmega. Семейство микроконтроллеров AVR. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; Ю.С. Петрова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СВЕТОДИОДНАЯ ПОДСВЕТКА ДЛЯ САМОКАТОВ И СКЕЙТБОРДОВ

В последние годы все больше возрастает популярность таких экологичных и удобных средств передвижения на короткие расстояния, как самокаты и скейтборды. Востребованность при этом наблюдается и в аксессуарах, повышающих безопасность передвижений и функциональность. Одним из таких устройств является светодиодная подсветка для самокатов и скейтбордов (рисунок 1).

а б

Рисунок 1 – Светодиодная подсветка самоката (а) и скейтборда (б)

Основное назначение светодиодной подсветки заключается в улучшении видимости водителя самоката и скейтборда в условиях недостаточной освещенности, в результате чего повышается безопасность передвижения как самого водителя, так и прочих участников движения. Безопасность дорожного движения достигается за счёт привлечения внимания водителей и пешеходов мигающими светодиодами, яркость которых не нарушает требования регламента по приборам внешнего освещения и специальным световым сигналам транспортных средств (данную подсветку нельзя перепутать с другими огнями транспортного средства).

Тем не менее, существующие технические решения для светодиодной подсветки являются ограниченными в плане функциональных возможностей. Во многом это связано с тем, что в устройствах используются преимущественно «классические» светодиодные ленты [1], в которых отсутствует возможность регулировки яркости и цвета каждого конкретного светодиода. Возможность персонализации самокатов и скейтбордов, которая достигается использованием различных схем подсветки и визуальных эффектов, является актуальным направлением современной электроники в силу востребованности среди молодого поколения.

Кроме того, устройства светодиодной подсветки редко оснащаются беспроводным интерфейсом [2], в результате чего водители при завершении движения лишаются возможности переключения режима работы контроллера подсветки, например, с использованием пульта дистанционного управления или смартфона с установленным специализированным программным обеспечением.

Многие существующие технические решения не могут обеспечить данные функции, откуда вытекает актуальность настоящего исследования: светодиодная подсветка для самокатов и скейтбордов, которая помимо выполнения непосредственных функций (улучшение видимости и безопасности передвижения) решает проблемы персонализации режимов подсветки и управления по беспроводному интерфейсу.

Основные функциональные требования к светодиодной подсветке самокатов и скейтбордов, востребованные в настоящее время:

1) реализация различных визуальных эффектов с возможностью индивидуальной конфигурации каждого отдельного взятого светодиода ленты (например, цвет и яркость). Для достижения данного требования необходимо использовать адресные светодиодные ленты, представляющие собой последовательность светодиодных модулей на единой подложке. Каждый из модулей при этом состоит из *RGB*-модуля и управляющей микросхемы. Управление всеми светодиодами реализуется с применением ШИМ-сигналов по принципу водопадного распространения информации (то есть данные транслируются каждым из модулей при достижении информационной полноты принятых данных);

2) возможность измерения скорости транспортного средства для реализации одного из режимов светодиодной подсветки. Модуль измерения скорости необходимо для определения частоты обновления информации в адресных светодиодных лентах. Большей скорости передвижения будут соответствовать более частые переключения визуальных эффектов светодиодов. Наиболее надёжным методом измерений является использование тахометра. В самокатах и скейтбордах тахометр может быть реализован с использованием датчика магнитного поля (датчик Холла). При этом на колесе должен быть закреплен элемент с постоянным магнитным полем. С каждым оборотом колеса будет происходить изменение выходного сигнала датчика Холла, по которому микропроцессорное устройство определяет факт полного оборота. Далее, зная количество оборотов колеса за определенный временной промежуток, можно определить значение скорости, следовательно, и частоту обновления информации в адресных светодиодных лентах. Кроме того, тахометр может использоваться для предоставления информации о средней скорости транспортного средства и преодоленном расстоянии;

3) возможность информационного обмена со смартфоном по беспроводному интерфейсу микропроцессорных взаимодействий (например, *Wi-Fi*). Для достижения данного функционального требования предлагается использование микропроцессорного устройства из семейства *ESP*32 [3], в составе которого имеется модуль беспроводного интерфейса *Wi-Fi*. Кроме того, модули *ESP*32 обладают сравнительно высокой производительностью, достаточной для формирования ШИМ-сигналов управления адресными светодиодными лентами, выполнения косвенных измерений скорости передвижения и расстояния с использованием тахометра и также информационного обмена со смартфоном. Связь устройства светодиодной подсветки и смартфона, на котором установлено соответствующее специализированное программное обеспечение, обеспечивает возможность индикации скорости средства передвижения, преодолённого пользователем расстояния и заряда аккумулятора, а также переключение режимов подсветки.

В соответствии с функциональными требованиями было разработано устройство светодиодной подсветки, показанное в виде структурной схемы устройства (рисунок 2).

Рисунок 2 – Структурная схема светодиодной подсветки для самоката и скейтборда

В качестве источника питания предполагается использование автономного источника питания (например, *Li-Ion* аккумулятора). Подключение тахометра, микроконтроллера и адресной светодиодной ленты к источнику питания производится путем нажатия на соответствующую кнопку «включения/выключения» устройства. Для возможности восполнения заряда аккумулятора в устройстве предлагается использование контроллера заряда и защиты аккумулятора, который обеспечивает наиболее безопасный для автономного источника питания метод заряда.

Основное назначение светодиодной подсветки для самокатов и скейтбордов заключается в улучшении видимости и безопасности передвижения водителя. Также возможно решение проблем персонализации режимов подсветки и управления по беспроводному интерфейсу.

Литература

1. Сергеев П. Как выбрать светодиодные ленты для создания декоративной подсветки интерьера / П. Сергеев // Полупроводниковая светотехника. – 2017. – №45. – с. 76-80.

2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Беспроводные сети. 5-е изд. – М.: Техносфера, 2016. – 323 с: ил.

3. Кэмерон, Н. Электронные проекты на основе ESP8266 и ESP32. Создание приложений и устройств с поддержкой Wi-Fi / Н. Кэмерон ; перевод с английского Ю. В. Ревича. – Москва: ДМК Пресс, 2022. – 454 с.

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; М.В. Терешков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

КОНЦЕПЦИЯ УСТРОЙСТВА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ИЗЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА НАКАЧКИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

Любой нормально функционирующий экономический субъект промышленной направленности в процессе своей организационно-хозяйственной деятельности стремится к повышению эффективности производства. Закономерным итогом является увеличение прибыльности и рентабельности организации. Одним из стремительно развивающихся направлений высокоточной обработки материалов и производства деталей является технология лазерных излучателей. Одной из наиболее перспективных систем генерации когерентного оптического излучения являются лазерные излучатели с волоконными решетками Брегга (рис. 1).

Рисунок 1 – Устройство лазерного излучателя

Основными элементами лазерного излучателя являются [1]:

1. Полупроводниковые диоды накачки (заполнение активного волокна светом определенной длины волны, необходимой для запуска лазерной генерации).

2. Выходной объединитель (объединение излучения от множества диодов).

3. Активное волокно (усилительная среда лазера, в которой под действием накачки диодов обеспечивается генерация когерентного лазерного излучения).

4. Две волоконные решетки Брегга (*FBG*), представляющие собой специальные периодические структуры, формирующие оптический резонатор лазера и стабилизирующие длину волны генерации.

По сравнению с другими типами лазерных излучателей рассмотренная система имеет ряд преимуществ, таких как: высокая энергоэффективность (достигаемая за счет использования полупроводниковых диодов накачки), невысокие массогабаритные показатели, надёжность (использование твердотельных элементов), генерация излучения со стабильной и узкой шириной спектра благодаря *FBG*-отражателям, а также возможность интеграции в автоматизированные технологические линии производства за счет относительно простого управления с помощью электронных схем.

Одним из существенных недостатков лазерных излучателей на основе излучающих диодов накачки является сильная зависимость от температуры физических свойств (длина волны, мощность излучения, поляризация). На данный момент существующие технические решения для стабилизации температуры излучающих диодов (воздушное или водяное охлаждение) не могут обеспечить требуемую термостабилизацию. Цель настоящего исследования заключается в разработке концепции устройства термостабилизации излучающего диода накачки.

Основные функциональные требования к предлагаемому устройству, следующие [2]:

1. Измерение и контроль температуры излучающего диода накачки лазерного излучателя в диапазоне от 10 до 40 °*C* в соответствии с уставочным значением.

2. Возможность изменения установочного значения температуры и индикации её оператору.

3. Формирование сигнала «Авария» для возможности аварийного отключения системы лазерного излучателя.

4. Возможность удаленного мониторинга и контроля с использованием беспроводного интерфейса микропроцессорных взаимодействий.

Обозначенным функциональным требованиям отвечает предлагаемое устройство на основе микроконтроллера (МК) [3], представленное структурной схемой (рис. 2).

Для измерения температуры излучающего диода лазерного излучателя необходимо использование датчика температуры (термопара или цифровой модуль, например, *DS*18*B*20). При выборе датчика может использоваться любое измерительное устройство, способное обеспечить относительно высокую точность и стабильность измерений (погрешность не более ±0,25 °*C*). Для контроля температуры предлагается использование элемента Пельтье, который может использоваться как в режиме охладителя, так и в режиме нагревателя. Для регулирования величины тока через элемент Пельтье и его направления необходимо использование драйвера, поскольку прямое подключение к микроконтроллеру не может обеспечить требуемой нагрузочной способности.

Изменение установочной температуры должно быть обеспечено в режиме ручного управления и в полуавтоматизированном. Для ручного управления предлагается использование таких интерфейсов взаимодействия с оператором, как поворотный энкодер – элемент управления, и текстовый жидкокристаллический индикатор (ТЖКИ) – элемент индикации. Полуавтоматизированный режим управления предполагает получение управляющих команд (изменение установочного значения температуры, включение/выключение устройства) по некоторому интерфейсу микропроцессорных взаимодействий, например, беспроводному – *Wi-Fi*, поскольку его использование предполагает возможность включения в единую информационную сеть нескольких однотипных устройств.

Рисунок 2 – Структурная схема устройства термостабилизации излучающего диода накачки лазерного излучателя

Для формирования сигнала «Авария» предлагается использование электромагнитного (ЭМ) реле, поскольку в качестве сигналов на промышленных предприятиях могут быть использованы процессы включения нагрузок постоянного или переменного тока. То есть, ЭМ-реле может обеспечить любой тип сигнала (переменный или постоянный ток) аварийного отключения релейного типа.

Таким образом, предложена концепция устройства термостабилизации излучающего диода накачки лазерного излучателя, представленная структурной схемой.

Литература

1. Покровская, М. В. Материалы и элементы конструкций РЭС.: учебное пособие / М. В. Покровская. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021 – Часть 2: Технология деталей – 2021. – 332 с.

2. Безъязычный, В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебник / В. Ф. Безъязычный. – 3-е изд., исправл. – Москва: Машиностроение, 2020. – 568 с.

3. Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем: учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 131 с.

М.А. Амелина, к.т.н., доц.; М.Н. Фирсов, магистрант
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

КОНЦЕПЦИЯ ГИРОСТАБИЛИЗРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Оптические датчики представляют собой отдельный класс электронных технических устройств, принцип работы которых основан на применении потока электромагнитных волн и различных разновидностей его модуляции для решения различных задач контроля и управления. Сфера применения оптических датчиков является весьма разнообразной:

1) системы домашней автоматизации, например, в составе комплекса контроля комбинированной освещенности (для достижения энергосберегающих функций),

2) системы промышленной автоматизации, например, для контроля частоты и скорости вращения подвижных узлов в электромеханических преобразователях электрической энергии в механическую (станки с линейным перемещением подвижной части, двигатели с выходным вращающимся валом и т.п.),

3) устройства контроля выполнения полетного задания в комплексах и системах автоматизации беспилотных летательных аппаратов и воздушных судов (например, система обнаружения обледенения механических узлов),

4) и многие другие (например, медицина, системы городской автоматизации и улучшение транспортной обстановки).

При производстве систем, содержащих оптические датчики, одной из актуальных задач является входной контроль, направленный на подтверждение реальных технических характеристик датчика, заявленных в сопровождающей документации [1]. Важность выполнения данного этапа производства обусловлена тем, что отличия реальных характеристик датчика (интенсивность

потока электромагнитных волн, временные задержки и переходные процессы при включении/выключении, чувствительность) от эксплуатационных может привести к некорректной работе всего устройства.

Учитывая достаточно обширный ряд обозначенных эксплуатационных характеристик и необходимость получения достаточно точных данных об отклонении фактических характеристик от номинальных для производителей устройств на основе оптических датчиков возникает необходимость проведения автоматизированного входного контроля. Актуальность исследования заключается в том, что существующие устройства входного контроля оптических датчиков либо обладают недостаточным спектром проверяемых эксплуатационных характеристик, либо не имеют возможности работы в автоматизированном режиме. Цель статьи заключается в описании основных функциональных требований и предложении концепции устройства для входного контроля параметров оптических датчиков.

Основные функциональные требования к устройству входного контроля параметров оптических датчиков следующие [2]:

1) изменение интенсивности потока электромагнитных волн для проверки чувствительности оптического датчика. Одним из наиболее распространённых технических решений для изменения интенсивности потока волн является использование гиростабилизированной платформы (рисунок 1), способной отклоняться в азимутальной и угломестной плоскости (за отклонение отвечают 6 шарнирных механизмов, попарно приводимые в движение за счет электродвигателей),

2) возможность калибровки платформы устройства,

3) реализация информационного обмена с внешним устройством управления (например, ПК) для возможности загрузки заранее подготовленных программ проверки того или иного датчика.

Рисунок 1 – Макет гиростабилизированной платформы

Функциональным требованиям отвечает гиростабилизированная платформа для входного контроля параметров оптических датчиков, структурная схема которой приведена на рисунке 2. Основу электронного блока гиростабилизированной платформы составляет микроконтроллер. Устройство можно представить следующими узлами:

1) электродвигатели, управляемые микроконтроллером посредством драйверов. Для реализации обратной связи с драйвером двигателя используются поворотные потенциометры, валы которых соединены с валами двигателей,

2) гироскоп для регистрации угловых отклонений, а также энкодер для возможности ручной конфигурации,

3) преобразователь интерфейса для возможности информационного обмена с персональным компьютером (ПК).

Рисунок 1 – Структурная схема гиростабилизированной платформы

Таким образом, предложена концепция устройства для входного контроля параметров оптических датчиков. Отличительная особенность стенда заключается в возможности изменения азимутальных и угломестных отклонений гиростабилизированной платформы в автоматизированном режиме.

Литература

1. Куксенова, Л. И. Износостойкость конструкционных материалов: учебное пособие / Л. И. Куксенова, С. А. Герасимов, В. Г. Лаптева. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2011. — 237 с.

2. Родичев, А. Ю. Проектирование мехатронных и робототехнических систем: учебное пособие / А. Ю. Родичев, Р. Н. Поляков, А. В. Горин. — Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2023. — 271 с.

3. Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем: учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022. — 131 с.

С.П. Астахов, к.т.н., доц.; А.В. Ефременков, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ТЕКУЩЕГО МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУППЫ ЛЮДЕЙ ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВКИ

Одним из актуальных направлений использования электронных девайсов является повышение безопасности выполнения того или иного действия. Например, выполнение тренировок в спортивном зале может быть сопряжено с риском временной потери сознания, сопровождаемой с травмами от падения или более тяжелыми последствиями [1]. Задача обеспечения безопасности выполнения тренировки каждого отдельно взятого человека в спортивном заведении может быть выполнена устройствами текущего мониторинга показателей физического состояния группы людей (рисунок 1).

Рисунок 1 — Структурная схема совокупности устройств текущего мониторинга показателей физического состояния группы людей во время тренировки

От совокупности однотипных устройств текущего мониторинга спортсмена [2] информация передается по беспроводному интерфейсу на сервер, в составе которого данные аккумулируются на автоматизированном рабочем месте (АРМ) администратора. Каждым устройством при этом должны предоставляться следующие функциональные возможности:

1) текущий мониторинг пульса и уровня насыщения крови кислородом с целью предупреждения травмоопасных ситуаций, а также включение звуковой сигнализации при достижении критических значений,

2) текущий мониторинг верхнего и нижнего значений артериального давления в случае потери сознания для предоставления наиболее детального описания состояния спортсмена,

3) передача измеренных показателей физического состояния человека во время тренировки на удаленный сервер по беспроводному интерфейсу микропроцессорных взаимодействий *Wi-Fi*,

4) мобильность устройства, достигаемая за счет использования энергоемких автономных источников питания.

При использовании совокупности устройств администратор [3] спортивного заведения может быть своевременно осведомлён о возникновении травмоопасной ситуации, следовательно, проектирование комплекса и отдельных его составляющих является актуальной задачей. Выполним проектирование графического интерфейса программного обеспечения (ПО), развертываемого на АРМ администратора спортивного заведения.

Результатом разработки предлагаемого ПО является приложение, основным функциональным назначением которого является индикация значений пульса и уровня кислорода в крови при нормальном выполнении тренировок, а также дополнительно верхнего и нижнего значений артериального давления при возникновении травмоопасной ситуации. При этом в приложении должна быть возможность установки пороговых значений пульса и уровня насыщения крови кислородом в соответствии с индивидуальными особенностями спортсмена (например, вес, возраст и т.п.). Кроме того, для каждого активного устройства (то есть участвующего в информационном обмене с сервером по интерфейсу *Wi-Fi*) должна иметься своя вкладка с однотипным набором виджетов.

Графический интерфейс предлагаемого ПО для развертывания на АРМ администратора спортивного заведения показан на рисунке 2. Главное пространство представляет собой набор вкладок с однотипными параметрами. Количество вкладок «*USERx*» соответствует количеству подключенных к серверу в данный момент времени отдельно взятых устройств. Уникальные имена вкладок могут быть прописаны в файле инициализации ПО или в сопряженной базе данных (при необходимости оперативного изменения данных) в паре с *IP*-адресами устройств в сети *Wi-Fi*. *IP*-адреса являются жестко установленными для каждого из устройств в совокупности.

Рисунок 2 — Графический интерфейс ПО для АРМ администратора спортивного заведения

Основные элементы вкладок показаны текстовыми метками и полями для отображения значений пульса, уровня кислорода в крови, общего состояния (оценка на основании показаний физического состояния), а также верхнего и нижнего значения артериального давления (если состояние спортсмена не стабильное). Пороговые значения пульса и уровня кислорода в крови устанавливаются с помощью элементов поля выбора значений (учет индивидуальных особенностей спортсмена).

Одной из второстепенных функций предлагаемого ПО является возможность сохранения результатов текущего мониторинга показателей физического состояния спортсмена. При этом спортсмен может средствами постобработки (например, среда *Excel* или другое специализированное ПО) визуализировать динамику показателей физического состояния при выполнении различных упражнений.

Предложенное ПО, в случае его установки на АРМ администратора спортивного заведения, будет способствовать своевременному уведомлению его о возникновении травмоопасной ситуации. Разработанный графический лочтаточно информативен и обеспечивает отображение на экране компьютера результаты текущего мониторинга показателей физического состояния группы людей во время тренировки.

Литература

1 Миронов, Д. Л. Теория и методика физической культуры: учебное пособие / Д. Л. Миронов, Э. М. Попов, В. Н. Егоров. — Тула: ТулГУ, 2023.

2 Щетина, Б. М. Тренажеры и тренировочные устройства: учебное пособие / Б. М. Щетина. — Хабаровск: ДВГУПС, 2020. — 79 с.

3 Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем: учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022. — 131 с.

С.П. Астахов, к.т.н., доц.; А.В. Ефременков, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

КОНЦЕПЦИЯ УСТРОЙСТВА, РЕАЛИЗУЮЩЕГО МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВКИ

Занятия в спортзале заключаются в постепенном увеличении нагрузок на организм с целью тренировки групп мышц, при этом всегда существует риск возникновения перегрузок организма, которые, в том, числе могут привести к временной потере человеком сознания, что создает предпосылки получения травмам различной степени тяжести.

Феномен потери сознания во время тренировок является достаточно изученным, что создает предпосылки для возможности его предупреждения: например, косвенным образом о риске потери сознания могут свидетельствовать резкие изменения таких показателей физического состояния человека, как частота сердечных сокращений (частота пульса) и уровень насыщения крови кислородом [1].

Текущий мониторинг этих показателей может предотвратить негативное воздействие повышенных нагрузок на организм, поэтому проработка концепции технического устройства, реализующего мониторинг показателей физического состояния человека во время тренировки, несомненно, является актуальной научно-технической задачей.

Основными функциональными требованиями, предъявляемыми к устройствам, реализующим мониторинг показателей физического состояния человека во время тренировки [2] являются:

1) постоянное измерение частоты сердечных сокращений (частоты пульса) и уровня насыщения крови кислородом и сравнение этих величин с пороговыми значениями, при превышении которых должна включаться звуковая сигнализация,

2) в случае потери человеком сознания, устройство текущего мониторинга помимо измерения частоты сердечных сокращений (частоты пульса) и уровня насыщения крови кислородом должно осуществлять регистрацию верхнего и нижнего значений артериального давления,

3) передача результатов измерений показателей физического состояния человека во время тренировки на удаленный сервер в интересах обеспечения своевременного уведомления администрации спортивного заведения о возникновении травмоопасной ситуации,

4) мобильность устройства, обеспечиваемая за счет использования энергоемких автономных источников питания.

Указанным функциональным требованиям отвечает устройство текущего мониторинга показателей физического состояния человека во время тренировки, структурная схема которого показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Структурная схема устройства текущего мониторинга показателей физического состояния человека во время тренировки

Для выполнения функционального требования 1) в устройстве предполагается использование датчика частоты сердечных сокращений (частоты пульса) и датчика уровня насыщения крови кислородом на основе оптопар. Для оповещения спортсмена о превышении показателей физического состояния предельно допустимых значений предлагается использование звуковой сигнализации (например, зуммер).

Функциональное требование 2) будет выполнено при наличии блока измерения артериального давления. В предлагаемом устройстве данный блок представлен манжетой, в которую установлен датчик давления. Амплитуда сигнала от датчика при этом увеличивается за счет использования операционного усилителя. Для регистрации верхнего и нижнего показаний артериального давления периодическая накачка и откачка воздуха в манжету, для чего используется помповый электродвигатель и два клапана: клапан медленного стравливания и аварийный на случай выхода из строя первого клапана.

Алгоритмы работы устройства реализуются микроконтроллером. При этом функциональное требование 3) достигается за счет того, что современные микроконтроллеры имеют аппаратные возможности (периферийные узлы и контроллеры) для организации информационного обмена по интерфейсам микропроцессорных взаимодействий. Согласно требованию 4) устройство должно быть мобильным, следовательно, для информационного обмена необходимо использовать беспроводной интерфейс. Предлагается использование микроконтроллера из семейства *ESP*32, в составе которого имеется *Wi-Fi* модуль для организации беспроводного информационного обмена. Интерфейс *Wi-Fi*, представляющий многоточечную топологию

информационной сети, в данном случае является более предпочтительным, чем, например, *Bluetooth*, поскольку в спортивном зале тренируются группы людей, то есть, необходима топология «множество клиентов – один сервер» [3].

Для выполнения функционального требования 4) помимо беспроводного интерфейса необходимо использование автономного источника питания, например, *Li-Ion* аккумулятор. Аккумуляторы с типовыми значениями емкости источника питания (порядка 3000 - 5000 *мА·ч*) могут использоваться для многоразового пользования в течение дня. Кроме того, данные типы аккумуляторов имеют возможность многократной подзарядки, для чего необходимо использование зарядного блока.

Предлагаемое устройство может быть размещено в спортивной обуви для того, чтобы не стеснять спортсмена во время выполнения упражнений. Датчики пульса и уровня насыщения крови кислородом должны быть расположены в районе артерии верхней стороны стопы. Манжета с датчиком давления должна быть закреплена в районе большеберцовой кости (поскольку непосредственных измерений артериального давления при нормальных условиях выполнения упражнений не предполагается, то манжета не должна вызывать сильный дискомфорт у спортсмена). Прочие элементы устройства могут быть размещены в подошве спортивной обуви.

Предлагаемое устройство является основой для текущего мониторинга показателей физического состояния группы людей во время тренировки, в котором все результаты измерений аккумулируются на автоматизированном рабочем месте администратора, что может существенно повысить безопасность выполнения тренировок в спортивном заведении.

Таким образом, предложенное устройство позволит повысить безопасность выполнения тренировок.

Литература

1 Миронов, Д. Л. Теория и методика физической культуры: учебное пособие / Д. Л. Миронов, Э. М. Попов, В. Н. Егоров. — Тула: ТулГУ, 2023.

2 Щетина, Б. М. Тренажеры и тренировочные устройства: учебное пособие / Б. М. Щетина. — Хабаровск: ДВГУПС, 2020. — 79 с.

3 Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем: учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022. — 131 с.

С.П. Астахов, к.т.н. доц.; С.А. Ларионов, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЗАМЕТНОСТИ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

В настоящее время БВС рассматриваются в качестве одного из важнейших средств повышения боевых возможностей на всех уровнях иерархии воинских формирований: их применение оказывается предпочтительным при выполнении задач, характеризующихся большой продолжительностью полета (временем патрулирования в заданном районе), повышенной опасностью и сложностью (например, в районах интенсивного огневого противодействия средств ПВО, а также в областях, подвергшихся радиационному, химическому или

биологическому заражению), что в свою очередь, послужило предпосылкой для начала совершенствования форм и способов борьбы с ними, вследствие чего многие производители БВС заинтересованы в уменьшения уровня шума их серийно выпускаемой продукции.

Предлагаемая методика позволяет проводить оценку акустической заметности БВС без осуществления им полета, что существенно сокращает время испытаний.

Результатом оценки акустической заметности БВС является построение индикатрисы излучаемого им шума (замкнутой кривой для наглядного представления об изменении направленных величин) на основе данных, полученных в результате летных испытаний:

- расстояние R между установленным микрофоном и БВС,
- измеренные значения уровня фонового (остаточного) шума,
- измеренные значения уровня общего шума, содержащие шум БВС.

Корректированный (оценочный) уровень шума L_R определяют по формуле [1]:

$$L_R = L_{изм} + L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5, \quad (1)$$

где $L_{изм}$ – измеренное значение уровня общего шума, содержащее шум БВС,

L_1 – коррекция влияния фонового (остаточного) шума,

L_2 – коррекция влияния звукопоглощения помещения (при измерениях в помещениях),

L_3 – коррекция с учетом происхождение шума,

L_4 – коррекция влияния импульсности (тональности) шума,

L_5 – коррекция влияния времени суток.

Коррекция L_1 влияния остаточного (фонового) шума производится в соответствии с рекомендациями [1], как разность соответствующих параметров измеренного шума основных источников и фонового (остаточного) шума в месте проведения измерения $\Delta L = L_{изм} - L_ф$, *дБА*.

В таблице 1 показаны рекомендованные величины корректировок L_1 для значений $\Delta L = 3 \div 10$ *дБА*.

Так как величина ΔL для всех измерений превышала значение 10, $L_1 = 0$.

Таблица 1 – Величины коррекции влияния остаточного (фонового) шума

$\Delta L = L_{изм} - L_ф$, *дБА*	Величина коррекции L_1, *дБА*
3	-3
4 ÷ 5	-2
6 ÷ 9	-1
≥ 10	0

Коррекции L_2, L_3, L_4 и L_5 не вводились, так как отсутствовали условия их возникновения, следовательно выражение (1), может быть переписано в виде:

$$L_R = L_{изм}. \quad (2)$$

Для построения индикатрисы излучаемого шума БВС используется выражение [2]:

$$L = 20\lg(p/p_o), \quad (3)$$

где p – звуковое давление в точке измерения;

p_o – опорный уровень звукового давления, равный 20 *мкПа* (в соответствии с рекомендациями [1]),

из которого выражается величина p:

$$p = p_o \cdot 10^{L/20}. \quad (4)$$

Через величины p и R находится значение звукового давления в точке нахождения БВС $p_{исх}$:

$$p_{исх} = p \cdot R^2, \quad (5)$$

которое используется для нахождения расстояния, на котором оно уменьшится до звукового давления, соответствующего уровню звукового давления $L_{пор}$:

$$R_i = \sqrt{\frac{p_{исх}}{L_{пор}}}, \quad (6)$$

На рисунке 1 в качестве примера, показана индикатриса излучаемого шума БВС, построенная по усредненным данным для условия: $L_{пор} = 50$ *дБА*, что соответствует значению наиболее часто предъявляемым требований к акустической заметности БВС.

Рисунок 1 – Акустическая индикатриса излучаемого шума БВС, построенная по усредненным данным для условия: $L_{пор} = 50$ *дБА*

Из анализа рисунка 1 можно делать следующие выводы:

- асимметричность и изрезанность формы акустической индикатрисы БВС может быть обусловлена особенностями его компоновки,
- БВС создает уровни звукового давления $L_{пор} = 50$ *дБА* (соответствует значению наиболее часто предъявляемым требованиям к акустической заметности БВС) на дальностях, не превышающих 250 *м*.

Литература

1 Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий [Текст]: ГОСТ 23337–2014. – Введ. 2015 – 07 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 24 с.

2 Шумомер-виброметр, анализатор спектра Экофизика-110а. руководство по эксплуатации.Часть III. Исполнение HF (Белая). ПКДУ.411000.001.02 РЭ. Редакция ЭФБ HF.002 – М.: «Октава-электрондизайн», 2014. – 128 с.

С.П. Астахов, к.т.н., доц.; И.А. Минченков студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «МЭИ» в г. Смоленске)

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ПОДВОДНОГО ВИДЕНИЯ

Подводный мир всегда привлекал людей своей красотой и загадочностью. Однако, исследование подводной среды является непростой задачей, требующей специализированного оборудования. В этом контексте, адаптивная система подводного видения становится настоящей находкой для ученых, позволяя получать более точные и полные данные об окружающем мире.

Адаптивная система подводного видения – это комплекс технологий, позволяющих адаптировать работу подводной камеры к условиям окружающей среды. Система включает в себя различные датчики, которые могут изменять параметры работы камеры в зависимости от глубины, температуры воды и других факторов.

Рисунок 1 – АНПА АО «Концерн «НПО «Аврора»

Одним из ключевых элементов адаптивной системы подводного видения является датчик глубины. Он позволяет автоматически регулировать экспозицию камеры, чтобы избежать пересветки или недосветки изображения. Кроме того, датчик глубины может использоваться для определения расстояния

до объектов подводного мира, что позволяет получать более точные данные об их размерах и форме.

Другим важным компонентом адаптивной системы подводного видения является датчик температуры воды. Он позволяет контролировать температуру камеры, чтобы избежать запотевания или замерзания линзы. Кроме того, датчик температуры воды может использоваться для определения температурных градиентов в различных слоях воды, что позволяет ученым изучать гидродинамику морской среды.

Еще одним важным элементом адаптивной системы подводного видения является датчик освещенности. Он позволяет автоматически регулировать яркость камеры в зависимости от уровня освещенности вокруг. Это особенно важно при работе на больших глубинах, где световые условия могут значительно отличаться от поверхностных.

Адаптивная система подводного видения открывает новые возможности для исследования морской жизни и охраны природных ресурсов. Поэтому создаются автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) с системами подводного видения, которые являются неотъемлемой частью современной подводной техники и используются в различных областях, связанных с подводными работами. Они предоставляют возможность получать высококачественное изображение подводного пространства, что помогает улучшить точность и эффективность проводимых мероприятий, а также повышает безопасность подводных операций. Применяются при исследовании и обследовании подводных объектов, мониторинга экологической ситуации в морских водах, поиска и спасания людей и материальных ценностей на дне моря, а также для обеспечения безопасности при выполнении подводных работ.

Для примера рассмотрим строение малогабаритного АНПА АО «Концерн «НПО «Аврора» (рисунок 1), разработанного в 2019 году предприятием АО «НИИ телевидения». Строение АСПВ включает в себя несколько компонентов: датчики дыма и тепла, пожарные извещатели, систему оповещения, систему тушения пожара и систему контроля за работой АСПВ.

а) б) в)

Рисунок 2 – Составные части АСПВ

Первым компонентном АСПВ является блок телекамеры (рисунок А), он является частью системы контроля и формирует изображения на дистанциях от 2

до 5 м. Блок телекамеры состоит из нескольких камер, которые устанавливаются внутри и вокруг объекта. Камеры могут быть как фиксированными, так и поворотными. Они оснащены высокочувствительными матрицами и обеспечивают высокое качество изображения. Кроме того, блок телекамеры может быть оснащен инфракрасной подсветкой, что позволяет наблюдать за объектом в условиях низкой освещенности. Все данные с камер записываются на жесткий диск, что позволяет в случае необходимости проанализировать произошедшее событие. Блок телекамеры является важным элементом АСПВ, так как позволяет оперативно реагировать на возможный пожар. В случае возникновения пожара датчики дыма и тепла срабатывают и передают сигнал на блок телекамеры. Оператор может увидеть, где произошел пожар, и направить сотрудников на его тушение. Вторым компонентном АСПВ является осветитель светодиодный (рисунок В), нужный для того, чтобы задавать необходимый уровень освещения, кроме того, в нём имеется контроллер с датчиками измерения температуры и влажности.

Ещё один компонент – это блок питания и управления (рисунок б). Он выполнен в виде печатной платы и расположен над процессорным модулем. Он связан с ТВ камерой, осветителем светодиодным и процессорным модулем (рисунок 3), выполняя несколько функций. В частности, блок формирует напряжение питания для процессорного модуля, контроллера осветителя и ТВ камеры, а также обеспечивает питание светодиодной матрицы осветителя. Благодаря интерфейсу 1-Wire он принимает телеметрические данные от осветителя и передает их в процессорный модуль для анализа состояния устройства. Кроме того, блок обеспечивает синхронизацию времени накопления ТВ камеры и времени излучения осветителя.

Рисунок 3 – Структурная схема АСПВ

АСПВ (автоматическая система противопожарной защиты) является одним из важнейших компонентов безопасности на объекте. В малогабаритном АНПА АО «Концерн «НПО «Аврора» блок телекамеры используется в качестве одного из элементов АСПВ.

Применение адаптивной системы подводного видения открывает новые возможности для исследования морской жизни. Ученые могут получать более точные и полные данные о животных и растениях под водой, изучать гидродинамику и экологию морской среды. Кроме того, адаптивная система подводного видения может использоваться для контроля за состоянием подводных сооружений, мониторинга загрязнения и охраны природных ресурсов.

Таким образом, адаптивная система подводного видения – это инновационное решение, которое позволяет получать более точные и полные данные об окружающей среде под водой. Ее применение открывает новые возможности для исследования морской жизни и охраны природных ресурсов.

Литература

1. Воробьев А.Л., Журик Ю.П., Краснов А.М., Шашков С.Н. «Методика вероятностного анализа процесса наблюдения в цифровых телевизионных системах видимого диапазона». Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 49, 2011, 29 с.

2. Долин Л.С., Левин И.М. «Справочник по теории подводного видения». – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 229с.

3. Сергеев В.В., Карпов В.В., Прибылов Ю.С., Соколов В.А. «Активная система подводного видения для автономных необитаемых подводных аппаратов». Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения, 2019, вып.2, с. 53-61.

С.П. Астахов, к.т.н., доц.; И.В. Никитин студ.
(Филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА

Одним из наиболее перспективных методов создания датчиков является метод тушения люминесценции. Этот метод основан на изменении интенсивности люминесцентного излучения при взаимодействии с различными веществами. В зависимости от характера взаимодействия, можно получить информацию о концентрации вещества, его химическом составе или физических свойствах.

В данной статье рассматривается применение метода тушения люминесценции для создания датчиков кислорода. Кислород является важным компонентом окружающей среды, который играет важную роль в биологических процессах и технологических процессах. Поэтому создание точных и надёжных датчиков кислорода является актуальной задачей.,

Датчик должен состоять из оптического узла (ОУ) и электрического узла (ЭУ).

ОУ предназначен для обеспечения прохождения модулированного излучения, испускаемого источником, по кювете через чувствительный элемент, находящийся в анализируемой газовой среде, на приемник излучения, преобразующий вышеуказанное излучение в аналоговый сигнал.

ОУ должен включать в себя:

- плату источника излучения;
- светофильтр;

- чувствительный элемент;

ЭУ предназначен для формирования напряжения питания для источника и приемника излучения, формирования световых импульсов с параметрами: частота f = 1÷10 *кГц*, коэффициент заполнения D = 10÷50 %, обработки сигнала с приемника излучения.

ЭУ состоит из:

- приемника излучения;
- платы обработки сигнала.

Требования назначения:

- диапазон измерений: 0÷30 *об. доли,* %,
- погрешность измерений: ± 0,5 *об. доли,* %.
- потребляемая мощность: не более 6 *Вт*.

Требования по стойкости к внешним воздействиям:

- влагосодержание анализируемой газовой смеси: 15÷98 %,
- диапазон рабочих температур: 0÷50 °*С*.
- диапазон температур хранения: –50÷60 °*С*.

В ходе проведения работ по разработке экспериментального образца оптического датчика, основанного на принципе тушения люминесценции, для контроля концентраций кислорода, была разработана конструкция экспериментального образца датчика. Конструкция экспериментального образца датчика показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Конструкция экспериментального образца датчика

Конструкция состоит из следующих элементов:

1 – плата управления,
2 – плата фотодиода,
3 – фотодиод,
4 – кожух,

5 – чувствительный элемент,
6 – синий светофильтр,
7 – плата светодиода,
8 – светодиод,
9 – колпак,
10 – штуцер.

На плате управления 1 размещены схемы управления светодиода 8, обработки сигнала с фотодиода 3, разъемы для плат 2, 7 свето- и фотодиодов. Фотодиод 3, размещенный на плате 2, накрыт кожухом 4 для исключения засветки от светодиода. На кожухе 4 размещены чувствительный элемент 5 и синий светофильтр 6. Излучение, испускаемое светодиодом 8, проходит через синий светофильтр 6 и частично поглощается слоем чувствительного элемента 5, который люминесцирует в красной области спектра. Красное излучение попадает на фотодиод 3, после чего сигнал с фотодиода проходит через схему обработки. Для исключения внешней засветки используется колпак с вклеенными штуцерами 10 для принудительной подачи пробы. Параметры модуляции излучения:

- частота работы светодиода – 5 к*Гц*,
- длительность импульса светодиода – 10 *мкс*.

Ток подстраивается автоматически в зависимости от уровня выходного сигнала, который задается в специально разработанном программном обеспечении.

На рисунке 2 показан выходной сигнал экспериментального образца датчика при подаче N_2, 14 % *об.д.*; 14% *об.д.* и 28 % *об.д.* O_2. В качестве люминофора использовался октоэтилпорфирин платины (*PtOEP*), нанесенный на подложку в виде тонкой пленки. На оси абсцисс показано количество измерений, на оси ординат – величина сигнала в условных единицах.

Рисунок 2 – Выходной сигнал экспериментального образца датчика при подаче N_2, 14 % *об.д.*; 14% *об.д.* и 28 % *об.д.* O_2

Анализ формы сигнала показывает, что при подаче кислорода уровень сигнала значительно падает, т. е. значение люминесценции уменьшается, что доказывает работоспособность экспериментального образца. Для доказательства или опровержения соответствия датчика, предъявленным к нему, техническим требованиям нужно провести дополнительные испытания.

Литература

1 Michela Quaranta & Sergey M. Borisov & Ingo Klimant «Indicators for optical oxygen sensors».

2 А.А. Евстрапов, Д.О. Муравьев, В.П. Котов, В.Е. Курочкин, «Люминесцентные сенсоры кислорода: тенденция и перспектива развития».

3 Патент №2064948. Металлокомплексы порфирин-кетонов, чувствительный элемент для оптического определения кислорода в жидкой или газовой среде и способ определения кислорода.1996.

С.П. Астахов, к.т.н., доц.; И.В. Никитин студ.
(Филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ИСПЫТАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА

В ходе научно-исследовательской работы был изготовлен экспериментальный образец датчика кислорода, основанный на методе тушения люминесценции. В качестве чувствительного элемента использовался люминофор октоэтилпорфирин платины (*PtOEP*), нанесенный на подложку в виде тонкой пленки.

Изготовленный датчик был подвергнут исследовательским испытаниям. В ходе испытаний датчик был подвергнут следующим проверкам:

определение основной погрешности и вариации показаний,

определение изменения показаний при изменении температуры окружающей среды,

Результаты исследовательских испытаний представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2.

Таблица 1 – Результаты определения основной погрешности и вариации показаний

C_0,% *об.д.*	$I_{ср}$, *у.е.*	*C*, % *об.д*	Δ, % *об.д.*
0	3230,4	0,008	0,008
15	1330,7	15,10	0,10
30	1005,6	30,07	0,07
15	1333,2	14,93	- 0,07
0	3233,7	- 0,005	- 0,005
30	1037,2	27,9	- 2,1
Вариация показаний			
β, % *об.д.*		- 0,17	

Таблица 2 – Изменений показаний при изменении температуры окружающей среды

C_0,% *об.д.*	*T*=20°*C*	*T*=0°*C*	*T*=50°*C*
	C, % *об.д*	*C*, % *об.д*	*C*, % *об.д*
0,0	0,008	0,58	-0,61
15,0	15,10	11,2	18,66
30,0	30,07	20,96	38,14
15,0	14,93	11,21	17,69
0,0	-0,005	0,58	-0,53
30,0	27,9	20,59	37,49

Рисунок 1 – Зависимость показаний датчика от изменения температуры окружающей среды при подаче ГСО-ПГС №1 (0 % *об.д.*)

Рисунок 2 – Зависимость показаний датчика от изменения температуры окружающей среды при подаче ГСО-ПГС №3 (30 % об.д.)

При анализе полученных данных, можно сказать, что показания датчика не стабильны при разных температурных условиях. Датчик необходимо доработать.

В ходе дополнительных исследований датчика выявлена зависимость интенсивности люминесценции чувствительного элемента датчика от времени экспозиции (засветки) возбуждающим светодиодом, обусловленная фотодеградацией (фотообесцвечиванием) люминофора. В качестве примера на рисунке 3 показана зависимость интенсивности люминесценции образца чувствительного элемента датчика (*PtOEP*) от времени непрерывной экспозиции возбуждающим светодиодом.

Рисунок 3 – Зависимость интенсивности люминесценции образца чувствительного элемента датчика от длительности непрерывной экспозиции возбуждающим светодиодом

По предварительной оценке, ресурс люминофора $T_р$, примененного в разработанном датчике, составляет около 3 месяцев непрерывной работы при используемом режиме модуляции импульса возбуждающего светодиода. Расчет ресурса люминофора проводился по следующей формуле:

$$T_p = \frac{I_{max} - I_p}{\Delta I} \cdot t,$$

где I_{max} – максимально допустимое значение тока светодиода,

$I_р$ – рабочее значение тока светодиода,

ΔI – приращение величины рабочего тока светодиода за некоторый интервал времени t,

t – интервал времени.

Литература
1 Camola M. Penso, Joao L. Rocha, Marcos S. Martins, Paulo J. Sousa, Vania C. Pinto, Graca Minas, Maria M. Silva and Luis M. Goncalves, «PtOEP-PDMS-Based Optical Oxygen Sensor».
2 Klaus Koren ,Sergey M Borisov, Ingo Klimant, «Stable optical oxygen sensing materials based on click-coupling of fluorinated platinum(II) and palladium(II) porphyrins-A convenient way to eliminate dye migration and leaching»
3 Патент WO/1992/015876 «Oxigen sensor» .1992

С.П. Астахов, к. т. н., доц.; В.Г. Соболевский, асп.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

КОНЦЕПЦИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ДОСТАТОЧНОЙ ВИДИМОСТИ

Неотъемлемым элементом защиты режимного объекта от малоразмерных воздушных средств разведки и поражения (в частности БВС) является мониторинг воздушного пространства, позволяющий обнаруживать их на дальностях, обеспечивающих возможность принятия мер по сведению к минимуму потенциального ущерба (вреда) от их воздействия. При этом использование активных средств обзора воздушного пространства зачастую не представляется возможным ввиду различных причин:

- необходимости соблюдения скрытности функционирования объекта,
- невозможности их применения в населенных пунктах ввиду необходимости соблюдения санитарных требований,
- невозможности их применения по причине требований электромагнитной совместимости к радиоэлектронным средствам в современных условиях, характеризующихся высокой концентрацией беспроводных каналов связи и передачи данных.

Пассивные системы обзора воздушного пространства, как правило, относятся к следующим основным типам:

- радиотехнические, использующие в качестве характерного признака воздушного объекта излучение находящихся на его борту радиотехнических устройств передачи данных, ретрансляторов,
- оптико-электронные, использующие в качестве характерного признака воздушного объекта его собственное (отраженное) излучение оптического диапазона или вызванное им нарушение закономерности излучения фона,
- акустические, использующие в качестве характерного признака воздушного объекта его собственные шумы, как правило, обусловленные работой двигательной установки и движителя (воздушного винта).

Так как, малоразмерные воздушные средств разведки и поражения (в частности БВС) в целях скрытности функционирования могут не иметь на борту радиоизлучающих устройств, или оснащаться обладающими остронаправленной диаграммой излучения (как правило – в заднюю полусферу) радиоизлучающими устройствами, а уровень их собственных шумов, стараются уменьшить всеми доступными средствами, для мониторинга воздушного

пространства в интересах защиты режимного объекта от малоразмерных воздушных средств разведки и поражения целесообразно использовать панорамные оптико-электронные системы кругового обзора.

Оптико-электронная система обнаружения подвижных малоразмерных воздушных объектов может быть построена с учетом реализованного в интегрированных радиоэлектронных системах защиты летательных аппаратов от управляемых ракет с оптическими головками самонаведения принципа обнаружения малоразмерных движущихся воздушных объектов по излучению факелов их двигателей в УФ-диапазоне. Например, по сходному принципу функционируют:

- подсистема *ATIRCM* (*Advanced Threat InfraRed Counter Measures*), входящей в состав ИРС *IDECM* (*Integrated Defensive Electronic Counter Measures*) [1],
- бортовая авиационная система оптоэлектронного противодействия «Немезис» [2].

Задача обнаружения малоразмерных воздушных средств разведки и поражения (в частности БВС) в условиях достаточной видимости может быть решена за счет применения оптико-электронной системы «смотрящего типа» с матричным приемником излучения, реализующей алгоритм определения номера ячейки, величина сигнала с которой на протяжении нескольких отсчетов (в соответствии с выбранным правилом) отличается от величин сигналов с соседних ячеек.

Так как у малоразмерных воздушных средств разведки и поражения (в частности БВС) в силу их конструктивных особенностей, чаще всего отсутствуют собственные источники излучения в УФ-диапазоне, в качестве сигнального признака целесообразно использовать вызванное ими нарушение закономерности излучения фона в спектральном диапазоне $\Delta\lambda = 0{,}3 \div 0{,}4$ *мкм* (ближний УФ), характеризуемое величиной и знаком энергетического контраста между яркостями цели и фона:

$$K(\Delta\lambda) = \frac{B_{\text{БВС}}(\Delta\lambda) - B_{\text{ф}}(\Delta\lambda)}{B_{\text{ф}}(\Delta\lambda)},$$

где $B_{\text{БВС}}(\Delta\lambda)$ и $B_{\text{ф}}(\Delta\lambda)$ – спектральные энергетические яркости БВС и фона.

При высотах полета менее 500 *м*, энергетический контраст излучений БВС и фона в спектральном диапазоне $\Delta\lambda = 0{,}3 \div 0{,}4$ *мкм*, принимает отрицательные значения, так как на малых высотах интенсивность облучения восходящим потоком излучения $I\uparrow(\varepsilon)$ (зависимым от отражательных свойств подстилающей поверхности и рассеянного приземным слоем атмосферы излучением) нижних поверхностей корпусов БВС, существенно меньше фона, характеризуемого нисходящим потоком излучения $I\downarrow(\varepsilon)$ (рисунок 1) [3].

В качестве оптико-электронной системы обнаружения подвижных малоразмерных воздушных объектов целесообразно использовать [4]:

- панорамные оптико-электронные системы с объективами типа «рыбий глаз»,

- панорамные оптико-электронные системы на основе зеркально-линзовых панорамных объективов *PAL* (*Panoramic Annular Lens* – панорамные кольцевые линзы);

- панорамные оптико-электронные системы с дискретным (фасеточным) угловым полем.

Рисунок 1 – Соотношение нисходящего и восходящего излучений для высоты ≥ 500 *м* при высоте Солнца 45° и метеорологической дальности видимости 10 *км*

Выбор компоновки панорамной оптико-электронной системы может быть осуществлен с учетом двух требований:

- достаточная дискретизации поля зрения панорамной оптико-электронной системы, обеспечивающая заданную точность определения координаты (направление) и достаточную дальность обнаружения малоразмерного воздушного объекта (чем меньше дискрета – тем больше дальность и точность обнаружения),

- отсутствие демаскирующих признаков (например, вращающихся или сканирующих элементов системы).

Этим требованиям в большей степени отвечают панорамные оптико-электронные системы с объективами типа «рыбий глаз» и панорамные системы с дискретным (фасеточным) угловым полем зрения.

Как таковая, задача сопровождения с высокой точностью малоразмерных воздушных средств разведки и поражения (в частности БВС) актуальна только лишь в случае последующего их дистанционного механического поражения или оптико-электронного подавления находящихся на их бортах оптико-электронных средств разведки. Тем не менее, она может быть решена с помощью телевизионной камеры и (или) тепловизора, имеющим функцию

слежения за движущимся объектом и оснащенных длиннофокусными объективами и приводами.

Задача обнаружения малоразмерных воздушных средств разведки и поражения (в частности БВС) в условиях недостаточной видимости может быть решена аналогичным образом в одном (нескольких) из спектральных интервалов ИК-излучения.

Классификация малоразмерных воздушных средств разведки и поражения (в частности БВС) может быть реализована путем сравнения получаемых изображений объектов с базой данных, содержащей опорные изображения силуэтов (с разных ракурсов) известных БВС и птиц, обитающих в регионе.

Таким образом, компоновочная схема системы обнаружения малоразмерных движущихся воздушных объектов может иметь вид, показанный на рисунке 2.

Рисунок 2 – Компоновочная схема системы обнаружения малоразмерных

Литература

1 Александров Б. Перспективные системы индивидуальной защиты самолетов. – М.: Изд. «Красная звезда». Зарубежное военное обозрение, № 8, 1996.

2 Ольгин С. Бортовая авиационная система оптоэлектронного противодействия «НЕМЕЗИС». – М.: Изд. «Красная звезда». Зарубежное военное обозрение, № 5, 2003.

3 Афанасьев Е. М., Понькин В. А. Применение теории обнаружения к задаче маскировочного окрашивания летательных аппаратов / Информационный конфликт в спектре электромагнитных волн / приложение к журналу «Радиотехника». С. 119–125.

4 Соломатин В. А., Иванова Н. В. Современные направления развития панорамных оптических и оптико-электронных систем //www.oop-ros.org//part1/ref1_1/1.2.1.pdf.

С.В. Дроздецкий к.т.н., доцент; А.В. Петров, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

НЕДОРОГАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТОВ С НИЗКИМ ИМПЕДАНСОМ

Реальная ценность VNA (Vector Network Analyzer – векторный анализатор сети) в диапазоне от 1 кГц до 1,3 ГГц заключается в измерениях низкого импеданса для приложений PDN (Power Distribution Network – сеть распределения питания). Он способен выполнять логарифмическую развертку частоты, что позволяет легко охватывать диапазон от 10 кГц до 1 ГГц. VNA идеально подходит для измерения профиля импеданса компонентов и межсоединений, используемых в тракте распределения мощности.

Метод двухпортового шунтирования с использованием этого VNA с логарифмической разверткой частоты является идеальным приложением. Например, для измерения сопротивления конденсаторов мы хотим измерить большой динамический диапазон, от миллиомов до мегаомов, особенно на высоких частотах.

Однако одной VNA недостаточно. Для простого, надежного и рутинного определения характеристик конденсаторов нам нужна VNA – монтажная плата, на которой можно разместить конденсаторы, и программное обеспечение для анализа результатов измерений.

Платы для подключения тестируемых конденсаторов к двум портам VNA представляют собой простую двухслойную плату с разъемами SMA на концах. Программным инструментом с открытым исходным кодом для анализа этих измерений S-параметра (scattering parameters – это характеристики передачи и отражения сигналов) является QUCS (Quite Universal Circuit Simulator – универсальный симулятор схем). На рисунке 1 показан пример полной системы с монтажной платой и VNA.

Рисунок 1. Полная система с VNWA и монтажной платой с выбором конструкций и конденсаторов

Метод низкоомного двухпортового шунтирования

При измерении очень низких импедансов метод двухпортового шунтирования является стандартным процессом, используемым в промышленности. В этом методе два порта соединяются вместе, и тестируемый компонент подключается между сигнальными выводами двух портов и прилегающим к ним заземлением.

Это похоже на 4-проводной метод Кельвина. Фактически порт 1 управляет током, в то время как порт 2 измеряет напряжение. Комплексное полное сопротивление тестируемого устройства, Z_{DUT}, составляет

$$\boldsymbol{Z_{DUT}} = 25\Omega \frac{\boldsymbol{S}21}{(1-\boldsymbol{S}21)}$$

VNA измеряет S21 (передача) в указанном диапазоне частот. Измеренный S21 может быть переведен в QUCS, выполнено это преобразование, и величина, фаза или даже реальная часть полного сопротивления могут быть рассчитаны и отображены. Формула для S-параметра S21:

$$\mathbf{S}_{21} = \frac{\boldsymbol{V_{out}}}{\boldsymbol{V_{in}}},$$

Где $\boldsymbol{V_{out}}$ – выходное напряжение,

$\boldsymbol{V_{in}}$ – входное напряжение.

Поскольку QUCS является полнофункциональным симулятором, подобным SPICE, измеренные профили импеданса можно сравнить с простыми моделями RLC (математические модели электрических цепей) для подбора и извлечения значений параметров.

Интересным тестом возможностей этой измерительной системы является то, насколько низкое сопротивление может быть измерено. В качестве тестового примера был добавлен кусочек припоя для замыкания сигнала и прилегающего к нему возврата. Ширина припоя составляла около 0,635 см, что примерно в 4 раза превышает ширину компонента 1206. На рисунке 2 показано измеренное полное сопротивление с помощью установленной модели RL для этого тестового случая.

Рисунок 2. Измеренный импеданс и установленный импеданс модели RL для короткого замыкания при пайке

В этом примере установленная модель соответствует результатам измерений с

R = 0,25 мОм и L = 0,033 нГн.

Это демонстрирует, что эта простая недорогая измерительная система способна выдерживать сопротивление 0,25 мОм и установочную индуктивность 33 пГн. Фактический предел может быть ниже. Эти значения, вероятно, являются реальными измерениями ESR (эквивалентное последовательное сопротивление) и ESL (эквивалентная последовательная индуктивность) этого припоя.

$ESR=R$

$ESL=L$

Миф о трех значениях конденсатора

Часто ошибочно сообщается, что конденсатор емкостью 1 мкФ является конденсатором более высокой частоты, чем 10 мкФ или 47 мкФ. Это основано на предположении, что вы используете конденсаторы со сквозными отверстиями, освинцованные, где ESL соответствует физическому размеру конденсатора.

С конденсаторами для устройств поверхностного монтажа (SMD) можно получить конденсаторы емкостью 0,1 мкФ и 47 мкФ того же размера корпуса, которые будут иметь одинаковый ESL. Это наглядно демонстрируется при сравнении профиля измеренного импеданса трех разных конденсаторов, каждый из которых имеет одинаковый размер корпуса 1206 и прикреплен к испытательному прибору практически идентичным образом.

Импеданс конденсатора (Z) можно выразить следующим образом:

$$\mathbf{S} = \frac{1}{j\omega C}$$, где:

j – мнимая единица

ω – угловая частота

C – емкость конденсатора

На рисунке 3 показано измеренное полное сопротивление конденсаторов емкостью 1 мкФ, 10 мкФ и 47 мкФ. Хотя их импеданс сильно различается на низкой частоте, выше 10 МГц, в этом примере их импеданс идентичен. Конденсатор емкостью 47 мкФ является таким же хорошим высокочастотным конденсатором, как и конденсатор емкостью 1 мкФ. Низкая монтажная индуктивность является наиболее важным критерием выбора развязывающих конденсаторов. При сопоставимых затратах конденсатор емкостью 47 мкФ обеспечивает лучшую производительность на низких частотах, чем конденсатор емкостью 0,1 мкФ, но столь же хорошую производительность на высоких частотах, в отличие от многих эталонных конструкций.

Рисунок 3. Измеренный импеданс трех разных конденсаторов с одинаковым размером корпуса по сравнению с импедансом идеальной катушки индуктивности 0,7 нН

Очень простая и недорогая измерительная система может использоваться для измерения и характеристики многих пассивных двухполюсников. Эта система способна измерять импеданс ниже 1 МОм на частотах от 10 кГц до 1 ГГц. Она хорошо подходит для определения характеристик конденсаторов. Сочетание недорогого VNA и бесплатного симулятора с открытым исходным кодом QUCS с простыми двухслойными недорогими монтажными платами делает эту систему вполне доступной для личного бюджета многих инженеров. Любая лаборатория, заинтересованная в определении характеристик конденсаторов, должна иметь эту простую систему.

Литература

1.Novak, Istvan. “Почему измерения с низким сопротивлением на 2 порта по-прежнему важны”, Журнал Signal Integrity, январь 2020 г. https://www.signalintegrityjournal.com/articles/1544-why-2-port-low-impedance-measurements-still-matter

2.Веб-сайт SDR-Kits. https://www.sdr-kits.net/index.php?route=common/home

3.Веб-сайт QUCS. http://qucs.sourceforge.net/

4.Богатин, Эрик, Ларри Смит и Стив Сэндлер. “Миф о трех значениях конденсаторов”, Журнал Signal Integrity, март 2020 г. https://www.signalintegrityjournal.com/articles/1589-the-myth-of-three-capacitor-values

С.В. Дроздецкий, к.т.н., доцент, А.В. Петров, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Оценка динамических показателей качества регулирования системы производится в системе математического регулирования Mathlab.

Модель верхнего уровня создавалась путем проведения нескольких последовательных итераций улучшения. Итоговый результат приведен на рисунке 3.1:

С блока *Three-PhaseSource* через токоограничивающий реактор трехфазное напряжение подается на управляемый выпрямитель. Далее выпрямленное напряжение поступает на транзисторный АИН с ШИМ (управляемый блоком *SAU1*), с которого напряжение подается на питающие клеммы двигателя.

Рисунок 3.1 – Модель системы верхнего уровня в Simulink

Применен активно используемый изготовителями преобразователей частоты для электропривода трехступенчатый алгоритм пуска системы. Вначале производится заряд конденсатора выпрямителя с ограничением пускового тока. Для этого введен специальный резистор в цепь заряда конденсатора (рис. 3.2). Он шунтируется ключом при номинальном заряде. По достижении напряжения на конденсаторе величины номинального значения 500В начинается второй этап импульсного намагничивания двигателя. Для его реализации используем вспомогательный алгоритм управления инвертором, при котором импульсы управления подаются только на три транзисторных ключа. Намагничивание машины происходит в направлении результирующей намагничивающей силы. Производится контроль модуля неподвижного в пространстве вектора потокосцепления ротора. По достижении номинального уровня происходит подача команды управления всеми шестью транзисторами с плавным увеличением частоты.

Рисунок 3.2 – Цепь заряда конденсатора

Осциллограммы работы цепи заряда приведены на рисунке 3.3. Верхний график – разрешение отправки сигналов управления, нижний график – процесс заряда конденсатора.

Рисунок 3.3 – Временная диаграмма работы цепи заряда конденсатора

Внутренняя структура блока системы автоматического управления представлена на рисунке 3.4.

Рисунок 3.4 – Внутренняя структура блока САУ

Система управления содержит пять блоков. Рассмотрим каждый из них:
-блок РКР1 в качестве входных параметров принимает значения заданий продольной и поперечной составляющих токов и, угла поворота вектора поля. Продольная (намагничивающая) составляющая тока в относительных единицах задается по номинальному значению потока, умноженному на индуктивность намагничивания. Поперечная (моментная) составляющая тока поступает с выхода блока RS1(рис.3.5).

Рисунок 3.5 – Получение моментной составляющей тока

В нем после сравнения реальной и заданной частоты вращения в ПИ- регуляторе с соответствующими коэффициентами настройки формируется задание момента в относительных единицах с выбранным ограничением.

Полученная составляющая задания момента совместно с сигналом реального потокосцепления формирует задание поперечной составляющей тока(рис.3.6):

Рисунок 3.5 – Получение поперечной составляющей тока

В блоке РКО1 по измеренным реальным токам в трехфазной неподвижной системе координат, а также вычисленному углу поворота вектора поля формируются продольная и поперечная составляющие вектора тока во вращающейся системе координат. В блоке RP1 по входному сигналу реальной продольной составляющей тока формируется сигнал реального потокосцепления тоже во вращающейся системе координат.

Итого, в системе SAU путем достаточно сложных преобразований, получена информация о задании вектора токов статорав трехфазной неподвижной системе координат. И, наконец, в блоке CurrentRegulatur 1 при сравнении двух систем векторов (реальныз и заданных) с высокой несущей частотой сравнения формируются импульсы управления транзисторами АИН.

Осциллограммы процесса пуска двигателя в замкнутой системе от начала со всеми подробностями предварительного заряда конденсатора выпрямителя, начального намашгничивания машины и собственно разгона с временем разгона до номинальной скорости за 1 с показаны на рисунке 3.6

На четырех экранах рисунка 3.6 представлены компоненты потокосцепления ротора, токи стартера, частоты вращения, электромагнитного момента.

Рисунок 3.6– Осциллограмма пуска двигателя

Рисунок 3.7– Полученная нагрузочная диаграмма и тахограмма двигателя

Таким образом, разработанный электропривод может выполнять задачу управления и стабилизации по скорости с заданными показателями согласно настоящего Технического задания.

Из полученных нагрузочных диаграмм и проведенных предварительных расчетов видно, что требования к приводу выполняются:

- Привод по технологии реверсивный.
- Перепад скорости при передвижении механизма без груза и с полной нагрузкой составляет порядка 1.4%, что не более 5%.
- Предусмотрено ограничение момента при регулировании на уровне 50.6 Н*м за счет перегрузочной способности двигателя для снижения динамических усилий на механизм.
- Ошибка позиционирования составляет 0,3 мм, что меньше 1 мм. Перерегулирования по положению нет.

Графическая среда моделирования и разработки Matlab Simulink позволила получить показатели работы системы автоматического регулирования. Полученные результаты моделирования показывают, что приводимая разработка полностью соответствует Техническому заданию, моделирование происходит корректно, без сбоев. Рассчитанные контура обратной связи корректны и позволяют работать с объектом управления – электроприводом ориентирующей степени подвижности промышленного робота.

Из полученных нагрузочных диаграмм и проведенных предварительных расчетов видно, что требования к приводу выполняются:

- Привод по технологии реверсивный.
- Перепад скорости при передвижении механизма без груза и с полной нагрузкой составляет порядка 1.4%, что не более 5%.
- Предусмотрено ограничение момента при регулировании на уровне 50.6 Н*м за счет перегрузочной способности двигателя для снижения динамических усилий на механизм.

Ошибка позиционирования составляет 0,3 мм, что меньше 1 мм. Перерегулирования по положению нет.

Литература

1. Зенкевич, С. Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко ; под редакцией С. Л. Зенкевича, А. С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9.
2. Климов А. С, Машнин Н. Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: Учебное пособие. — 3-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 236 с: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

М.П. Ильин, студ.; В.А. Смолин, к.т.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА

Дистанционное применение беспилотных воздушных судов (БВС) повышает число совершения актов незаконного действия. Для обнаружения БВС используют камеры, которые работают в инфракрасном диапазоне длин волн (3-5 мкм и 8-13 мкм). Обнаружение БВС в инфракрасном диапазоне в дневное время является проблематичным, так как излучение атмосферы многократно превышает излучение БВС. Для повышения вероятности обнаружения авторами работы предлагается добавить к существующим каналам ультрафиолетового диапазона (УФД).

Предлагается усовершенствование алгоритмов обработки ультрафиолетового диапазона (УФД) путем замены традиционного подхода на использование фонового принципа извлечения информации (ФПИИ). Суть данного подхода заключается в том, что в качестве полезного сигнала рассматривается не излучение беспилотного летательного средства (БВС), а излучение атмосферы, выступающее в роли фона. При наличии изменений в известных характеристиках пространственной структуры атмосферного излучения в определенной об-

ласти пространства, на этой основе можно предположить потенциальное присутствие излучения БВС в данной области.

Для построения математических моделей излучения атмосферы съёмку необходимо проводить при различных погодных условиях. Так как у камеры малый динамический диапазон, а энергетическая яркость атмосферы сильно меняется даже в пределах суток, необходима шкала (рис. 1), которая позволит сопоставить измерения энергетической яркости атмосферы в различные дни.

Рисунок 1 – Динамический диапазон камеры

Перед началом измерения необходимо правильно настроить экспозицию, так как в случае ошибки часть деталей будет засвечена или затемнена (рис. 2), что приведёт к потере информации.

Рисунок 2 – Пример экспозиции

Одновременно со съёмкой цифровой камерой будет проводиться сканирование атмосферы при помощи ИВК. В результате этого измерения будет получено значение абсолютной энергетической яркости атмосферы, что позволит сопоставить с относительной энергетической яркостью атмосферы, полученной с камеры.

Рисунок 3 – Область сканирования

На основе этой методики был разработан измерительно-вычислительный комплекс (ИВК), с помощью которого будет проводиться экспериментальные исследования пространственной структуры излучения неоднородностей атмосферы. Основным элементом ИВК является радиометр на 280-380 нм, состоящий из:

1. Объектива - телескоп Кассегрена;
2. Вращающегося обтюратора, который приводит в движение шаговой двигатель;
3. интерференционного фильтра, имеющего полосу пропускания 280-380 нм;
4. приёмника излучения (*GYML8511*);
5. электронной части (предусилитель, масштабный усилитель, фильтр нижних частот, АЦП, микроконтроллер, флеш-память).

Объективы бывают двух видов, из зеркал и из линз. Предпочтение отдано зеркальным объективам, так как у них меньше геометрических искажений и совсем нет хроматических (цветовых) искажений. В данном исследовании будет задействована система Кассегрена.

Предпочтение отдано именно ей, поскольку такая конструкция позволит расположить фокальную точку в удобном месте за основным зеркалом, а в свою очередь вторичное выпуклое зеркало добавит эффект телеобъектива, в следствии чего, фокусное расстояние в механически короткой системе будет гораздо больше.

Рисунок 4 – Вынос элементов системы Кассегрена (1) основное зеркало, (2) вторичное зеркало, (3) УФ датчик.

В симметричном зеркале Кассегрена оба зеркала выровнены относительно оптической оси. Основное зеркало обычно имеет отверстие в центре, с помощью этого отверстия свет достигает УФ датчика.

После попадания на УФ датчик сигнал будет поступать на систему усилителей усилитель, и после фильтрации и оцифровки приходит на микроконтроллер, к которому присоединены дисплей, датчики и кнопки управления.

Рисунок 5 – Измерительно-вычислительный комплекс для экспериментальных исследований

При помощи датчиков будет проходить измерение основных параметров погоды: температуры, давления, влажности, прямой видимости. Полученные данные, будут выводиться на флеш-память, в виде таблицы.

В статье предложен метод улучшения обнаружения беспилотных воздушных судов (БВС) с использованием ультрафиолетового диапазона и фонового принципа извлечения информации (ФПИИ). Разработан измерительно-вычислительный комплекс (ИВК), включающий систему Кассегрена, который обеспечивает высокую точность измерений благодаря минимизации оптических искажений. Представленная методика позволяет учитывать изменение

атмосферного излучения для повышения вероятности обнаружения целей в условиях дневного времени.

Литература

1. Смолин В. А. Статические модели пространственной структуры излучения атмосферы в диапазоне 1,5 - 2 мкм : автореф. дис. ... канд. техн. наук. - С.: 2021. -20с

2. Сикорук Л. Л. Телескопы для любителей астрономии [Текст] / Сикорук Л. Л. – 2-е изд.. – Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989 – 368 с.

М.С. Ковалева асс.; А.Ю. Горошко студ., Д.А. Ковалева студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА АУДИОСПЕКТРА

Аудиосигнал – способ представления звука. Для аналоговых сигналов такое представление заключается в использовании изменяющегося уровня электрического напряжения, а для представления цифровых сигналов используется двоичный код. [1]

Анализаторы спектра имеют широкое применение в различных областях. Например, в радиотехнике они используются для анализа радиосигнала. Также они применяются в технике связи для анализа сигналов в оптических и волоконно-оптических линиях. В статье рассматривается графический анализатор спектра, который будет использоваться для визуализации и анализа составляющих спектра аудиосигнала. А также будет вносить эстетическую составляющую при прослушивании музыки.

Человек способен распознавать звук в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. За пределами верхней границы данного диапазона располагается ультразвук, а ниже 20 Гц – инфразвук. На рисунке 1 представлена шкала звуковых частот.

В разрабатываемом графическом анализаторе аудио спектра есть возможность ручной настройки частоты каждого канала из 8 доступных. Доступные для анализа частоты: от 80 Гц до 16 кГц.

Инфразвук	Слышимый звук	Ультразвук	Звук свервысокой частоты
0Гц-20Гц	20Гц-20кГц	20кГц-1000МГц	от 1000Мгц

Рисунок 9 – Шкала звуковых частот

Для анализа и наглядности спектральных составляющих аудиосигналов в диапазоне частот используют такие приборы, как анализаторы спектра. Например, *SA-02A4 RION*, способный проводить анализ аудиосигнала на частотах: 100, 200, 500 Гц; 1, 2, 5, 10, 20, 40 кГц (рисунок 2).

Рисунок 10 – Анализатор спектра *SA-02A4 RION*

Целью данной научной работы является разработка устройства, предназначенного для визуального представления составляющих спектра аудиосигнала. Устройство должно соответствовать приведенным ниже техническим характеристикам:

– подключение аудиоинтерфейса к разрабатываемому устройству;

– отображение составляющих спектра аудиосигнала на дисплее;

– питание 5 В через USB-порта;

– настройка яркости дисплея;

– регулировка времени зависания и скорости падения столбца частоты;

Реализация поставленной цели сопровождается решением задач: создание структурной и функциональной схем графического анализатора аудиоспектра с дальнейшим подбором компонентов.

На рисунке 3 показана структурная схема разрабатываемого устройства – графического анализатора аудиоспектра.

Рисунок 11 – Стркутурная схема разрабатываемого графического анализатора аудиоспектра

Разрабатываемое устройство состоит из блока управления, дисплея и блока передачи аудиосигнала.

Для осуществления питания необходимо постоянное напряжение 5 В

Разрабатываемое устройство будет подключаться к USB-порту компьютера пользователя с помощью type-C кабеля.

Графоанализатор визуально отображает составляющие аудиосигнала. Блок управления получает аудиосигнал от блока передачи аудиосигнала и обрабатывает полученный сигнал, и выводит его составляющие спектра на дисплей, необходимый для наглядного представления аудиосигнала. Изображение на дисплее обеспечивает возможность анализа составляющих спектра аудиосигнала для дальнейшего изучения.

Функциональная схема графического анализатора аудиоспектра представлена на рисунке 4.

Рисунок 12 – Функциональная схема разрабатываемого устройства

В качестве блока управления используется микроконтроллер *ATmega328P* (*DD1*). Подключение микроконтроллера к дисплею *LCM1602* (*HG1*) производится с использованием *I2C* интерфейса и через резисторы (*R1-R3*), номиналы которых равны 10 кОм. [2]

Разрабатываемое устройство обладает свойством мобильности, что делает его удобным для транспортабельности пользователем. На рисунке 5 показан примерный макет разрабатываемого графического анализатора аудиоспектра.

Рисунок 13 – Макет графического анализатора аудиоспектра

Можно сделать вывод о соответствии разрабатываемого устройства вышеперечисленным техническим характеристикам и способно корректно выполнять свои функции.

Литература

1. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов - Москва: Радио и связь, 1986 - с.304;
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL, 5-е изд., стер. М.: Издательский дом «Додэка-XX1», 2008. 560 с.

М.С. Ковалева асс.; Д.А. Ковалева студ., А.Ю. Горошко студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Память человека – совокупность способностей и высших психических функций, операций, протекающих в головном мозге. Также память является свойством нервной системы, которое поддается развитию. На рисунке 1 показаны два вида памяти и их расположение в отделах головного мозга. [1]

Рисунок 14 – Строение головного мозга человека

В процессе различных видов деятельности человеку требуется развитая память. Также ему необходимо иметь повышенное внимание. Вышеперечисленные требования у человека должны быть развиты и постоянно поддерживаться.

Проанализировав потребности человеческой памяти, можно сделать вывод о необходимости разработки устройства, способного развить и продлить такие функции головного мозга, как память и внимание.

Целью данной научной работы является разработка устройства, обеспечивающего возможность развития памяти и внимания человека. Такое устройство должно соответствовать приведенным ниже техническим характеристикам:

– обеспечение воспроизведения случайной последовательности различными цветами;

– обеспечения повторения случайной последовательности путем качания человеком сенсорной кнопки;

– источник напряжения;

– обеспечение мобильности разрабатываемого устройства.

Для достижения выдвинутой цели были поставлены следующие задачи:

– разработать структурную схему устройства;

– разработать функциональную схему устройства и произвести подбор компонентов, необходимых для разработки;

– сделать вывод о проделанной работе.

Основываясь на поставленные задачи выдвинутой цели, была разработана структурная схема устройства для повторения случайной последовательности сигналов, представленная на рисунке 2.

Рисунок 15 – Стркутурная схема разрабатываемого устройства

Разрабатываемое устройство состоит из блока питания, блока управления, сенсорной кнопки, блока вывода звука и блока световой индикации.

Питание блока управления осуществляется от постоянного напряжения, равного 4,5 В. В качестве такого блока питания будет использован батарейный отсек АА 3Х.

Принцип работы устройства, обеспечивающего возможность развития памяти и внимания человека, заключается в повторении пользователем случайно сгенерированной последовательности сигналов блока управления. Для вывода таких сигналов используется *RGB* светодиод с общим катодом и звуковое сопровождение. Используя сенсорную кнопку, пользователь должен повторить случайно сгенерированную последовательность.

Функциональная схема устройства для повторения случайной последовательности сигналов представлена на рисунке 3.

Рисунок 16 – Функциональная схема разрабатываемого устройства

В качестве блока управления используется микроконтроллер *ATMEGA328P* (*DD1*), который генерирует случайную последовательность сигналов. Данная последовательность поступает на *RGB* светодиод (*VD1*). Светодиод подключен к микроконтроллеру через резисторы (*R1-R3*) с номинальным сопротивлением, равным 220 Ом. Для удобства пользователя вывод случайно сгенерированной последовательности сигналов также сопровождается звуковой индикации через динамик (*BA1*), которой подключен к микроконтроллеру. При помощи касаний сенсорной кнопки *TTP223* (*DD2*) пользователь вводит последовательность сигналов. Если вводимая последовательность совпадает со сгенерированной микроконтроллером, то светодиод загорается зеленым цветом, в обратном случае –красным. [2]

Макет разрабатываемого устройства представлен на рисунке 3.

Рисунок 17 – Макет разрабатываемого устройства

Сенсорная кнопка необходимая для ввода пользовательской последовательности сигналов расположена под номером «1». Под номером «2» располагается *RGB* светодиод. Для сенсорной кнопки и светодиода необходимо вырезать отверстия в корпусе.

Таким образом, разрабатываемое устройство обладает свойством мобильности, что делает его удобным для транспортабельности пользователем.

Литература

1. Кокоз-Крофф Р. Э. Память: психологические и нейробиологические аспекты / Р. Э. Кокоз-Крофф. — М. : Изд-во Московского университета, 2005.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL, 5-е изд., стер. М.: Издательский дом «Додэка-XX1», 2008. 560 с.

М.С. Ковалева, асс.; Е.А. Макарова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА СТЕНДА «ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКУ»

В настоящее время эффективность подготовки будущих высококвалифицированных специалистов напрямую зависит от качества образования. Важную роль в этом процессе играют разнообразные методы обучения и подачи информации. Достичь необходимого уровня подготовленности без использования специализированного учебного комплекса и стендов невозможно. Особое значение имеет применение качественного лабораторного оборудования, в том числе лабораторных стендов.

На первом курсе студенты кафедры электроники и микропроцессорной техники получают основополагающие знания и практические навыки для дальнейшего обучения и работы с электроникой. Поэтому, понятие принципа работы базовых элементов электрических цепей и часто используемых устройств крайне важно.

Актуальной задачей является разработка стенда для ознакомления первокурсников с основными параметрами и характеристиками компонентов и часто используемых схемотехнических решений, которые присутствуют в устройствах, установках и узлах технических средств различного функционального назначения в области электроники.

Структурная схема разрабатываемого стенда представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Структурная схема разрабатываемого учебного стенда

Разрабатываемый стенд включает в себя основной модуль, а также шесть выносных модулей:

- модуль «Стандартные схемы включения»,
- модуль «Датчики»,
- модуль «Фильтры»,

- модуль «Электрические сигналы»,
- модуль «Альтернативные источники энергии»,
- модуль «Двигатели».

Основной модуль *A1* включает в себя блок питания, блок управления и блок вывода.

Модуль *A2* знакомит студентов со стандартными схемами включения. Он содержит схему резистивного делителя, инвертирующую и неинвертирующую схемы усилителя на операционном усилителе (ОУ), а также схемы сумматора и вычитателя на операционном усилителе [1]. Схемы представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Стандартные схемы включения а) резистивный делитель; б) схема инвертирующего усилителя на ОУ в) схема неинвертирующего усилителя на ОУ; г) Схема инвертирующего сумматора на ОУ; д) Схема сложения-вычитания на ОУ

Данные схемы включения были выбраны исходя из того, что они будут часто использоваться на протяжении последующих курсов обучения.

Модуль «Электрические сигналы» *A3* служит для ознакомления первокурсников с основными видами периодических сигналов (рис. 3) и понимания их основных составляющих: амплитуда, период, частота, фаза, скважность [2].

Рисунок 3 – Электрические сигналы а) синусоидальный сигнал; б) прямоугольный сигнал; в) треугольный сигнал; г) пилообразный сигнал

Модуль *А4* служит для изучения характеристик и параметров таких датчиков как датчик света, датчик температуры и геркон. В рамках данного модуля планируется ознакомить студентов с принципом работы датчиков и такими понятиями как чувствительность, порог чувствительности, диапазон измерений, погрешность.

Для демонстрации работы альтернативных источников энергии в модуль *А5* входят:

- солнечная батарея,
- генератор ветра,
- водяная турбина.

Модуль *А6* «Фильтры», было решено реализовать в виде семиканальной светомузыки. В основе её работы лежит пропускание звукового сигнала через электрические фильтры, границы задерживания и пропускания которых соответствуют границам звукового спектра.

Модуль *А7* включает в себя 3 типа двигателей: постоянный, шаговый и серводвигатель. В стенде предусмотрена возможность управления параметрами двигателей, такими как скоростью вращения для постоянного, скоростью вращения и углом поворота для шагового и углом поворота для серводвигателя.

Таким образом, разрабатываемый стенд позволит ознакомить студентов с фундаментальными понятиями в электронике и принципами работы базовых элементов.

Литература

1. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. — 528 с. ISBN 5-94120-074-9.

2. Данилин, А.А. Измерения в радиоэлектронике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Данилин, Н.С. Лавренко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 408 с. ISBN 978-5-8114-2238-8

Д.С. Рассказа ст.преп.; Р.И. Ефименков, студ.,
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ» МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЦИФРОВЫХ ПЕСОЧНЫХ ЧАСОВ

С развитием технологий наше понимание времени и способов его измерения претерпело значительные изменения. Традиционные песочные часы, основанные на физическом процессе течения песка, имеют долгую историю, однако они имеют определенные ограничения, такие как неточность и ограниченный диапазон времени. В современном мире тревожной динамики жизни и сложных временных менеджментов цифровые песочные часы играют важную роль. Цифровые песочные часы – это программное или аппаратное устройство, которое визуально имитирует механизм классических песочных часов. Вместо реального песка, в цифровых часах используется визуальный образ песка, который постепенно заполняет заданный объем, символизируя течение времени. В данной статье мы разработаем структурную схему цифровых песочных часов, а также взаимосвязь компонентов и их функции.

Цифровые песочные часы представляют собой удобный инструмент для эффективного управления временем. Они позволяют пользователям устанавливать временные интервалы для выполнения задач, ограничивая их по времени. Это особенно полезно в образовательных учреждениях, офисах и при личной организации. Также цифровые песочные часы обеспечивают визуальное восприятие времени, что особенно важно для детей и людей, которые могут испытывать трудности с восприятием абстрактных временных понятий. Яркие экраны и анимации помогают лучше понять процесс течения времени в любых условиях освещения. Цифровые песочные часы можно запускать, останавливать и сбрасывать по мере необходимости, что обеспечивает гибкость в использовании. Современные цифровые песочные часы могут обладать множеством функций, таких как таймеры, будильники, возможность настройки различных интервалов времени и даже интеграции с другими устройствами. Это делает их универсальным инструментом для множества ситуаций. Цифровые песочные часы легко доступны и просты в эксплуатации. Они не требуют специальных навыков для установки и настройки, что позволяет использовать их широкой аудитории.

Цифровые песочные часы представляют собой современный инструмент для измерения времени, который сочетает в себе точность электронных компонентов с простотой использования традиционных песочных часов. Они предлагают ряд преимуществ по сравнению со своими предшественниками, включая высокую точность измерения времени с погрешностью менее 1%, надежность и расширенные возможности.

Научная проблема, на которую направлено данное исследование, заключается в улучшении точности и функциональности цифровых песочных часов, основываясь на современных технологиях отображения и отслеживания движений. Научные исследования в этой области часто сосредоточены на

традиционных механических и простых цифровых решениях, которые не учитывают возможности интеграции новых технологий для повышения их эффективности.

Целью работы является разработка структурной схемы цифровых песочных часов, включая описание основных компонентов, их функций и взаимодействия.

Цифровые песочные часы можно представить в виде структурной схемы, состоящей из следующих основных компонентов: источник питания, светодиодная матрица, микроконтроллер, понижающий преобразователь, акселерометр, гироскоп и кнопки управления.

Рисунок 1 - Структурная схема цифровых песочных часов

Источник питания в электронных песочных часах необходим для обеспечения работы электронных компонентов, таких как микроконтроллер, дисплей и другие элементы, которые используются для отслеживания времени. Напряжение питания: 5В через USB или 7-12В через внешний источник. Для питания микроконтроллера, работающего при напряжении 5 В, используется понижающий преобразователь при подаче напряжения в диапазоне 7-12В.

В цифровых песочных часах используется микроконтроллер Arduino Nano, который популярен в проектах с ограниченным пространством, таких как роботы, системы автоматизации, датчики и устройства интернета вещей (IoT). Arduino Nano — это компактная, но мощная микроконтроллерная плата, основанная на микроконтроллере ATmega328 (в последних версиях может использоваться ATmega328P или ATmega328PB). Она предназначена для разработчиков, которым требуется небольшая плата для встраиваемых проектов. Благодаря поддержке программирования через Arduino IDE, плата легко интегрируется в различные проекты как для новичков, так и для опытных разработчиков. Он обеспечивает точное измерение времени и настраиваемые

интервалы, автоматизацию процессов и регистрацию данных, анализ данных и обмен информацией с внешними устройствами. Он повышает точность, эффективность и возможности настройки, что необходимо для проведения достоверных научных исследований.

Светодиодная матрица — это цифровой модуль, использующий микросхему MAX7219 для управления до 64 светодиодов или восьми 7-сегментных индикаторов. Он широко используется для отображения текста, символов, цифр и простых графических элементов. Модуль MAX7219 используется в разнообразных проектах для отображения данных: от электронных часов и бегущих строк до панелей управления и визуализации информации в реальном времени. Благодаря простоте подключения и возможности каскадирования, он популярен среди разработчиков DIY проектов и систем индикации. Светодиодная матрица в электронных песочных часах используется для отображения времени, оставшегося до завершения отсчета, и может также показывать другие необходимые данные. Использование светодиодной матрицы, управляемой микросхемой MAX7219, обеспечит не только отображение времени, но и возможность реализации анимаций и графиков, что сделает процесс отсчета более наглядным и интуитивным.

MPU6050 — это многофункциональный модуль, который включает в себя 3-осевой акселерометр и 3-осевой гироскоп. Внедрение модуля MPU6050 обеспечит функцию отслеживания движений и ориентации, позволяя часам автоматически корректировать свое отображение оставшегося времени в зависимости от положения устройства. Это может быть особенно полезно в условиях высокой динамики. Он широко используется в проектах, требующих отслеживания движений и ориентации в пространстве, таких как дроны, роботы, игровые контроллеры и системы стабилизации. Акселерометр: измеряет ускорение по трем осям (X, Y, Z), что позволит отслеживать движения и наклоны устройства. Гироскоп измеряет угловую скорость по трем осям, что поможет определить вращение устройства в пространстве. Это может помочь в поддержании стабильного положения устройства, что особенно важно, если часы используются в условиях, где возможны вибрации или движения.

Органы управления включают в себя две тактовые кнопки, которые переключают режимы работы песочных часов. В сравнении с традиционными цифровыми песочными часами, предложенная модель оснащена различными режимами работы, поддерживаемыми тактовыми кнопками. Это позволит пользователям задавать различные временные интервалы, включая режимы паузы и быстрого отсчета.

Цифровые песочные часы являются эффективным инструментом для управления временем и повышения продуктивности. Благодаря своей простоте, визуализации и множеству функций они находят широкое применение в различных сферах жизни. Построение структурной схемы цифровых песочных часов подчеркивает их функциональность и разнообразие, что делает их важной частью современного времениизмерительного оборудования. В будущем мы можем ожидать дальнейшего развития технологий, что, вероятно, приведёт к

появлению ещё более продвинутых и функциональных изделий, способствующих эффективному управлению временем.

Литература

1. Кириллова Е.Б., Лихонина М.В. Цифровые песочные часы: инструмент самоорганизации учащихся. Москва: Московский институт открытого образования, 2022.
2. Попов В.А. Цифровые песочные часы для эффективного управления временем. Санкт-Петербург: Питер, 2021

Д.С. Рассказа, ст. пр.; П.С. Масловский, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Обучение инженеров – это сложный и многоуровневый процесс, который не может быть сведён лишь к изучению теории. Знания, которые студенты технических специальностей получают в процессе обучения, должны быть не просто усвоены, но и применены на практике. Это помогает глубже усвоить материал, развить техническое мышление и прикладные навыки.

Важнейшую роль в этом процессе играют практические и лабораторные работы. Они позволяют студентам применить полученные теоретические знания в конкретных ситуациях, а также научиться использовать специализированное оборудование и инструменты. Именно поэтому в учебном процессе технических специальностей такой большой акцент делается именно на практику.

Данный обновленный стенд будет использоваться в учебном процессе в рамках курса «Основы электроники и наноэлектроники» [1].

Схема, была разработана на основе макетной платы без пайки, работает следующим образом. К разъему XP1 подключается источник питания и земля. Этот разъем позволяет быстро менять полярность в схеме для выполнения различных задач. В зависимости от конкретной лабораторной работы, может быть включена схема биполярного транзистора с общей базой (ОБ) или общим эмиттером (ОЭ). Ключ S1 (рис. 1) позволяет переключаться между этими схемами.

Рисунок 1 – Схема подключения разъемов XP1 и ключа S1

Для получения выходных характеристик требуется второй источник питания, который подключается к разъему XP2 (рис.2). Земля подключается к XP2, аналогично первому источнику питания. С помощью ключа S2 можно переключаться между схемами ОБ и ОЭ.

Рисунок 2 – Схема включения *XS3, XS4* и ключей *SB4, SB2, SB3*

Резисторы R1, R2 и R3 выполняют функцию ограничителей тока для защиты биполярного транзистора от высоких токов, которые могут пройти через его выводы. Они также служат измерительными резисторами, а их номинал выбран таким образом, чтобы быть кратным 10. Это упрощает расчеты тока согласно закону Ома. Для защиты амперметров на измерительные выводы подключаются стабилитроны, поскольку для лучшей работоспособности схемы амперметры были исключены, в стабилитронах нет необходимости.

Конденсаторы *C1, C2* керамические. Данные конденсаторы выполняют функцию развязки по питанию.

Индивидуальный сглаживающий конденсатор (ИСК) расположен между шинами питания и "землей", прямо рядом с местами подключения электронных устройств к этим шинам. Этот конденсатор функционирует как отдельный источник питания для схемы и физически находится очень близко к ней.

Защита корпуса выполнена в соответствии с маркировкой IP44. Маркировка IP (Ingress Protection Rating) представляет собой систему обозначений, которая используется для определения степени защиты оборудования от внешних воздействий, таких как пыль, вода, механические воздействия и другие.
Маркировка IP включает в себя две цифры, следующие за буквами IP. Первая цифра в маркировке IP равна 4. Это означает, что стенд обладает достаточным уровнем защиты для предотвращения проникновения внутрь его корпуса посторонних твёрдых тел диаметром более 1 мм, а также проволоки. Вторая цифра в маркировке IP также равна 4. На практике это означает, что наш стенд

способен выдержать воздействие воды, которая может быть разбрызгана на корпус изделия с любого направления, без вреда для самого изделия.

В первом эксперименте была получена входная характеристика в схеме ОБ при U_КБ=0 и U_КБ=5 В и на основе полученных данных, были построены графики (рис.3).

Рисунок 3 – Входная характеристика в схеме ОБ при $U_{КБ} = 0$ и $U_{КБ} = 5$ В

Во втором эксперименте была получена входная характеристика в схеме ОЭ при U_КЭ=0 В и U_КЭ=5 В. Графики также были построены на основе данных, полученных в ходе эксперимента с схемой ОЭ (рис.4).

Рисунок 4 – Входная характеристика в схеме ОЭ при $U_{КЭ} = 0$ В и $U_{КЭ} = 5$ В

На макетной плате были получены выходные характеристики биполярного транзистора CA3127 в схеме ОБ при I_Э=1 мА, I_Э=3 мА, I_Э=6 мА, I_Э=9 мА, I_Э=12 мА, I_Э=15 мА. Графики, построенные на основе этих данных, представлены на рис. 5

Рисунок 5 – Выходные характеристики в схеме с ОБ при

$I_э = 1$ мА, $I_э = 3$ мА, $I_э = 6$ мА, $I_э = 9$ мА, $I_э = 12$ мА, $I_э = 15$ мА

Также были получены выходные характеристики биполярного транзистора КТ3102ГМ в схеме ОЭ при I_Б=0 мкА, I_Б=30 мкА, I_Б=60 мкА, I_Б=90 мкА, I_Б=120 мкА, I_Б=150 мкА. Графики, построенные на основе этих данных, представлены на рис. 6.

Рисунок 6 – Выходные характеристики в схеме с ОЭ при I_Б=25 мкА, I_Б=50 мкА I_Б=75 мкА

Исходя из результатов натурного моделирования и анализа полученных графиков, можно сделать заключение, что подобранные компоненты отвечают требованиям стенда, а работа стенда, моделированного на макетной плате,

проверена и подтверждена. Форма входной и выходной характеристики биполярного транзистора с включением ОБ схожа с характеристиками, указанными в нормативной документации.

Несмотря на некоторую погрешность практически полученной характеристики по сравнению с характеристикой из нормативной документации (6%), форма вольт-амперной характеристики не противоречит теоретической. Это позволяет студентам наглядно подтвердить теоретические знания о характеристиках транзисторов, полученные на лекциях.

Литература

1. Николаевский, И.Ф. Параметры и предельные режимы работы транзисторов / И.Ф. Николаевский, Д. В. Игумнов. – М.: Советское радио, 2017. – 380с
2. Степаненко, И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем / И. П. Степаненко. – М.: Государственное энергетическое издательство, 2014. – 374 с.
3. П.С Масловский, Д.С. Рассказа. // Модернизация лабораторного стенда «Биполярные транзисторы»// [Электронный ресурс] URL: https://sbmpei.ru/files/uplfiles/Tom_XXI-2.pdf

Д.С. Рассказа ст. преп.., Д.Д. Петров студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОММУТАТОРА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 30 *МГЦ* ДО 300 *МГЦ*

Коммутаторы высокочастотных сигналов являются неотъемлемой частью систем связи, радиовещания и телекоммуникаций. Они обеспечивают передачу сигналов в широком диапазоне частот с минимальными потерями и искажениями. Рассматриваемая версия коммутатора предназначена для работы в диапазоне частот от 30 *МГц* до 3000 *МГц* и имеет классическую схему на базе высокочастотных ключей и фильтров. Однако с ростом требований к телекоммуникационным устройствам, старые версии коммутаторов становятся менее эффективными и требуют модернизации для улучшения функциональности и уменьшения размеров устройства.

Целью научной работы являлся анализ старой версии коммутатора высокочастотных сигналов и предложение модификаций для повышения его эксплуатационных характеристик, компактности и надежности в современных условиях эксплуатации.

Предыдущая версия коммутатора была предназначена для коммутации сигналов от нескольких источников на различные выходные устройства. Основные компоненты устройства включали в себя. Вводные порты для подключения сигналов. В устройстве использовались до 32 вводных портов, что позволяло одновременно обрабатывать большое количество сигналов от различных источников. Управление коммутатором производилось путем *TTL*-логики управления. Устройство использовало логические уровни *TTL* для управления высокочастотными ключами. Для этого требуется отдельный контроллера для формирования и подачи управляющих сигналов.

Рисунок 1 – Функциональная схема управлением коммутатора высокочастотных сигналов в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц

Коммутатор имел 32 выходных порта для передачи сигналов на внешние устройства. Каждый выходной порт был оборудован разъёмом, обеспечивающим передачу сигнала с минимальными -6*дБ* потерями. Предыдущая версия устройства имела крупные габариты, обусловленные использованием большого количества портов и физически крупной элементной базы.

Также хотелось отметить устройство не было защищено от воздействия внешней среды, что ограничивало его применение в условиях повышенной влажности, запылённости или воздействия агрессивных химических сред.

Рисунок 2 – Функциональная схема коммутатора высокочастотных сигналов в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц

Недостатки старой версии коммутатора заключались в следующем:

– Устаревшая технология управления: Использование TTL-логики ограничивало гибкость устройства, требовало сложной схемы управления и вызывало небольшие задержки при переключении.

– Большое количество входных и выходных портов увеличивало размер устройства, что делало его неудобным для использования в компактных системах или в условиях ограниченного пространства.

– Невозможность использования устройства в сложных условиях внешней среды ограничивало его применение в промышленных и полевых условиях.

– Сложность логики и большое количество компонентов приводили к высокому энергопотреблению, что также ограничивало использование устройства в автономных системах.

Для решения вышеперечисленных проблем и улучшения характеристик устройства предлагается модернизация коммутатора с учётом следующих изменений.

Вывод интерфейса через разъём *DB*9. Интерфейс *DB*9 является стандартом для передачи данных и управления в промышленных устройствах, что облегчит интеграцию коммутатора в современные системы.

Уменьшение количества вводных портов новой версии устройства предлагается сократить количество вводных портов с 32 до 16. Это уменьшит габариты устройства и упростит его использование в системах с меньшим количеством источников сигналов, сохранив при этом возможность обработки сигналов в широком диапазоне частот.

За счет сокращения количества портов и использования компактных компонентов планируется уменьшить размеры коммутатора. Это позволит использовать устройство в мобильных и портативных системах связи.

Новая версия коммутатора будет оснащена герметичным корпусом, что обеспечит защиту от влаги, пыли и агрессивных сред. Это расширит возможности применения устройства в сложных климатических условиях и в промышленных средах с высоким уровнем загрязнения.

Сокращение числа выходных разъёмов позволит уменьшить размеры устройства и снизить его стоимость. При этом останется достаточное количество выходов для большинства применений, что сохранит функциональность коммутатора для широкого спектра задач.

Преимущества новой версии коммутатора:

– Уменьшение количества вводных и выходных портов позволяет значительно уменьшить размер устройства, что делает его более удобным для использования в условиях ограниченного пространства.

– Переход на стандартный интерфейс упрощает процесс подключения и управления устройством, устраняя необходимость сложной логики и специализированных контроллеров.

– Герметичный корпус защищает устройство от негативного воздействия внешних факторов, что делает его применимым в сложных условиях окружающей среды, например, на промышленных предприятиях или в полевых условиях.

– Сокращение количества портов и упрощение схемы управления уменьшает энергопотребление устройства, что особенно важно для систем с автономным питанием.

– Меньшее количество портов и упрощённая логика управления делают устройство более простым в эксплуатации и настройке, что сокращает затраты на обучение персонала и обслуживание.

Недостатки новой версии коммутатора:

– Уменьшение числа вводных и выходных портов с 32 до 16 ограничивает возможность подключения большего количества источников и приемников сигналов. Это может стать проблемой для систем с высокой плотностью сигналов, требующих большого количества каналов связи.

– Введение герметизации может увеличить стоимость производства устройства, что может сказаться на конечной цене для потребителя.

Предложенная модернизация коммутатора высокочастотных сигналов направлена на повышение его функциональности, уменьшение габаритов и улучшение эксплуатационных характеристик. Переход на интерфейс DB9, уменьшение числа портов и герметизация корпуса открывают новые возможности для применения устройства в сложных условиях и более компактных системах. Однако при этом сокращение числа портов может ограничить его применение в системах с высоким количеством источников и приёмников сигналов. Тем не менее, новая версия коммутатора обладает рядом значительных преимуществ, которые могут сделать её более востребованной в современных условиях эксплуатации.

Литература

1. Коммутатор аналоговых сигналов ка-4-16 — URL https://cyberleninka.ru/article/n/kommutator-analogovyh-signalov-ka-4-16 (дата обращения: 02.09.2024),

2. Обзор отечественных и зарубежных сигнализаторов обледенения — URL https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-otechestvennyh-i-zarubezhnyh-signalizatorov-obledeneniya (дата обращения: 15.09.2024),

3. С. П. Астахов к. т. н. доц., Д. Д. Петров студ. Принцип работы функциональной схемы, коммутатора высокочастотных сигналов в диапазоне частот от 30 МГц до 300МГц. // ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2023 (микроэлектроника и оптотехника, технологии и оборудование в промышленности) Сб. трудов XIII -ой Национальной научно-технической конференции с международным участием. В 2 т. Т 1. - 2023. - С. 153-156

Д.С. Рассказа, с.преп.; А.В. Прудников, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ИСКАЖАЮЩЕЕ ГОЛОС

С древних времен человечество использовало маски для сокрытия своей идентичности. В эпоху цифровых технологий, человечество достигло нового уровня анонимности — маску, которая не только скрывает лицо, но и изменяет голос. Например, его можно сделать более низким. Маска с функцией

искажения голоса открывает двери к новым возможностям для самовыражения и взаимодействия.

Устройство разработано в виде маски и понижает тональность голоса. Состоит из 4 основных компонентов:

– микроконтроллер,
– микрофон,
– динамики с усилителем,
– потенциометр,
– аккумулятор,

Была разработана структурная схема устройства (рис. 1).

Рисунок 1 – Структурная схема устройства

В качестве микроконтроллера используется ATMEGA328. Чтобы понизить тон, микроконтроллер выполняет временное растяжение звукового сигнала. В буфер загружается 300 измерений и чтобы понизить тональность, микроконтроллер пропускает измерения, воспроизводя каждое n-е измерение по 2 раза. Потенциометром задается сколько измерений будет повторяться по 2 раза. Алгоритм работы изображен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Алгоритм работы устройства

Для уменьшения количества артефактов в звуке, можно смешивать текущий звук и тот, что в конце буфера через средне взвешенную сумму. Для предотвращения воспроизведения посторонних шумов (звуки до 30 дБ), задается пороговое значение измерения, при котором начинает заполняться буфер.

Была разработана функциональная схема устройства (рис. 3).

Рисунок 3 – Схема электрическая функциональная.

Что бы убрать высокочастотный шум используется фильтр низких частот (рис. 4).

Для расчета конденсатора в RC-фильтре нужна формула [1]:

$$C = \frac{1}{f * 2 * \pi * R} = 1 * 10^{-7}\ Ф.$$

где f – частота *среза*, Гц; R - сопротивление, Ом.

Рисунок 4 — фильтр низких частот

В качестве источника питания используется аккумулятора *(3.7 В, 600 мА)*. Он будет изолирован от воздействия горячего и влажного воздуха, выдыхаемым человеком. Все остальные компоненты устройства тоже будут изолированы.

Данный проект является одним из вариантов реализации устройства искажающего голос. Микроконтроллер дает нам возможность изменять голос, изменяя его тональность, как пожелает пользователь.

Литература

1) Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – М.: Издательский дом «Додека-XXI» 2005. – 528 с.
2) Лу С., Ванг П. и др. Технология беспроводной зарядки // Беспроводные технологии. 2017.№3. С. 56-64; №4. С. 37-43.

Д.С. Рассказа, ст. пр.; З.А. Хроменков, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИНКРЕМЕНТНОГО ЭНКОДЕРА К МИКРОКОНТРОЛЛЕРУ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ЦИФРОВОГО ПОТЕНЦИОМЕТРА

При создании схемы питающего устройства, например, блока или модуля питания, часто появляется необходимость управлять напряжением в конкретном определенном диапазоне. Решение этой задачи кажется довольно простым — достаточно включить в схему потенциометр, позволяющий напрямую менять сопротивление цепи и тем самым управлять её напряжением.

Однако у такого решения есть один критический недостаток. Потенциометр является аналоговым устройством и не способен самостоятельно взаимодействовать с цифровыми компонентами, что становится огромным минусом в современных реалиях. Ведь даже для того, чтобы вывести текущее значение напряжения на простейший семисегментный индикатор, потенциометру понадобится отдельная схема АЦП, что существенно увеличит стоимость для решения лишь одной узконаправленной задачи.

Решением этой проблемы может стать замена потенциометра энкодером, которому не требуется АЦП и достаточно наличия микроконтроллера, обладающего кратно большим функционалом в сравнении с аналого-цифровыми преобразователями.

Микроконтроллеру нужно лишь получать сигнал от энкодера, чтобы одновременно управлять сопротивлением в цепи при помощи цифрового резистора, выводить текущее значение напряжения на дисплей семисегментного индикатора и параллельно выполнять ещё несколько разных задач, если имеется необходимость. Анализ возможности такого замещения ставит перед собой данная статья.

Инкрементный энкодер — это дискретный датчик, считывающий угол и скорость поворота вала, и генерирующий электронный импульс для каждого определённого поворота [1]. При постоянном вращении вала энкодера формируется последовательность таких импульсов, с помощью которой можно определить направление и скорость вращения. Внешний вид устройства показан на рисунке 1.

Рисунок 1 – Внешний вид энкодера

Энкодер представляет собой набор из двух ключей, параллельно подключенных к источнику постоянного тока через сопротивление (резисторы).

Каждый из ключей имеет свой канал. Канал первого ключа обозначается буквой «А», канал второго буквой «В». При вращении вала ключи поочерёдно замыкаются с точкой нулевого потенциала, обозначаемой буквой «С» [1]. Очерёдность замыкания ключей обуславливается направлением вращения. При этом выходной сигнал, формируемый на выводах каналов «А» и «В», представляет собой два импульсных сигнала со скважностью 50%, сдвинутых относительно друг друга на 90°. Направление вращения определено отставанием или опережением импульса одного из каналов относительно импульса другого канала. Величина вращения вала определяется по количеству импульсов на двух каналах одновременно.

Как уже упоминалось ранее для того, чтобы обрабатывать выходной сигнал энкодера, необходим микроконтроллер. В качестве частного случая будет рассмотрено подключение к конкретному микроконтроллеру, поскольку разных моделей данного устройства огромное множество и все они различны между собой как исполняемыми функциями, так и техническим наполнением.

Для рассмотрения был выбран микроконтроллер HK32F103, построенный на базе ядра Cortex-M3. Он включает в себя все необходимые интерфейсы, устройства, порты и имеет сравнительно небольшую рыночную стоимость.

Подключение энкодера осуществляется через универсальный интерфейс ввода-вывода GPIO, служащий связующим звеном между микроконтроллером и любым внешним периферийным устройством. Контакты интерфейса, сгруппированные в порт, могут выступать как в роли входа, так и в роли выхода. Присваивание контакту роли ввода или вывода данных происходит в ходе записи программы в микроконтроллер.

Контакт канала «А» энкодера подключается к контакту ввода «PA0» микроконтроллера. Контакт канала «В» энкодера подключается к контакту ввода «PA1». Вывод данных, поступающих от энкодера, происходит через контакты «PA2» и «PA3» соответственно. Контакт «С» энкодера, являющийся заземлением, подключается к точке нулевого потенциала микроконтроллера, роль которой берёт на себя контакт «VSS_1». Схема подключения энкодера к микроконтроллеру приведена на рисунке 2.

Для того, чтобы микроконтроллер корректно работал с подключённым к нему энкодером и выполнял те функции, которые от него требуются, необходима программа. Программный код для микроконтроллера может быть написан на таких языках, как C, C++, Python или Assembly.

Когда ножки «PA0» и «PA1» порта GPIO запрограммированы на ввод данных, микроконтроллер постоянно опрашивает их состояние до тех пор, пока от энкодера не поступит определённое значение в двоичном коде. Энкодер же может выдавать лишь четыре значения: «00» – оба ключа разомкнуты; «01» – ключ канала «А» разомкнут, ключ канала «В» замкнут; «10» – ключ канала «А» замкнут, ключ канала «В» разомкнут; «11» – оба ключа замкнуты [2].

Рисунок 2 – Схема подключения энкодера EC11 к микроконтроллеру HK32F103

Состояния «00» и «11» являются переходными, поскольку, как в случае одновременно замкнутых ключей, так и в случае одновременно разомкнутых на вход микроконтроллера не поступает никаких импульсов [2].

Микроконтроллер ведёт опрос состояния до тех пор, пока энкодер не поменяет значение «00» (все ключи разомкнуты) на одно из трёх возможных значений. При подаче на входы значения «10» или «01» опрос состояния заканчивается, и сигнал в виде импульса передаётся в один из встроенных таймеров, имеющий свой счётчик. Таймер подсчитывает количество импульсов и скорость их смены. Определяется опережение одного импульса относительно другого. На основе всех этих данных появляется информация о величине, скорости и направлении вращения вала, которую в дальнейшем микроконтроллер использует для управления сопротивлением цифрового потенциометра. Блок-схема работы программы приведена на рисунке 3.

Рисунок 3 – Блок-схема работы программы микроконтроллера

Анализ замещения потенциометра энкодером для управления напряжением цепи даёт понять, что данная возможность не только существует, но и может стать хорошим решением в современных реалиях, где цифровая электроника всё чаще приходит на смену аналоговой.

Литература

1. Яцун, С.Ф. Датчики и обработка сигналов в мехатронике[Текст]: учебное пособие / С.Ф. Яцун, П.А. Безмен // Курск:Юго-Зап. гос. ун-т. – 2014. – 32-48 с

2. Хоровиц П., Хилл У. ИСКУССТВО СХЕМОТЕХНИКИ ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО Бронина Б. Н., Коротова А. И., Микшиса М Н., Поспелова Л В., Соболевой О. А., Чечёткина Ю. В.// Изд. III М.: БИНОМ, 2014. – 495-507 с.

Е.А. Сапроненкова, асс.; Т.С. Астахова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В ИНТЕРЕСАХ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Оптические методы неразрушающего контроля находят применение в различных сферах деятельности человека.

Общая классификация оптических методов контроля приведена в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Общая классификация оптических методов контроля

По характеру взаимодействия оптического излучения с объектом	По первичному информативному параметру	По способу получения первичной информации
Эмиссионный (собственного излучения или индуцированного излучения) **Трансмиссионный** (прошедшего излучения) **Абсорбционный** (поглощенного излучения) **Отраженного излучения** **Рассеянного излучения**	**Амплитудный** (энергетический) **Фазовый** **Поляризационный** **Спектральный** **Геометрический** **Временной** (с временным разрешением) **Пространственный** (с пространственным разрешением)	**Визуальный** **Визуально-оптический** **Телевизионный** **Дифракционный** **Интерференционный** **Рефракционный** **Фазово-контрастный** **Когерентный** **Монохроматический** **Импульсный** **Модуляционный** **Фильтрационный** **Стробоскопический** **Многоканальный** **Дифференциальный** **Корреляционный** **Фотохимический** **Оптоакустический** **Электрооптический** **Магнитооптический** **Фотоэлектрический**

На выбор того или иного оптического метода контроля влияют, прежде всего условия, в которых осуществляется неразрушающий контроль: например, если объект контроля находится на значительном удалении (порядка десяток – сотен метров), целесообразно использовать телевизионный способ получения первичной информации, применяя в качестве первичного информативного параметра амплитудное значение собственного или индуцированного излучения объекта.

В качестве примера реализации неразрушающего дистанционного контроля в интересах экономии электрической энергии, можно привести способ дистанционного определения координат мест возникновения коронных разрядов

на высоковольтной линии электропередачи [2], осуществляемый с помощью сканирующего вычислительного устройства (рисунок 1), содержащего:

Рисунок 1 – Структурная схема сканирующего вычислительного устройства

- работающий в солнечно-слепом спектральном диапазоне (250 – 280 *нм*) радиометр 1 с оптической системой, формирующей узкое в горизонтальном направлении и вытянутое в вертикальном направлении поле зрения,
- работающий в солнечно-слепом спектральном диапазоне (250 – 280 *нм*) радиометр 2 с узкопольной оптической системой, формирующей узкое в вертикальном направлении и более широкое (в 3 ÷ 4 раза) в горизонтальном направлении поле зрения,
- исполнительное устройство привода в горизонтальной плоскости 3, обеспечивающее изменение углового положения радиометра 1, исполнительного устройство привода в вертикальной плоскости 4 и радиометра 2,
- исполнительное устройство привода в вертикальной плоскости 4, радиометра 2, обеспечивающее изменение углового положения радиометра 2,
- датчик углового положения оптической оси 5 радиометра 1 исполнительного устройства привода в горизонтальной плоскости 3,
- датчик углового положения оптической оси 6 радиометра 2 устройства привода в горизонтальной плоскости 4,
- управляющее вычислительное устройство 7,
- запоминающее устройство 8,
- устройство отображения информации 9.

На рисунке 2, поясняющим процесс сканирования контролируемого протяженного участка высоковольтной линии электропередачи в горизонтальной плоскости, показаны радиометры 1 и 2, опоры 10 с проводами 11, формируемое радиометром 1 поле зрения 12, перемещаемое по траектории 13 и места возникновения разряда 14.

а)

б)

Рисунок 2 – Процесс сканирования контролируемого протяженного участка высоковольтной линии электропередачи

а) на этапе определения азимута направления на место коронного разряда

а) на этапе определения угла места направления на место коронного разряда

Таким образом, предложенный способ оперативной диагностики протяженных участков высоковольтной линии электропередачи в интересах выявления мест возникновения коронного разряда на основе оптического метода неразрушающего дистанционного контроля, позволяет сократить общее время контроля протяженного участка высоковольтной линии электропередачи.

Литература

1 ГОСТ Р 58399—2019. Контроль неразрушающий. Методы оптические. Общие требования. — М., 2019 — 15 с

2 Патент № 2744569 Российская Федерация, МПК G01R 31/08 (2006.01). Способ дистанционного определения координат мест возникновения коронных разрядов на высоковольтной линии электропередачи : № 2020127013 : заявл. 12.08.2020: опубл. 11.03.2021 / Астахов С. П., Рябинина Е. А., Якименко И. В. ; заявитель «НИУ «МЭИ» – 15 с.

В.А. Смолин, к.т.н., доцент; В.В. Аверкиев, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОНИТОРНОГО РАСШИРИТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПЕРЕРЫВЕ

Компьютеры стали неотъемлемой частью повседневной жизни многих людей. Вместе с тем, за компьютером мы проводим значительные периоды времени – будь то работа, учеба, общение с друзьями или просто развлечения. Согласно российским нормативам, время работы за компьютером регулируется **СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [**1], который устанавливает требования к организации труда с использованием компьютеров.

Для взрослого человека (более 18 лет), непрерывная работа за компьютером не должна превышать 2-х часов. Рекомендуется делать перерывы 10-15 минут каждый час работы и общая продолжительность пребывания за компьютером в день – не более 6 часов.

Длительное время, проведённое за компьютером, может негативно сказаться на здоровье. Неправильная посадка за компьютером может вызвать хронические боли и проблемы с осанкой, утомление и стресс, так же длительная фокусировка на экран монитора приводит к сухости глаз, развитию близорукости.

Мониторный расширитель с системой оповещения о перерыве – это устройство, которое помогает пользователям более эффективно организовать время работы за компьютером. Такая система отслеживает продолжительность непрерывного использования компьютера и напоминает о необходимости сделать перерыв для отдыха глаз, физической разминки или других действий, снижающих нагрузку на организм. Так же устройство станет элементом декора и украсит рабочее место за счёт подсветки (рис. 1).

Рисунок 1 – Эффект расширения монитора

Микроконтроллер (MCU) – это центральный элемент управления всей системой, отвечает за координацию работы всех подключенных компонентов и обработку внешних сигналов.

Сенсорный датчик, отслеживает окружающую температуру и определяет сидит ли человек за компьютером.

RGB светодиодная лента крепится за монитор и сознает эффект расширения монитора. Управляется микроконтроллером для изменения цвета, яркости и эффектов подсветки в соответствии с внешними условиями или настройками пользователя. Датчики света нужны для автоматической регулировки яркости подсветки в зависимости от окружающих условий освещения. Они передают информацию о уровне освещенности микроконтроллеру для коррекции яркости светодиодной ленты.

Разветвитель (мультиплексор) используется для подключения и распределения сигналов между различными компонентами. Обеспечивает удобную организацию проводов и соединений.

Пьезопищалка активируется микроконтроллером для предупреждения пользователя о длительном пребывании пользователя за компьютером.

Часы реального времени (RTC) обеспечивают отслеживание времени, в нашем случае, когда человек сел за компьютерное место, перерыв.

Wi-Fi модуль будет позволяет управлять светодиодной лентой удаленно через сеть или синхронизировать ее с другими устройствами (телефон/планшет).

Рисунок 2 – Структурная схема устройства

Светодиодную ленту необходимо прикрепить к задней поверхности монитора по периметру [2]. Датчики света располагаются по краю монитора (рис. 3).

Блок управления с сенсорным датчиком устанавливается на подставку под монитором.

Рисунок 3 – Расположение датчиков и светодиодной ленты на мониторе

После включения и инициализации устройства, микроконтроллер начинает опрос сенсорного датчика. В случае, если обнаружено присутствие человека за компьютером, запускается таймер, отсчитывающий время до перерыва. По окончании работы таймера выдаётся оповещение о необходимости сделать перерыв. Оповещение может быть звуковым, цветовым (светодиодная лента будет менять цвет по заданному алгоритму) или комбинировать два предыдущих варианта. После перерыва, при возвращении пользователя к компьютеру, система возобновляет мониторинг температуры и активности, готовясь к следующему циклу работы.

В системе также используются датчики света, которые считывают цвета с экрана монитора. Эти датчики определяют, какие цвета отображаются в определенных зонах экрана, и передают информацию на микроконтроллер. Микроконтроллер обрабатывает полученные данные и синхронизирует работу светодиодной ленты, которая отображает те же цвета, что и экран.

Это позволяет светодиодной ленте работать как расширение монитора, создавая эффект погружения и улучшая визуальное восприятие. Светодиодная лента не только эффективно привлекает внимание, но и добавляет эстетичность рабочему пространству, создавая приятную и комфортную атмосферу для работы.

В заключение, предложенная система мониторного расширителя с оповещением о перерывах является эффективным решением для пользователей, проводящих много времени за компьютером. Она не только помогает следить за

продолжительностью работы, своевременно напоминая о необходимости сделать перерыв для отдыха, но и улучшает комфорт и визуальное восприятие рабочего пространства благодаря RGB-подсветке, работающей как расширение экрана. Таким образом, устройство способствует заботе о здоровье и повышает общую продуктивность и удобство работы за компьютером.

Литература

1. СанПиН // Электрон. Текстовые дан. 2003. [Электронный ресурс] URL: https://stavsch36.ru/doc/post_306_2003.pdf
2. AlexGyver // Электрон. Текстовые дан. 2023. [Электронный ресурс] URL: https://alexgyver.ru/ambisensor/

В.А. Смолин, к.т.н., доцент; М.С. Баранова, студ.
(Филиал ФГБОУВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИЦ «ИСКУССТВЕННЫЙ СТАРОСТА»

В современном цифровом мире распознавание лиц становится все более важной технологией, которая находит широкое применение в различных отраслях. От учебных заведений до торговых центров и других общественных мест, технологии распознавания лиц имеет ряд преимуществ, таких как:

– Повышенная безопасность: метод детекции лица позволяет вычислить преступников, предотвратить несанкционированный доступ в учебное заведение или иное место, куда не каждый должен попасть. Кроме того, распознавание лиц используется на многих гаджетах, что позволяет ограничить доступ к личным данным.

– Быстрая аутентификация: утрачивается необходимость запоминать сложные пароли и вводить их. Для ввода пароля или выполнения оплаты достаточно посмотреть в камеру.

Распознавание по лицу – это метод биометрической идентификации, который использует уникальные характеристики геометрии и особенностей лица человека для его аутентификации и идентификации [1].

Данная разработка является заменой одной из обязанностей старосты. В начале каждого учебного занятия староста проверяет посещаемость студентов своей группы. Некоторые студенты злоупотребляют дружескими или иными социальными взаимоотношениями со старостой группы, склоняя его к сокрытию их отсутствия на занятиях. Старосты не всегда осознают важность достоверного заполнения журнала. В таких ситуациях они могут не отметить студента, тем самым нарушить правила, указанные в журнале. В случае возникновения инцидента со студентом во время учебного времени, журнал может быть подвержен проверке. Если по данным в журнале он присутствовал на занятии, высшее или среднее специальное учебное заведение будет нести ответственность за произошедшее со студентом.

Идентификация лиц может помочь предотвратить несанкционированный доступ в здания и на занятия, повышая безопасность учащихся, преподавателей и сотрудников. В случае, если веб-камера не распознает человека, находящегося

на занятии, преподаватель успеет вовремя среагировать и обезопасить жизни окружающих, обратившись в службу экстренного реагирования.

В случае, если в высшее или в среднее специальное учебное заведение решит пробраться человек для получения знаний без официального поступления, его опять же смогут быстро обнаружить.

Во избежание подобных происшествий разработано устройство «Искусственный староста». Данный проект включает в себя следующие функции:

– детекция лиц студентов в аудитории;

– сравнение извлеченных признаков с фотографиями студентов, предварительно загруженными в базу данных;

– определение в прямом эфире с трансляции веб-камеры имен студентов, присутствующих в аудитории.

Указанный метод устраняет необходимость ручной проверки посещаемости и повышает безопасность студентов. Для формирования списка студентам достаточно будет посмотреть в веб-камеру.

Устройство работает по принципу распознавания лиц во время прямой трансляции веб-камеры. Структурная схема устройства изображена на рисунке 1.

Рисунок 18 – Структурная схема устройства

«Искусственный староста» будет оснащен одноплатным микрокомпьютером Raspberry Pi 4 Model B 2018 года [2], изображенным на рисунке 2 с операционной системой Raspberry Pi OS GNU/Linux. Также в состав устройства входит мониторор, проводная веб-камера DEXP DF2M3FM1 с разрешением видео 1920*1080 пикселей, максимальной частотой кадров 30 кадр/с и углом обзора 120°, клавиатура и мышь.

Рисунок 19 – Raspberry Pi 4 Model B

Причинами выбора Raspberry Pi перед другими системами стали:

– Компактность: Raspberry Pi – это компактный и доступный одноплатный компьютер. Компактность позволяет сделать «умного старосту» портативным.

– Поддержка сообщества: Raspberry Pi имеет большое и активное сообщество, которое предоставляет множество ресурсов, документации и поддержки для разработчиков.

В процессе разработки проекта была приобретена веб-камера DEXP DF2M3FM1, изображенная на рисунке 3. Благодаря универсальному креплению с прищепкой-подставкой она предусматривает размещение на столе, мониторе или штативе. Таким образом вне зависимости от кабинета можно разместить камеру так, как удобно. Матрица CMOS 2 Мп с разрешением FullHD обеспечивает передачу детализированного видео. Угол объектива 120°. В случае, если угол обзора окажется недостаточным, будет выбрана другая модель веб-камеры. Для подключения веб-камеры DEXP DF2M3FM1 применяется проводной кабель с разъемом USB [3].

Рисунок 20 – Веб-камера DEXP DF2M3FM1

Разрешение камеры является важнейшим критерием выбора. Оно должно быть достаточным, чтобы передавать изображения в хорошем качестве. От

разрешения камеры зависит детекция лиц студентов. Характеристики выбранной камеры:

- Разрешение (видео): 1920 x 1080
- Максимальная частота кадров: 30 кадр./сек

Проект «Искусственный староста» станет отличной заменой одной из обязанностей старосты, он не только обезопасит студентов, но и предоставит достоверные данные посещения занятий студентами. Кроме того, руководство сможет не беспокоиться о безопасности и конфиденциальности занятий, ведь данная разработка позволит в короткие сроки определить несанкционированный доступ.

В дальнейшем планируется сборка и программирование данного проекта, создание выпадающего списка студентов с записей веб-камеры. В последствии планируется реализация «Искусственного старосты» в учебном заведении.

Литература

1. Баланов, А. Н. Биометрия. Разработка и внедрение систем идентификации : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 228 с. — ISBN 978-5-507-49167-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/405494 (дата обращения: 12.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Raspberry Pi 4 Model B 8GB, Одноплатный компьютер на базе процессора Broadcom BCM2711, Wi-Fi, Bluetooth | купить в розницу и оптом (chipdip.ru) (дата обращения: 5.05.2024).
3. DNS – интернет-магазин цифровой и бытовой техники : URL – https://www.dns-shop.ru/product/a16647327518ed20/veb-kamera-dexp-df2m3fm1/characteristics/?utm_medium=referral&utm_source=web.telegram.org&utm_referrer=https%3A%2F%2Fweb.telegram.org%2F (дата обращения: 5.05.2024).

В.А. Смолин, к.т.н., доцент; Р.А. Борсук, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАДИОПЕЛЕНГАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО С ИНДИКАЦИЕЙ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛА

Радиопеленгация – это процесс определения направления на источник радиосигнала. Она используется в различных областях, включая радионавигацию, обнаружение радиопередатчиков и поисково-спасательные операции [1].

В современных условиях радиопеленгационные устройства широко применяются для различных целей, таких как поиск передатчиков, обнаружение радиометок, скрытых «жучков» и других источников радиосигналов. Но в нашем случае прибор может найти применение в радиолюбительской практике, спортивных мероприятиях по радиопеленгации, а также в играх живого ролевого действия. Вдохновением для создания данного прибора послужила игра «S.T.A.L.K.E.R.», где одноимённое устройство использовалось для обнаружения опасных аномалий (рисунок 1).

Целью данной разработки стало создание портативного радиоприёмного устройства с визуальной и звуковой индикацией, способного определять направление и силу радиосигнала. Устройство выполнено в виде миниатюрного детектора, оснащенного круговым светодиодным табло и звуковым сигнализатором, который позволяет интуитивно определять направление на источник

сигнала и отслеживать изменения в его интенсивности при приближении или удалении.

Рисунок 1 – Внешний вид устройства, представленного в игре

Основные элементы работы устройства:

- устройство использует антенну для улавливания радиосигналов в заданном частотном диапазоне. Антенна преобразует электромагнитные волны в электрические сигналы, которые поступают на радиоприёмник. Приёмник усиливает сигнал и передаёт его на микроконтроллер для анализа. Принцип работы антенны заключается в преобразовании этих волн в электрические сигналы. Для эффективного приема сигнала важно разработать антенну, соответствующую рабочей частоте передатчика [2],

- определение направления осуществляется с помощью антенны, которая вращается вокруг своей оси. При вращающейся антенне оценивается уровень сигнала на каждом угловом положении, выбирая направление с наибольшей интенсивностью,

- антенна может вращаться с помощью различных механизмов. Простейший и наиболее экономичный способ вращения антенны — это ручное вращение. Пользователь вручную поворачивает антенну вокруг оси, ориентируясь на звуковые или визуальные индикаторы уровня сигнала. Более автоматизированное решение — использование сервоприводов для вращения антенны. Шаговый двигатель позволяет осуществлять вращение с высокой точностью за счёт того, что каждый шаг двигателя соответствует определённому углу поворота,

- светодиодное кольцо, состоящее из 24 светодиодов, отображает текущее направление на передатчик. Светодиоды расположены по кругу, а каждый из них соответствует определённому сектору пространства. По мере изменения положения передатчика относительно устройства загорается соответствующий светодиод, указывающий направление на источник. Дополнительно можно регулировать яркость светодиодов, чтобы отражать уровень сигнала: чем выше сила сигнала, тем ярче горит светодиод, указывающий на передатчик,

- центральным элементом системы является микроконтроллер (например, Arduino Uno/Nano, ESP32, STM32), который управляет всеми процессами в устройстве [3]. Он считывает уровень сигнала, поступающий от радиоприемника, и сравнивает его для различных направлений. Используя эти данные, микроконтроллер вычисляет, на какую сторону от устройства направлен источник сигнала,

- важным элементом устройства будет дисплей, который будет предоставлять информацию о параметрах и состоянии устройства. Например, на него можно вывести данные об уровне сигнала и заряде аккумулятора. Возможно также температуру, угол поворота антенны, а также режим работы устройства (в том случае, если их будет несколько (ручной или автоматический поиск),

- для звукового сигнала используется небольшой динамик с усилителем. Микроконтроллер генерирует звуковые сигналы, которые изменяются по частоте или громкости в зависимости от силы сигнала. Чем выше сила сигнала, тем выше частота звука или громкость, что помогает пользователю не только видеть направление на передатчик, но и интуитивно понимать, насколько он близок к нему.

Преимущества и недостатки радиопеленгационного устройства с индикацией усиления сигнала представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки

Преимущества	Недостатки
Интуитивное управление и использование	Ограниченная дальность действия
Возможность адаптации под различные частотные диапазоны	Точность определения направления зависит от настройки антенн
Гибкость в настройках и расширяемость	Чувствительность к помехам и шумам
Низкая стоимость компонентов	Зависимость от уровня заряда аккумулятора

Компоненты для сборки устройства:

- микроконтроллер,
- антенна,
- шаговый двигатель,
- радиоприёмный модуль,
- круговое светодиодное кольцо на 24 светодиода,
- динамик с усилителем,
- аккумулятор или портативное зарядное устройство,
- дисплей,
- резисторы и конденсаторы,
- корпус устройства (изготавливается вручную).

Созданное устройство представляет собой портативное устройство, способное определять направление и силу радиосигнала. Применение круговой

светодиодной индикации и звукового сигнала позволяет пользователю интуитивно ориентироваться в пространстве и отслеживать расстояние до источника сигнала. Данный прибор может найти применение в радиолюбительской практике, спортивных мероприятиях по радиопеленгации, а также в играх живого ролевого действия. В статье описаны принципы работы устройства, выбор компонентов и алгоритмы, лежащие в основе его функционирования.

Литература

1 Сайбель, А. Г. Основы радиолокации: учебник: [16+] / А. Г. Сайбель. – Москва: Директ-Медиа, 2014. – 358 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239260 (дата обращения: 23.09.2024).

2 Баканов Г.Ф., Соколов С.С. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учеб. пособие по напр. "Радиотехника" / Г.Ф. Баканов, С.С. Соколов; под ред. И.Г. Мироненко. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Акаде-мия, 2014. — 366 с.

3 Заец, Н. И. Радиолюбительские конструкции на PIC-микроконтроллерах: практическое пособие: [16+] / Н. И. Заец. – Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – Книга 2. Измерители напряжения, тока, температуры, терморегулятор, устройства защиты. – 190 с. – (СОЛОН – радиолюбителям). –URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227235 (дата обращения: 23.09.2024).

В.А. Смолин, доцент; С.С. Котова, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВ МАТРИЦЫ ЦИФРОВОЙ ФОТОКАМЕРЫ

Стенд для измерения шумов матрицы цифровой фотокамеры предназначен для точного и объективного тестирования характеристик камер в условиях контролируемого освещения и использования специальных мишеней. Этот стенд помогает выявить уровни различных видов шумов и оценить, как камера справляется с передачей изображения при изменении освещенности, цветовой температуры и других параметров.

Одним из ключевых элементов стенда является светодиодная лампа с возможностью регулировки яркости и цветовой температуры**.** Данная лампа используется для создания контролируемых условий освещения, которые имитируют различные сценарии съемки, от яркого солнечного света до слабого искусственного освещения. Регулировка яркости позволяет настраивать интенсивность света, создавая различные условия освещенности, такие как яркий свет или полумрак. Это помогает тестировать камеру в ситуациях с низкой освещенностью.

Цветовая температура регулируется для имитации различных источников света, от теплого (желтого) до холодного (синего). Это важно для проверки работы камеры при различных спектрах света и оценки её способности сохранять точность цветопередачи в условиях разной цветовой температуры. Рассмотрим структурную схему светодиодной лампы (рис 1).

Рисунок 1 – Структурная схема лампы

Светодиоды обладают несколькими важными характеристиками, влияющими на их использование в лампе:

- высокая светоотдача: светодиоды могут преобразовывать до 80% энергии в свет, что значительно выше, чем у традиционных ламп накаливания;
- долговечность: светодиоды могут работать до 50 000 часов, что делает их экономически выгодными;
- низкое тепловыделение: по сравнению с лампами накаливания, светодиоды выделяют меньше тепла, что снижает требования к системам охлаждения.

Светодиодная лампа с регулировкой яркости и цветовой температуры включает в себя следующие компоненты:

1. Вход питания (розетка): подключение к сети переменного тока (220В).
2. AC-DC преобразователь: преобразует переменное напряжение (220В) в постоянное (Например: 24В DC).
3. Фильтры и стабилизаторы: очищают и стабилизируют постоянное напряжение, защищая от скачков напряжения и помех.
4. Микроконтроллер: управление всем устройством, анализ входных сигналов и регулировка яркости/температуры.
5. ШИМ-контроллер яркости и цветовой температуры: регулирует яркость светодиодов путем изменения коэффициента заполнения импульсов (ШИМ). Управляет включением разных типов светодиодов (теплый и холодный), меняя цветовую температуру.
6. Набор светодиодов включает в себя как холодные, так и теплые светодиоды для изменения температуры света.
7. Датчик освещения: контролирует параметры освещения.

8. Датчик температуры: контролирует температуру светодиодов.
9. Охлаждение: поддержание нормальной температуры светодиодов.

В стенде мишени играют важную роль, так как они служат тестовым объектом для оценки характеристик камеры в разных условиях. Мишени бывают цветные и черно-белые, и каждая из них предназначена для решения определённых задач при тестировании. Цветные мишени имеют квадраты или участки с заранее определенными цветовыми значениями. Эти цвета соответствуют стандартным цветовым палитрам, например, для шкалы X-Rite ColorChecker (рис 2).

Рисунок 2 – Мишень X-Rite ColorChecker

Фотографируя цветные мишени, можно оценить, насколько точно камера передает цвета. Это особенно важно для профессиональных приложений, где требуется высокая точность цветопередачи, так же с помощью цветных мишеней можно проверить, как камера справляется с автоматической или ручной настройкой баланса белого в условиях с разной цветовой температурой освещения. Различные насыщенные и пастельные цвета, помогают протестировать, как камера справляется с широким диапазоном цветов.

В условиях низкой освещенности и на темных участках изображения (например, на серых или черных участках мишени) легче обнаружить шумы. Мишень с последовательными градациями серого (рис 3) помогает оценить, как камера передает разные уровни яркости и какова её способность различать детали в светлых и темных участках.

Рисунок 3 – Мишень с последовательными градациями серого

Так же в стенде будут использоваться цветные однотонные мишени, что позволит провести анализ цветопередачи и шумов для всей матрицы. Для того чтобы камера могла сфокусироваться, на мишень будет располагаться чёрная фигура на прозрачном фоне, а после успешной фокусировки – убираться.

Стенд для измерения шумов матрицы цифровой камеры помогает как производителям, так и пользователям камер понять сильные и слабые стороны, выявить и минимизировать шумы, а также улучшить качество изображения. Разработка стенда – это сложный процесс, включающий использование регулируемого освещения и тестовых мишеней для создания управляемых условий съемки. Лампа с изменяемой яркостью и цветовой температурой помогает имитировать различные условия освещения, а цветные и черно-белые мишени позволяют детально анализировать качество изображения, точность цветопередачи и уровень шумов. Такой стенд является важным инструментом для улучшения и калибровки камер, а также для их тестирования и сравнения в различных условиях эксплуатации.

Литература

3. Котова С.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВ ЦИФРОВОЙ ФОТОКАМЕРЫ // Современные достижения радиоэлектроники. - 2024. - В печати.

4. С.С. Котова, студ.; рук В.А. Смолин, доцент. Методика измерения шумов матрицы цифровой фотокамеры // XXI Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОНОМИКА» - Сборник трудов, 24 – 25 апреля 2024 года, Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске-Смоленск: Универсум – 2024 - том2. - С. 166-168

В.А. Смолин к.т.н.; А.А. Муровицкая, студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РОБОТ «ИНДИКАТОР» ИЗ МУЛЬТФИЛЬМА «ТАЙНА ТРЕТЬЕЙ ПЛАНЕТЫ»

Всё новое – это хорошо забытое старое. Где черпать вдохновение, как не в фантастике? Вот и создатели советского мультфильма (м/ф) «Тайна третьей планеты» взяли за основу научно-фантастическую повесть Кира Булычева «Приключения Алисы», откуда была взята идея робота «Индикатора».

«Индикатор» – это существо в виде параллелепипеда на 4 ножках, которое меняет цвет в зависимости от «настроения». Когда на него применяют физическую силу он становится фиолетовым в крапинку, а если ему встречается что-то

неизвестное и пугающее, то он меняет цвет на красный. В спокойном состоянии «Индикатор» имеет бледно-розовый цвет [2]. На рисунке 1 показан момент встречи Алисы и индикатора в м/ф «Тайна третьей планеты».

Рисунок 1 – Кадр из м/ф «Тайна третьей планеты»

Робот «Индикатор» будет иметь следующие функции:

- менять цвет в зависимости от срабатывания одного из пяти датчиков (температуры, света, удара, шума, гироскопического);
- двигаться.

Корпус робота будет состоять из двух частей: внешних стенок и двух экранов. Внешние стенки в количестве будут выполнены из пластика. Экраны, которые будут менять цвета, будут сделаны из органического стекла. Внутренняя поверхность экранов будет покрыта светоотражающей фольгой, с помощью которой будет достигаться эффект равномерного распределения цвета на экране. Светодиодная лента будет крепиться внутри корпуса по периметру экрана. На рисунке 2 показано схематическое расположение светодиодов, экрана и корпуса.

Рисунок 2 – Схематическое расположение светодиодов (1), корпуса (2) и экрана (3)

На рисунке 3 показана функциональная схема робота «Индикатора».

Рисунок 3 – Функциональная схема устройства

Изменение цвета экрана робота «Индикатора» будет происходить в зависимости от сигналов, поступающих от 5-ти датчиков. В обычном состоянии, при котором датчики не срабатывают, «Индикатор» будет иметь желтый цвет.

Пороги срабатывания датчика температуры – 15 и 36 *С*°. При достижении температуры выше 36 *С*° экран загорается красным цветом. Если температура опускается ниже 15 *С*° экран загорается синим. В качестве датчика температуры выбран датчик *CJMCU-75 LM75A* со следующими характеристиками [3]:

- питание: от 2,5 до 5 *В*;
- интерфейс обмена: *I2C* до восьми датчиков на шине;
- измеряемая температура: от –55 до +125 *С*°;
- размер: 9×20 *мм*.

Порог яркости датчика освещенности – 500 лм (люмен). При попадании прямого света яркостью выше порогового значения в поле видимости датчика светодиодная лента будет «окрашивать» экран в оранжевый цвет. В качестве такого датчика выбрано фотореле *GY-302 (BH1750)*, имеющее следующие характеристики:

- питание: от 3 до 5 *В*;
- чувствительность: 65536 градаций;
- АЦП: 16 бит;
- точность: 1 *лм*;
- размеры: 1,9×1,4×0,2 *см*.

На рисунке 4 представлены выбранные датчики температуры и освещенности.

а) б)

Рисунок 4 – Датчики а) температуры и б) освещенности

При силе удара более 10 *кг* робот будет менять цвет на фиолетовый. В качестве датчика удара выбран *SW-420*, имеющий следующие характеристики:

- напряжение питания: *DC* от 3,3 до 5 *В*;
- встроенный светодиодный индикатор;
- размеры устройства: 38×15×10 *мм*.

Датчик шума (уровня звука) *Arduino* будет использоваться для обнаружения громких сигналов: хлопков и стуков. Будет установлен порог срабатывания – 55 *дБ*. Если уровень шума превышает порог срабатывания, экран загорается зеленым цветом и робот движется в противоположную сторону от раздражителя. Такой датчик имеет следующие характеристики:

- напряжение питания: от 4 до 6 *В*;
- выход: цифровой;
- максимальное расстояние обнаружения – 5 м;
- общий вес: 12,5 г.
- размер модуля: 32×17×15 *мм*;

Для определения положения робота в пространстве будет установлен гироскопический датчик *GY-BMI160* со встроенным акселерометром. Если «Индикатор» будет наклонен от вертикального положения, то экран будет мигать желтым цветом. Данный датчик имеет следующие характеристики [1]:

- напряжение питания: от 3 до 5 *В*;
- диапазон гироскопа: ± 125 ± 250 ± 500 ± 1000 ± 2000 градусов / с;
- диапазон ускорения: ± 2 ± 4 ± 8 ± 16 г;
- интерфейс связи: *I2C/SPI*;
- разрешение: 16 бит;
- размер: 18×13 мм.

Внешний вид датчиков шума, удара и гироскопического представлен на рисунке 5.

а) б) в)

Рисунок 5 – Датчики а) удара, б) шума и в) гироскопический

Вместо ножек как в м/ф, движение будет осуществляться с помощью колесиков, подключенных к двигателю постоянного тока *F130-2190*, который представлен на рисунке 6, со следующими характеристиками:

- номинальное напряжение: 3 *В*;
- диапазон рабочего напряжения: от 0,7 до 3,6 *В*;
- ток холостого хода: 0,115 *А*;
- скорость вращения: 7000 *об./мин.*;
- размер 15,1×40,3 *мм*.

Рисунок 6 – Двигатель постоянного тока

Управление двигателем и светодиодной лентой будет осуществляться микроконтроллером. Наиболее подходящим вариантом для осуществления работы выбран микроконтроллер *ATmega328* на платформе *Arduino Uno*, имеющий следующие технические характеристики [4]:

- входное напряжение: от 7 до 12 *В*;
- рабочее напряжение: 5 *В*;
- предельное напряжение: от 6 до 20 *В*;
- постоянный ток на контакты ввода/вывода: 40 *мА*;
- флэш-память: 32 *КБ*, из которых 0,5 *КБ* используется загрузчиком;
- тактовая частота: 16 *МГц*;
- аналоговые входы: 6 выводов;
- цифровые входы/выходы: 14 (6 из них – ШИМ);
- размер печатной платы: 69×53 *мм*.

Питание компонентов будет производится через *AC/DC* преобразователь с помощью аккумуляторов 18650, имеющих следующие технические характеристики:

- емкость 3600 *мА/ч*;
- выходное напряжение 3,7 *В*.

Макет робота «Индикатора» будет представлен на кафедральном «Робоконкурсе 2024».

Таким образом, робот «Индикатор» может использоваться в качестве наглядного демонстратора работы различных датчиков на профориентационных мероприятиях таких как День открытых дверей.

Литература

1. Акселерометр и гироскоп BMI160 // Электрон. Текстовые дан. 2022 [Электронный ресурс] URL: https://robotclass.ru/tutorials/arduino-bmi160-roc/ (дата обращения: 25.09.2024)

2. Булычев К. Путешествие Алисы. // М.:АСТ, 2023 – 320с.
3. Датчик температуры CJMCU-75 LM75A // Электрон. Текстовые дан. 2024 [Электронный ресурс] URL: https://roboshop.spb.ru/sensors/datchiki-temperatury-i-vlazhnosti/lm75-cjmcu-75-i2c
4. Плата Arduino Uno R3: схема, описание, подключение устройств // Электрон. Текстовые дан. 2024 [Электронный ресурс] URL: https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/#_Arduino_Uno-2 (дата обращения: 25.09.2024)

В.А. Смолин, к.т.н.; Н.В. Субботин, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ЧАСЫ НА ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМПАХ

Часы на газоразрядных индикаторах, или *Nixie*-часы, – это устройство, которое использует высоковольтные индикаторные лампы для отображения времени. В основе этих часов лежат газоразрядные индикаторы – устройства, которые для излучения света используют свечение электрического разряда между электродами в газе.

Рисунок 1 – Часы на газоразрядных лампах

Для функционирования часов необходимы:

- **блок высокого напряжения** – чтобы катоды в газоразрядных лампах загорелись, им требуется высокое постоянное напряжение, обычно в диапазоне от 180 В до 200 В [1]. Для генерации такого напряжения используется преобразователь напряжения. Этот блок можно реализовать на основе микросхемы, такой как *MC34063*, которая преобразует низкое напряжение от источника питания до нужного уровня. Схема также включает малогабаритный трансформатор и диодный мост для выпрямления напряжения. Для защиты оборудования от повреждений при коротких замыканиях или скачках напряжения используется

плавкий предохранитель. Линейный стабилизатор, например, на базе микросхемы *LM7805*, обеспечивает стабильность выходного напряжения;

- **блок индикации** – основным элементом блока индикации являются **газоразрядные лампы**. Каждая такая лампа представляет собой стеклянную колбу, заполненную инертным газом, таким как неон. Внутри колбы находятся катоды в форме цифр от нуля до девяти и общий анод [1]. Для управления лампами используется **драйвер**. При подаче высокого напряжения на соответствующий катод он начинает светиться, создавая тлеющий разряд, что позволяет отображать нужную цифру;

- **блок работы и подсчета времени** – этот компонент отвечает за работу устройства и отслеживание текущего времени, а также за переключение цифр на индикаторах. В *Nixie*-часах для этой цели используется микроконтроллер *Arduino* и специализированная микросхема *RTC (Real-Time Clock)*, например, *DS3231*. Подсчет времени осуществляется с помощью микросхемы *RTC*, а микроконтроллер получает эти данные и передает сигналы на драйверы ламп, обеспечивая правильное отображение текущего времени. Драйвер необходим для управления подачей высокого напряжения на нужные катоды ламп, поскольку микроконтроллер работает с низким напряжением (3,3В или 5В), что недостаточно для непосредственного управления *Nixie*-лампами, которым требуется высокое напряжение;

- **блок подсветки** – для улучшения визуального восприятия используется светодиодная подсветка. Светодиоды могут менять цвет и интенсивность свечения, что позволяет создавать разнообразные световые эффекты. Подсветка управляется микроконтроллером и ШИМ-контроллером светодиодов;

- **питание и управление** – все компоненты часов питаются от общего источника питания, который обеспечивает низкие напряжения (5В и 12В), необходимые для работы различных блоков. Управление часами осуществляется через кнопки или сенсорные панели, что позволяет настраивать время [2].

Рисунок 2 – Структурная схема работы часов на газоразрядных лампах

Эти часы можно модернизировать для расширения функциональных возможностей. Например, можно добавить возможность отображать не только время, но и информацию об окружающей среде. Для этого необходимо добавить небольшой *LCD*-экран, а также дополнительные датчики, которые будут считывать данные об окружающей среде и передавать их на микроконтроллер. Это позволит выводить показатели температуры, влажности и другие данные на экран.

Одной из неотъемлемых функций часов является будильник. Для установки и подтверждения времени следует добавить кнопки управления, а также световой индикатор для отображения состояния будильника. Микроконтроллер будет сравнивать активное время с установленным и по совпадению активировать звуковой сигнал через подключённый к себе зуммер или спикер.

Рисунок 3 – Структурная схема работы часов на газоразрядных лампах с использованием дополнительных датчиков и добавлением функции будильника

Модернизация *Nixie*-часов с добавлением датчиков окружающей среды, а также функции будильника, значительно расширяет их функциональные возможности. Эти изменения позволяют устройству не только отображать время, но и предоставлять информацию о состоянии окружающей среды. Добавление кнопок для настройки будильника и светового индикатора для отображения его активности делает управление часами интуитивным и удобным.

Литература

1 Часы на газоразрядных лампах (ГРИ), они же *Nixie clock* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/431868/ (Дата обращения: 23.09.2024).

2 Леонов, В. С. Часы на газоразрядных индикаторах / В. С. Леонов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 28 (132). – С. 110-116. – URL: https://moluch.ru/archive/132/36956/ (дата обращения: 23.09.2024).

Н.Н. Строев, к. т. н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КВЧ

Тенденция к увеличению рабочих частот длительное время является одной из основных в развитии современной электроники. Термины СВЧ и КВЧ и соответствующая техника десятилетиями используются в технике связи, радиотехнике, радиолокации и других направлениях, связанных с применением энергии волн и распространением волновых сигналов. Однако в последнее время наметился и происходит качественно новый переход на диапазоны частот свыше 100 ГГц. Наша работа связана с анализом происходящего и прогнозированием перспективных направлений при использовании повышенных рабочих частот миллиметрового и субтерагерцового диапазонов волн.

Начнем с элементной базы и технологий. Совсем недавно большинство элементов СВЧ электроники относились к классу «электровакуумные приборы», а диапазоны рабочих частот определялись физическими принципами их работы и конструкцией. Эти приборы имели как достоинства, так и недостатки. Во многих случаях их и сейчас нечем заменить (например, для мощных приложений). Значительные возможности освоения СВЧ и КВЧ открылись при появлении приборов на широкозонных полупроводниках. Совершенствовались технологии, в работе приборов начали использоваться новые принципы, результаты научных открытий. К настоящему времени элементная база СВЧ КВЧ сильно изменилась. Основной тенденцией в этой области является использование гетеро структур с применением широкозонных полупроводников в виде микроволновых модулей. Ниже приведена таблица со сведениями о существующих и внедряемых технологиях полупроводниковых приборов.

Таблица 1. Современные технологии и их возможности в СВЧ КВЧ

Технология	Размерные варианты технологии	*fmax* (ГГц)	Ограничения по напряжению *Vbr*	Уровень шума *Nfmin* dB (50 ГГц) **	Стадия развития
GaAs pHBMT	100	185	7	0.5	П
GaAs mHBMT	70	450	3	0.5	НИ
GaAs mHBMT	35	900	2	1	НИ
InP HEMT	130	380	1	<1	НИ
InP HEMT	30	1200	1	<1	НИ
GaN HEMT	60	250	20	1	НИ
GaN HEMT	40	400	42	1.2	НИ
SOI CMOS	45	280	1	2-3	П
SiGe-HBT	55	400	1.55	1.5	П
SiGe-HBT	130	400	1.4	2	П
InP DHBT	250	650	4	3	НИ
InP DHBT	130	1100	3	Нет данных	НИ

** - Параметр пропорционален частоте; П – стадия производства; НИ – научные исследования, стадия лабораторных образцов

В настоящее время основными классами высокочастотных транзисторных технологий являются HBT, HEMT и MOSFET, где MOSFET обычно реализуется в SOI CMOS для работы на высоких частотах. Ключевым свойством является размер элемента, поскольку транзистор меньших размеров способен работать на более высоких частотах, размерные варианты приведены во втором столбце таблицы. Предельные частоты применения транзисторных структур обычно выбираются ниже $f_{MAX}/3$ где f_{MAX} - частота, при которой коэффициент усиления транзистора по мощности равен единице. Еще один важный частотный параметр минимальный уровень шума (*Nfmin*), отметим, что для современных технологий он отвечает большинству задач. Другим важным свойством полупроводниковой структуры является пробивное напряжение (*Vbr*), которое определяет максимальную передаваемую прибором мощность. Были найдены и проанализированы результаты исследования усилителей мощности по технологиям GaAs, InP и SiGe, обеспечивающих выходную мощность более 10 дБм за пределами 130 ГГц. GaAs pHEMT обеспечивает высокое пробивное напряжение и низкий уровень шума. Технологии InGaAs mHEMT и InP pHEMT и DHBT поддерживают очень высокие частоты. Эти технологии широко используются в аэрокосмической и военной промышленности, но имеют ограниченную коммерческую доступность.

Рисунок 1 – Обзор f_{MAX} для технологий SiGe (BiCMOS/HBT) и nMOS

Кремниевые технологии, такие как SOI CMOS и SiGe HBT, сегодня промышленно доступны в диапазоне W (от 92 до 114,5 ГГц), хотя максимальная выходная мощность приборов ограничена из-за низкого пробивного напряжения кремния, а уровень шума хуже, по сравнению с технологиями GaAs и InP. Новые поколения технологий SiGe/ BiCMOS имеют f_{MAX} в области 300-400 ГГц, дальнейшее увеличение f_{MAX} выше 400 ГГц теоретически возможно и находится в стадии изучения. Хочется отметить, что в данном вопросе отечественная наука практически не отстает от мировых достижений. Указанные показатели по кремнию, во всяком случае, достигнуты в лабораторном и опытном вариантах. Кремниевые технологии продвинулись в диапазоны КВЧ, весьма перспективны

для использования в приборах с низкой стоимостью при высокой степени интеграции. Однако в полосах частот выше 140 ГГц ожидаются ограничения производительности по технологическим причинам.

Упаковка и межсоединение ИС выше 100 ГГц являются технически сложными задачами из-за укорочения длин волн и, соответственно, ужесточения технологических требований. Перекрестные помехи и нежелательные резонансы являются дополнительными проблемами, поскольку типичный размер КВЧ микромодуля MMIC составляет порядка длины волны. Некоторые технологические вопросы в настоящее время кажутся неразрешимыми, однако напомню, что совсем недавно это утверждение относилось к значительно более низким рабочим частотам [1]. Конструкция и схемы устройств КВЧ выполняются в виде микроструктурных волновых элементов, размеры жестко привязаны к параметру длины волны.

Наряду с активными приборами для техники КВЧ решающее значение имеет антенно фидерные устройства. Они также реализуются в виде микроструктур с применением волноводов в качестве согласованных линий передачи. Для них критичны размерные параметры (допуски при изготовлении), коэффициент теплового расширения материала, устойчивость к коррозии. Диэлектрические потери в материалах на частотах свыше 100 ГГц также возрастают, практическое использование традиционных материалов планарных структур становится нецелесообразным. Диэлектрические волноводы для субмиллиметрового и терагерцового диапазонов волн весьма перспективны при использовании так называемых сверхлегких диэлектриков (наиболее известны микропористые органические составы). С их помощью можно организовать направленную передачу волновых потоков с изменением их свойств в соответствии с квазиоптическими явлениями.

Следующий аспект, который хотелось бы обсудить – прохождение волн субмиллиметрового и терагерцового диапазонов в атмосфере и возможность построения радиоканалов при их использовании. Совсем недавно диапазоны волн частот более 150 ГГц были не слишком востребованы и распределялись в основном для космических исследований, межспутниковой связи и «на перспективу» [2]. Частоты свыше 275 ГГц вообще не были формально распределены. В настоящее время активно ведется распределение частот свыше 275 ГГц и уточнение нарезки каналов с целью регулирования ширины полос в связи с возрастающей востребованностью. Сейчас уже распределены диапазоны 275-296 ГГц 306-313 ГГц 318-333 ГГц 356-450 ГГц. В этих диапазонах имеются возможности получения очень широкой непрерывной полосы для технического применения. В частности, полоса 356-450 МГц обеспечивает большую непрерывную полосу пропускания в 94 ГГц, и, поскольку 23 ГГц уже выделены для наземных мобильных и фиксированных служб в нижней смежной полосе 252-275 ГГц, идентификация полосы 275-296 ГГц также позволяет обеспечить большую непрерывную свехширокую полосу пропускания в 44 ГГц.

Перейдем к вопросу радиопрозрачности среды передачи КВЧ, то есть атмосферы. Распространение радиоволн в атмосфере подвержено ослаблению,

которое в основном вызвано взаимодействием с водой и атмосферными газами. Удельное ослабление от данного воздействия имеет тенденцию к увеличению с увеличением частоты. Подробная информация об ослаблении, производимом конкретными компонентами атмосферы, оцененная на уровне моря, представлена на рисунке, вплоть до 10 ТГц.

Рисунок 2 – Ослабление в зависимости от конкретных компонентов (Источник: Отчет ITU-R F. 2323)

Ослабление энергии из-за конденсированной влаги показывает значительное увеличение для частот до 100 ГГц, в то время как для более высоких частот наблюдается тенденция к незначительному снижению.

Рисунок 3 – Комбинированное ослабление энергии волн от воздействия дождя и газов атмосферы (Источник: Отчет ITU-R F.2416)

Удельное комбинированное ослабление из-за атмосферных газов и дождя с возрастающей частотой, показано на рисунке 3 для частот до 450 ГГц.

Вышесказанное позволяет сделать несколько выводов.

Благодаря полученной возможности полезно использовать новые диапазоны частот КВЧ, с учетом факторов широполосности возросла их привлекательность для технических применений. Устаревшая классификация диапазонов активно модернизируется и расширяется. Поскольку с ростом частот неизбежно возрастают потери, прежде всего будут осваиваться те диапазоны, которые попадают в окна прозрачности атмосферы, остальные закрепятся за космическими приложениями.

Теперь рассмотрим возможные применения технических систем субтерагерцового диапазона волн. Надо отметить, что желание строить такие системы у человечества появилось давно, а возможности активно развиваются - сейчас вследствие достаточного уровня развития технологий. Приведем некоторые применения из наиболее возможных в ближайшей перспективе.

1. Короткая скоростная связь и передача данных. Достижима скорость превышающая скорость проводных и многих волоконно-оптических соединений на расстояниях, ограниченных энергетическими возможностями канала и условиями прохождения волн. При использовании сотовых принципов организации сети зона покрытия значительно расширяется. Подобные сети могут использоваться для связных приложений, управления техническими объектами.

2. Организация каналов связи с повышенной скрытностью. Исходя из особенностей диаграмм направленности систем терагерцового и субтерагерцового диапазонов, быстрым затуханием вне зоны направленной передачи, появляется возможность построения остронаправленных каналов с малой радиозаметностью. Поскольку требование ограничения ширины полос в этих диапазонах не критично, будет весьма несложно «раствориться» в эфире.

3. Построение распределительных мобильных подсистем спутниковых каналов связи.

4. Замена оптических световых приложений на радиочастотные исходя из преимуществ всепогодности, использования в тех условиях, где световые диапазоны волн использовать трудно или вообще невозможно, например – всепогодные посадочные огни для авиации.

Литература

1. TeraHertz modeling (THz); Identification of use cases for THz communication systems. - URL. https://www.etsi.org/deliver/etsi_gr/THz/001_099/001/01.01.01_60/gr_THz001v010101p.pdf (Дата обращения: 25.09.2024)
2. TeraHertz technology (THz); Identification of frequency bands of interest for THz communication systems - URL. https https://www.etsi.org/deliver/etsi_gr/THz/001_099/002/01.01.01_60/gr_THz002v010101p.pdf (Дата обращения: 25.09.2024)

Н.Н. Строев, к.т.н., доц.; Н.А. Ильющенков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ХОЛЛА С ИНТЕРФЕЙСОМ SPI

Одним из передовых видов вооружений на данный момент являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Итог выполнения полётного задания во многом определяется надёжностью функционирования отдельно взятых систем. Так, например, важными элементами для функционирования БПЛА являются модули измерения тока (контроль потребления тока электродвигателями для обеспечения оптимальных режимов работы, обнаружение чрезмерных токов, определение расхода заряда элементов питания и потребляемого тока различными нагрузками для оптимизации распределения

питания).

В качестве модулей измерения тока в БПЛА используются технические решения на основе [1]:

- шунтов (резисторы со сравнительно малым сопротивлением, интегрируемые в электрическую цепь), при протекании тока через которые возникает эквивалентное падение напряжения,

- трансформаторов тока (в трансформаторе данного типа ток вторичной обмотки много меньше тока первичной, что позволяет производить его косвенное измерение),

- магниторезистивных датчиков тока (сопротивление датчика изменяется в присутствии магнитного поля, создаваемого проводником в цепи измерения тока).

Шунты и трансформаторы тока обладают рядом недостатков, которые заключаются во влиянии проводника на электрическую цепь (потери мощности), невысокой точности, ограниченном диапазоне измерения токов. Трансформаторам тока при этом соответствуют высокие массогабаритные показатели. Магниторезистивным датчикам тока в меньшей степени присущи данные недостатки, однако они обладают сильной нелинейностью изменения сопротивления в присутствии магнитного поля.

Наибольшими сравнительными преимуществами обладают датчики на основе эффекта Холла. В таких датчиках отклонение магнитоэлектрической рамки при протекании через проводник тока отражается в выходном напряжении. Отличительные особенности при этом заключаются в наличии гальванической развязки между измеряемым током и схемой измерителя (отсутствие взаимного влияния схем) и линейном характере изменения выходного напряжения при девиации измеряемого тока. На данный момент промышленностью серийно изготавливаются различные датчики Холла, исполнение которых выполнено в виде миниатюрной микросхемы (рисунок 1).

Рисунок 1 – Датчик Холла для измерения тока

Несмотря на наличие ряда преимуществ датчики данного типа не получили широкого распространения в современных БПЛА по ряду причин (высокая

стоимость по сравнению с другими типами датчиков тока, меньшая доступность). Существенные причины, по которым применение датчиков Холла для измерения тока было невозможно, на данный момент отсутствуют, однако интеграция в существующие системы управления БПЛА является сложной технической задачей, чем обусловлена актуальность настоящего исследования.

Одним из очевидных решений проблемы интеграции датчиков Холла в существующие системы управления БПЛА является использование модулей измерения тока. В данной статье представлена концепция модуля измерения тока на основе датчика Холла с интерфейсом *SPI*.

Основные функциональные требования к модулю измерения тока в БПЛА следующие [2]:

1. Измерение тока в диапазоне от 0 до 10 *А* с точностью не менее 10 *мА*.

2. Возможность ручной конфигурации модуля (изменение коэффициента передачи измерительного модуля).

3. Передача результатов измерения внешнему устройству.

Обозначенным функциональным требованиям отвечает предлагаемое устройство на основе микроконтроллера (МК) [3], показанное структурной схемой (рисунок 2). Датчик Холла подключается к микроконтроллеру через инвертирующий преобразователь напряжений. Преобразователь напряжений в устройстве выполняет ряд функций: преобразование знакоотрицательного выходного напряжения датчика Холла в знакоположительное; преобразование модуля напряжения датчика в напряжение, изменяющееся от 0 до напряжения полной шкалы преобразования АЦП. Например, при использовании внутреннего источника опорного напряжения в микроконтроллерах семейства *AVR*, пределы изменения выходного напряжения инвертирующего преобразователя напряжений от 0 до 2,56 *В*.

Рисунок 2 — Структурная схема модуля измерения тока на основе датчика холла с интерфейсом *SPI*

Для возможности ручного управленияё модуля измерения тока предлагается использование кнопок управления. Для индикации результатов измерения используется жидкокристаллический индикатор (ЖКИ). На индикатор при этом выводится значение коэффициента передачи модуля в режиме конфигурации начальных значений.

Для передачи результатов измерений внешнему устройству или автоматизированной системе управления в модуле измерения тока предлагается использование последовательного интерфейса микропроцессорных

взаимодействий *SPI*. Данный интерфейс является одним из наиболее распространённых в системах управления БПЛА, кроме того, может быть преобразован в другие интерфейсы, например, *CAN* или *Ethernet* при использовании соответствующих преобразователей интерфейсов.

Таким образом, несмотря на сравнительные преимущества (высокая точность измерений, гальваническая развязка измеряемой цепи и цепи измерителя) датчики тока на основе эффекта Холла не получили широкого распространения в системах управления БПЛА ввиду нецелесообразности применения. На данный момент датчики Холла стали более доступны для применения, но сложны для интеграции в существующие БПЛА. Модуль измерения тока на основе датчика Холла предназначен для решения обозначенной проблемы.

Литература

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие для вузов / А. П. Лукинов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 608 с.

2. Зиненков, Ю.В. Разработка летающей лаборатории на базе легкого беспилотного летательного аппарата / Ю. В. Зиненков, В. И. Кондратюк, С. П. Аксенов [и др.] // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. — 2022. — № 2. — С. 41-52.

3. Потехин, Д. С. Разработка программно-аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем: учебное пособие / Д. С. Потехин, И. Е. Тарасов. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022. — 131 с.

Н.Н. Строев к.т.н., доц. А. О. Петрова студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА *STM32* И ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ

Измерение скорости потока жидкости – это задача, которая находит применение в самых разных сферах, от систем управления промышленными процессами до бытового контроля расхода воды. Современные микроконтроллерные системы позволяют реализовать надежные, компактные и энергоэффективные решения для контроля параметров потока. В данной работе рассматривается программная реализация системы измерения скорости потока жидкости, основанной на терморезисторах, которые служат чувствительными элементами, и измерительном мосте, сигнал с которого обрабатывается микроконтроллером серии *STM*32. Особое внимание уделено периферийным модулям микроконтроллера, а также алгоритмам, обеспечивающим точное измерение параметров потока.

С развитием технологий растет потребность в более точных и надежных системах измерения параметров среды. В частности, контроль скорости потока жидкости критичен для задач, связанных с энергоэффективностью, оптимизацией производственных процессов и обеспечения безопасности. Использование терморезисторов в измерительных системах связано с их высокой чувствительностью к изменениям температуры, что позволяет реализовать точные системы для измерения скорости потока воды. В данной системе используются два

терморезистора, один из которых служит чувствительным элементом, подвергающимся воздействию потока жидкости, а второй является опорным, что позволяет компенсировать температурные изменения среды и минимизировать погрешности. Микроконтроллер *STM*32*F*103*C*8*T*6, обладая широким набором встроенных периферийных модулей, таких как АЦП, компараторы, таймеры, а также порты ввода-вывода общего назначения (*GPIO*), является оптимальной платформой для реализации данного решения.

Целью данной статьи является описание разработки программного обеспечения для микроконтроллера *STM*32, обеспечивающего надежное и точное измерение скорости потока жидкости на основе разности температуры терморезисторов в измерительном мосте. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Описание и реализация общего алгоритма работы системы.

2. Разработка программного интерфейса для работы с периферийными устройствами микроконтроллера (таймерами, компараторами и АЦП).

3. Реализация процедуры представления результатов измерения.

4. Внедрение механизмов диагностики системы для предотвращения сбоев в работе и повышения надежности измерений.

Алгоритм работы системы основан на последовательных циклах нагрева терморезисторов и измерения времени их охлаждения за счет потока жидкости. Основная задача ПО – обеспечить точное измерение времени между началом нагрева терморезисторов и моментом достижения равновесного состояния между температурой терморезисторов и температурой окружающей среды, что непосредственно зависит от скорости потока жидкости. Основные этапы работы алгоритма:

1. Инициализация периферийных модулей микроконтроллера на данном этапе осуществляется конфигурация периферийных модулей, таких как АЦП для измерения напряжения на измерительном мосте, компараторов для детектирования критических уровней сигнала, а также таймеров для измерения временных интервалов.

2. Запуск цикла измерений включается при подаче напряжения на измерительный мост, состоящий из двух терморезисторов. Один терморезистор подвержен воздействию потока жидкости, что вызывает его охлаждение, в то время как второй терморезистор служит опорным. На основе разности напряжений на мосте вычисляется изменение сопротивления чувствительного терморезистора. Запускается таймер для отслеживания времени нагрева чувствительного терморезистора.

3. Нагрев и измерение разности напряжений осуществляется процессе нагрева чувствительного терморезистора, его сопротивление изменяется. Важнейшей задачей ПО является периодическое измерение разности напряжений на мосте с помощью АЦП, чтобы отслеживать процесс нагрева терморезистора. По достижении определенного порога разности напряжений, фиксируется время нагрева, а также измеряется конечная разность напряжений.

4. Оценка времени охлаждения и расчет скорости потока происходит после достижения определенного порога температуры терморезистора происходит его охлаждение за счет воздействия потока жидкости. Чем выше скорость потока, тем быстрее терморезистор остывает. Время охлаждения фиксируется с использованием таймера, а на основе временных характеристик рассчитывается скорость потока.

5. Рассчитанная скорость потока выводится на дисплей либо передается в систему управления для дальнейшей обработки. Используемый интерфейс зависит от специфики задачи: может применяться последовательный интерфейс *UART*, *I2C* или *SPI* для связи с внешними системами.

Для эффективного функционирования системы на базе микроконтроллера *STM*32 необходимо учитывать ряд важных особенностей работы с периферийными устройствами, которые обеспечивают точность и надежность измерений. Основные особенности работы с периферией включают следующие аспекты:

1. Компараторы играют ключевую роль в отслеживании критических уровней сигнала с измерительного моста. В системе используется два компаратора: первый для детектирования момента начала нагрева терморезисторов, второй – для определения момента достижения равновесного состояния, когда процесс охлаждения завершен. Таким образом, компараторы позволяют исключить необходимость постоянной оцифровки сигнала с моста, сокращая вычислительные ресурсы микроконтроллера.

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) необходим для оцифровки напряжений на мосте в процессе нагрева терморезисторов. В ПО реализован периодический запуск АЦП по прерываниям таймера, что позволяет минимизировать задержки в работе и обеспечить своевременное обновление данных о температуре терморезисторов.

2. Таймеры микроконтроллера используются для измерения временных характеристик процесса нагрева и охлаждения терморезисторов. Таймер запускается в момент подачи напряжения на мост и останавливается при срабатывании компаратора, фиксирующего момент достижения равновесного состояния. Важной задачей ПО является точная настройка таймера для обеспечения высокой точности измерения времени.

3. Порты ввода-вывода *GPIO* используются для управления элементами нагрева терморезисторов, а также для получения сигналов с компараторов. В программном обеспечении реализована функция управления выходными сигналами, которая позволяет подавать напряжение на мост и контролировать нагрев терморезисторов. Входные порты используются для обработки сигналов от компараторов, которые сигнализируют о завершении процесса нагрева или охлаждения.

Для представления результатов измерений может быть использован как локальный интерфейс (например, вывод данных на дисплей), так и удаленный интерфейс передачи данных в систему управления. В зависимости от конкретной задачи, микроконтроллер может передавать результаты через интерфейсы

UART, *SPI* или *I2C*. В программном обеспечении реализованы несколько форматов представления данных:

1. Мгновенные значения скорости потока – отображаются на дисплее или передаются по интерфейсу в реальном времени.

2. Среднее значение скорости – рассчитывается на основе нескольких циклов измерений и может выводиться через определенные интервалы времени.

3. Диагностические данные – в случае выявления сбоев или отклонений от нормы в процессе измерений, информация о состоянии системы передается на дисплей или в систему мониторинга.

Для обеспечения надежности работы устройства, программное обеспечение включает в себя ряд диагностических процедур, которые позволяют своевременно выявлять неисправности и предотвращать сбои. Эти процедуры включают:

1. Проверка компараторов – перед началом измерений ПО проверяет исправность компараторов, тестируя их на наличие сигнала на выходе при заданных условиях.

2. Контроль времени нагрева – если время нагрева терморезистора превышает заранее установленный порог, ПО выводит предупреждение о возможном сбое в системе нагрева.

3. Проверка целостности АЦП – периодически выполняются тесты АЦП на корректность преобразования сигнала, чтобы исключить сбои в оцифровке данных.

4. Тестирование таймеров – для обеспечения точности измерений, ПО периодически тестирует работу таймеров, проверяя их корректную настройку и точность измерений.

Разработанное программное обеспечение для микроконтроллера STM32 обеспечивает высокоточную работу системы измерения скорости потока воды, основанной на терморезисторах и измерительном мосте. Алгоритм работы ПО включает конфигурацию периферийных модулей, таких как компараторы, АЦП и таймеры, что позволяет реализовать эффективную и надежную систему для измерения скорости потока жидкости.

Литература

1. Н.Н. Строев к. т. н., доц.; А.О. Петрова, студ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАТЕНТОВ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ, ИЗМЕРЯЮЩИЕ СКОРОСТЬ ПОТОКА ЖИДКОСТИ // ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2023 (микроэлектроника и оптотехника, технологии и оборудование в промышленности) Сб. трудов XIII -ой Национальной научно-технической конференции с международным участием. В 2 т. Т 1. - 2023. - С. 118-124.

2. Н.Н. Строев к. т. н., доц.; А.О. Петрова, студ. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕРМИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ВРЕМЕНИ ПЕРЕГРЕВА // ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2023 (микроэлектроника и оптотехника, технологии и оборудование в промышленности) Сб. трудов XIII -ой Национальной научно-технической конференции с международным участием. В 2 т. Т 1. - 2023. - С. 124-127

Н.Н. Строев, к.т.н., доц.; С.А. Петрова студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ЮСТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

В процессе проектирования контрольно-измерительного юстировочного комплекса был определен общий состав технических средств и необходимы набор оборудования для обустройства рабочей площадки.

Потребовалась разработка следующих модулей:

Система (комплекс) для определения угловых координат состоит из следующих основных компонентов:

- Основная плата - центральный элемент системы, отвечающий за обработку данных, управление вращением платформы и взаимодействие с другими платами.
- Плата драйвера двигателя, управляет двигателем, который вращает платформу с оптическим дальномером.
- Плата питания, обеспечивающая стабильное электропитание для всех компонентов системы.
- Платы нулевой точки и объекта содержат датчики близости и освещенности для измерения расстояний и определения углов между объектами.
- Компьютер используется для сбора данных, настройки параметров и анализа измерений.

В основе конструкции системы лежит использование вращающейся платформы с установленным оптическим дальномером, который обеспечивает измерение расстояний до объектов под различными углами. Основная плата координирует работу всех элементов системы, а плата драйвера двигателя отвечает за вращение платформы.

Аппаратная реализация.

Основная плата включает в себя микроконтроллер, который обрабатывает данные с датчиков, управляет вращением платформы и взаимодействует с платами нулевой точки и объекта. Основные компоненты:

- Микроконтроллер выполняет обработку сигналов с датчиков, контролирует вращение двигателя и осуществляет передачу данных на компьютер. Микроконтроллер поддерживает интерфейсы UART, I2C и SPI для обмена информацией с другими платами.
- Интерфейсные модули включают драйверы для связи с датчиками и платой драйвера двигателя, а также преобразователи сигналов для обеспечения совместимости с различными модулями.
- Блок питания обеспечивает стабильное напряжение для работы всех компонентов.

Плата драйвера двигателя управляет вращением платформы на основе команд, поступающих с основной платы. Основные элементы платы:

- Драйвер двигателя позволяет управлять скоростью и направлением вращения платформы.

• Датчик Холла предоставляет обратную связь о текущем положении платформы, позволяя контролировать угол поворота.

• Контроллер управления получает сигналы от основной платы и передает команды драйверу двигателя.

Плата питания отвечает за подачу и распределение напряжения по всем компонентам системы. Основные характеристики платы питания:

• Преобразователи напряжения обеспечивают стабильное питание для работы микроконтроллера, датчиков и двигателя.

• Защита от перегрузки включает элементы защиты от короткого замыкания и перегрева.

Платы объекта и нулевой точки одинаковы по конструкции и включают в себя следующие элементы:

• Датчики близости и освещенности позволяют измерять расстояния до объектов и определять уровень освещенности в окружении.

• Микроконтроллеры или интерфейсные модули обеспечивают обработку сигналов с датчиков и передачу данных на основную плату.

Программное обеспечение микроконтроллера.

Программное обеспечение, работающее на микроконтроллере основной платы, выполняет следующие функции:

• Сбор данных читает данные с датчиков и датчика Холла в реальном времени.

• Управление двигателем генерирует управляющие сигналы для платы драйвера двигателя на основе текущего положения платформы и команд пользователя.

• Обработка данных реализует алгоритмы фильтрации и сглаживания данных, что повышает точность измерений углов и расстояний.

• Обмен данными передает собранные данные на компьютер через интерфейс UART или USB для дальнейшего анализа.

Алгоритмы управления.

Алгоритмы управления обеспечивают плавное и точное вращение платформы:

• ПИД-регулирование. Используется для поддержания заданной скорости и положения платформы. Контроллер корректирует скорость вращения двигателя в зависимости от разности между текущим и заданным углом.

• Фильтрация данных с датчика Холла. Уменьшает шумы и помехи при определении угла поворота платформы, повышая точность управления.

Программное обеспечение на компьютере позволяет:

• Отображать данные в реальном времени, визуализировать измеренные расстояния и углы.

• Анализировать и обрабатывать информацию, выполнять расчеты и анализ результатов измерений, формировать отчеты и графики.

• Настраивать параметры системы, устанавливать режимы работы и параметры измерений (скорость вращения, чувствительность датчиков и пр.).

Для оценки эффективности и оптимизации работы системы оптического дальномера был проведен анализ работы отдельных компонентов и всей системы в целом. Математическое моделирование позволяет получить представление о

поведении системы в различных условиях и позволяет оптимизировать алгоритмы обработки данных и управления.

Моделирование измерения расстояния основано на учете скорости света, времени прохождения светового импульса до объекта и обратно, а также характеристик датчиков и оптического дальномера. Основное уравнение, используемое для расчета расстояния:

$$d = \frac{c \cdot t}{2}$$

где:

d – измеряемое расстояние до объекта;

c – скорость света (3 x 10^8 м/с);

t – время, затраченное световым импульсом на путь к объекту и обратно.

Для повышения точности измерений при моделировании учитываются дополнительные параметры, такие как скорость вращения платформы, задержка при обработке сигналов и влияние окружающего освещения.

Моделирование работы двигателя и вращения платформы.

Вращение платформы описывается уравнениями движения для вращательного тела, где основными параметрами являются:

- Момент инерции III вращающейся платформы;
- Угловая скорость *ω\omegaω*, которая изменяется в зависимости от подаваемого на двигатель напряжения и управляющего сигнала;
- Угол поворота *θ\thetaθ,* определяемый интегрированием угловой скорости.

Уравнение движения платформы можно записать как:

$$I\frac{d\omega}{dt} = M - C_{f\omega}$$

где:

M – момент силы, создаваемый двигателем;

C_f – коэффициент сопротивления, связанный с трением и аэродинамическим сопротивлением.

При моделировании работы двигателя используется ПИД-регулятор для поддержания заданной скорости и положения платформы. Уравнение ПИД-регулятора:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e\,(t)dt + K_d \frac{de\,(t)}{dt}$$

где:

u(t) – управляющий сигнал;

e(t) – ошибка (разница между текущим и заданным углом);

K_p , K_i , K_d – коэффициенты пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих соответственно.

Моделирование работы датчика Холла.

Датчик Холла измеряет изменения магнитного поля при вращении платформы. Модель датчика Холла основана на определении напряжения VHV_HVH, которое пропорционально углу поворота платформы:

$$V_H = K_H B \sin(\theta)$$

где:

K_H – чувствительность датчика;

B – величина магнитного поля;

θ – угол поворота.

Для определения угла между платами нулевой точки и объекта используется тригонометрическая модель на основе данных, полученных с датчиков близости и освещенности. Расчет угла осуществляется по формуле:

$$\theta = \arccos\left(\frac{d_1^2 + d_2^2 - L^2}{2 \cdot d_1 \cdot d_2}\right)$$

При моделировании учитываются возможные ошибки измерения и отклонения, возникающие в реальных условиях, такие как шумы, влияние освещения и погрешности датчиков.

Анализ погрешностей и точности.

Одной из ключевых задач моделирования является оценка погрешностей измерений и факторов, влияющих на точность системы. Основные источники погрешностей:

- Шумы в данных с датчиков приводят к колебаниям результатов измерений и могут быть вызваны электрическими помехами или нестабильностью датчиков.
- Вибрации платформы могут влиять на точность определения угла поворота и измерения расстояний.
- Изменения уровня освещенности влияют на датчики освещенности и могут привести к ошибкам в измерении расстояний.

Для минимизации погрешностей используются методы фильтрации, такие как фильтр Калмана или скользящее среднее, которые позволяют сгладить полученные данные и повысить точность измерений.

Математическое моделирование показало, что система оптического дальномера способна обеспечивать высокую точность измерений при условии правильной настройки и калибровки. Анализ показал, что применение ПИД-регулятора позволяет стабилизировать вращение платформы и обеспечить плавное изменение углов поворота. Дополнительно, корректная обработка данных с датчиков и применение фильтрации позволяет снизить влияние шумов и повысить надежность измерений.

Программное обеспечение для системы оптического дальномера разделено на два основных уровня:

- Уровень микроконтроллера выполняет управление аппаратными компонентами системы, осуществляет сбор данных с датчиков и реализует алгоритмы управления двигателем.
- Уровень компьютера отвечает за визуализацию, анализ данных и взаимодействие с пользователем.

Такой подход обеспечивает модульность системы, позволяет легко изменять и расширять функциональность.

Программное обеспечение микроконтроллера реализовано с использованием языка C/C++ и состоит из следующих основных модулей:

- Модуль управления двигателем обрабатывает сигналы от датчика Холла, регулирует вращение платформы с использованием ПИД-регулятора.
- Модуль обработки данных с датчиков считывает данные с датчиков близости, освещенности, датчика Холла, выполняет фильтрацию и обработку сигналов.
- Модуль передачи данных передает обработанные данные на компьютер через интерфейс UART или USB для дальнейшего анализа.

Алгоритмы обработки данных с датчиков включают в себя:

- Фильтрацию шума, используется скользящее среднее и фильтр Калмана для сглаживания данных, что позволяет повысить точность измерений.
- Обработка сигналов датчика Холла, выполняется определение угла поворота платформы и контроль скорости вращения.

Управление двигателем осуществляется с использованием ПИД-регулятора.

Разработка программного обеспечения компьютера.

Программное обеспечение компьютера, написанное на языке Python с использованием библиотек PyQt и Matplotlib, выполняет следующие задачи:

- Визуализация данных. Отображение угла поворота, расстояния до объекта и освещенности в реальном времени.
- Анализ данных. Сбор и обработка данных для последующего анализа, построение графиков и отчетов.
- Управление системой. Позволяет пользователю настраивать параметры измерений, запускать и останавливать вращение платформы.

Интерфейс пользователя.

Графический интерфейс пользователя (GUI) предоставляет интуитивно понятные элементы управления и отображения данных. Основные компоненты GUI:

- Ползунок для управления углом поворота. Позволяет задавать желаемый угол.
- Окно графика. Отображает данные в реальном времени.
- Таблица параметров. Отображает текущие параметры системы, такие как скорость вращения, измеренное расстояние и уровень освещенности.

Результаты разработки программного обеспечения

Управление платформой:

Программное обеспечение успешно обеспечивает управление вращением платформы и обработку данных с высокой точностью. Алгоритм ПИД-регулирования продемонстрировал устойчивую работу и стабильное управление двигателем, позволяя достигать заданного угла поворота с точностью до 0,1°.

Сбор и обработка данных:

Система корректно собирает данные с датчиков, передает их на компьютер, где они визуализируются и анализируются в реальном времени. Применение фильтра

Калмана и скользящего среднего позволило снизить уровень шума в данных и повысить точность измерений.

Программное обеспечение компьютера успешно отображает данные в режиме реального времени, позволяя пользователю контролировать измерения и корректировать параметры системы.

На основе полученных данных были предложены следующие оптимизации:

- Улучшение алгоритмов фильтрации. Позволяет еще больше снизить влияние шумов и повысить точность измерений.
- Оптимизация ПИД-регулятора. Дополнительная настройка коэффициентов позволила сократить время отклика системы.
- Расширение функционала интерфейса. Внедрение дополнительных элементов управления и отображения данных, таких как возможность сохранения измерений и экспорта данных в различные форматы (CSV, Excel).

Программное обеспечение системы оптического дальномера было успешно разработано и протестировано. Микроконтроллер эффективно выполняет задачи по сбору данных и управлению платформой, а программное обеспечение компьютера обеспечивает визуализацию и анализ данных. Примененные алгоритмы обработки данных и управления позволяют достичь высокой точности и надежности работы системы.

Литература

1. Микроконтроллеры и системы управления: Трофимов А. А., Ковалев А. В. Программирование микроконтроллеров: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2019. – 178 с.

2. Программирование на языке С/С++ для микроконтроллеров: Блэйк А. М. Введение в программирование микроконтроллеров на языке С. – М.: Бином, 2016. – 240 с.

3. Алгоритмы обработки данных: Станкевич П. В. Цифровая обработка сигналов и алгоритмы. – Новосибирск: НГТУ, 2020. – 320 с.

Н.Н. Строев, к.т.н., доц.; С.А. Петрова студ.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЮСТИРОВОЧНЫХ РАБОТ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В современном мире измерение углов и расстояний является важной задачей во многих областях, таких как робототехника, геодезия, строительство и инженерия. Точные и надежные измерения позволяют решать широкий спектр задач, от навигации беспилотных транспортных средств до контроля за перемещением строительных механизмов. Одним из эффективных методов измерения расстояний и углов является использование оптических дальномеров и геометрических расчетов.

Целью проводимой работы является разработка и тестирование прототипа оптической системы с применением лазерного дальномера с и вращающейся платформы. Проект направлен на создание системы (комплекса), которая позволит измерять расстояния и углы между различными объектами с использованием обеспечивающих требуемые характеристики датчиков углового

перемещения, освещенности и дальности. Математическая поддержка основывается на геометрических расчетах, сервисное программное обеспечение разрабатывается с учетом необходимости удобства применения комплекса при практическом использовании в контрольно-измерительных работах настройки антенн радиотехнических комплексов.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи:

- Разработать аппаратную часть системы, включающую в себя несколько модулей (основная плата, плата драйвера двигателя, плата питания, плата нулевой точки и плата объекта), пространственно разнесенных на рабочей площадке.
- Разработать и реализовать систему управления двигателем для обеспечения прецизионного вращения платформы.
- Создать алгоритмы и процедуры для обработки данных с датчиков и определения углов направлений меток объектов, обеспечить обработку и представление результатов измерений.
- Описать план проведения экспериментов для оценки точности и функциональности прототипа.

На начальной стадии проекта был проведен отбор решений в области определения и контроля углов и расстояний – величин, необходимых для выполнений функций разрабатываемого комплекса.

Отбор осуществлялся по принципу действия, точности, стоимости и применимости в определенных условиях. К средствам измерения углов и расстояний относятся:

- Лазерные дальномеры - это устройства, использующие лазерный луч для определения расстояния до объекта. Принцип работы заключается в измерении времени, которое луч тратит на то, чтобы достичь объекта и вернуться обратно. Такие дальномеры могут достигать высокой точности (до миллиметров). Однако они требуют прямой видимости объекта, что ограничивает их применение в условиях препятствий или плохой освещенности.
- Ультразвуковые датчики используют ультразвуковые волны для измерения расстояния до объекта. Принцип работы заключается в измерении времени прохождения ультразвуковой волны от датчика до объекта и обратно. Ультразвуковые датчики широко применяются в робототехнике и системах безопасности, но они менее точны, чем лазерные дальномеры, и подвержены влиянию условий окружающей среды (например, температуры и влажности).
- Оптические энкодеры и инклинометры - устройства, измеряющие углы поворота или наклона с помощью оптических датчиков. Часто используются для контроля положения вращающихся объектов, например, в робототехнике и системах автоматизации. Они могут быть очень точными, но сложны в установке и калибровке.
- Трехмерные сканеры - устройства создающие трехмерные модели окружающего пространства с помощью лазерных, оптических или ультразвуковых методов. Они обеспечивают высокую точность, однако их сложность настройки ограничивают применение.

Существуют комплексные решения для измерения углов и расстояний. Наиболее известные из них:

- Лидары (LIDAR) - оптические устройства, которые сканируют окружающее пространство лазерным лучом и строят детальную карту местности. Лидары широко используются в автономных транспортных средствах, дронах и робототехнике для навигации и обнаружения препятствий. Их основное преимущество — высокая точность и возможность сканирования на больших расстояниях, но они сложные в реализации.
- Комбинированные системы с использованием IMU (Inertial Measurement Unit) интегрируют данные с акселерометров, гироскопов и магнитометров для измерения угловых положений, и перемещений. Такие системы обеспечивают высокую частоту обновления данных, но подвержены накоплению ошибок и требуют регулярной калибровки.
- Робототехнические платформы с энкодерами используют для измерения угла поворота платформ или колес. Они позволяют получать данные о положении с высокой точностью, но требуют сложной интеграции и могут быть ограничены в применении на больших расстояниях.

В таблице 1 представлены преимущества и недостатки существующих решений, отобранных для сравнения [1].

Таблица 1 - Преимущества и недостатки методов

Метод	Преимущества	Недостатки
Лазерные дальномеры	Высокая точность, большая дальность	Высокая стоимость, требуется прямая видимость
Ультразвуковые датчики	Низкая стоимость, простота использования	Низкая точность, чувствительность к среде
Оптические энкодеры	Высокая точность углового измерения	Сложность калибровки, высокая стоимость
Лидары	Детальное сканирование, дальность	Высокая стоимость, сложность интеграции
IMU	Высокая частота данных, компактность	Накопление ошибок, необходимость калибровки

Отметим, что комплексные решения, как правило, имеют избыточную функциональность для нашего случая и в тоже время не достаточную точность, поскольку основываются на косвенных методах измерений и сложных расчетах.

Подход для представленного проекта основан на использовании оптического дальномера с вращающейся платформой и применением датчиков освещенности и близости для измерения углов между объектами. Особенности решения включают:

- Комбинация датчиков освещенности и расстояния позволяет не только определять расстояние до объектов, но и измерять угол между ними, что делает систему универсальной и гибкой.

• Использование вращающейся платформы позволяет охватывать больший диапазон углов и получать данные с нескольких направлений, что повышает точность и надежность измерений с необходимой метрологической поддержкой.

• Датчики Холла, входящие в состав платформы, обеспечивают обратную связь о положении двигателя, позволяя точно контролировать угол поворота платформы с необходимой точностью.

Рисунок 1 – Структурная схема комплекса

Принцип работы датчика Холла основан на эффекте Холла, который заключается в появлении разности потенциалов (напряжения) на противоположных сторонах проводника с током при помещении его в магнитное поле. Это напряжение пропорционально углу поворота и может быть использовано для определения текущего положения платформы.

Данные с датчика Холла передаются на основную плату, где они обрабатываются микроконтроллером. Это позволяет не только отслеживать угол поворота платформы, но и корректировать его в реальном времени для обеспечения точного позиционирования оптического дальномера.

На платах нулевой точки и объекта установлены датчики близости и освещенности, которые обеспечивают измерение расстояния до объектов и определение их положения относительно вращающейся платформы. Датчики расстояния позволяют обнаруживать объекты в непосредственной близости от платформы, а датчики освещенности используются для определения фоновой яркости окружающей среды и улучшения точности измерений в условиях изменяющегося освещения.

Датчики работают на основе оптического принципа, при котором инфракрасный световой сигнал отражается от объекта и регистрируется

приемником. С помощью этих данных можно определить расстояние до объекта и использовать его для вычисления угла между платами нулевой точки и объекта [2].

Для вычисления угла между платами нулевой точки и объекта используется следующая формула:

$$\theta = \arccos\left(\frac{d_1^2 + d_2^2 - L^2}{2 \cdot d_1 \cdot d_2}\right)$$

где:

θ – угол между платами;

d1 и d2 – расстояние от оптического дальномера до плат нулевой точки и объекта;

L – известное расстояние между платами.

Данная формула основана на теореме косинусов и позволяет точно вычислить угол поворота между платами на основе данных, полученных с датчиков.

Вращение платформы осуществляется с помощью двигателя постоянного тока, который управляется драйвером двигателя на соответствующей плате. Основная плата передает сигналы управления на плату драйвера двигателя, которые определяют направление и скорость вращения платформы.

Система управления включает в себя следующие основные функции:

• Регулирование скорости вращения. Скорость вращения платформы может быть изменена в зависимости от условий измерения и требований к точности. При более медленном вращении повышается точность измерения углов и расстояний.

• Обратная связь с датчиком Холла. Система получает данные о текущем угле поворота платформы и использует их для корректировки вращения двигателя, обеспечивая точное позиционирование платформы.

• Режимы работы. Платформа может работать в различных режимах, например, сканирования пространства или фиксированного положения для измерения угла между платами нулевой точки и объекта.

Все данные, полученные с датчиков, передаются на основную плату, где они обрабатываются микроконтроллером [3]. Алгоритмы обработки данных включают:

• Фильтрацию шумов и помех, возникающих при измерении расстояний и углов;

• Аппроксимацию и сглаживание данных для повышения точности измерений;

• Расчет углов и расстояний на основе полученных данных с использованием описанных выше формул.

Предлагаемый подход позволяет получить более точные и надежные измерения углов и расстояний благодаря использованию комбинированной системы датчиков и вращающейся платформы. Основные преимущества включают:

• Высокую точность измерений благодаря использованию оптического дальномера и датчика Холла для определения угла поворота платформы;

• Возможность измерения углов между объектами на основе данных с плат нулевой точки и объекта;

• Гибкость и универсальность системы, позволяющую использовать ее в различных условиях и для различных задач.

Литература

1. Автоматизация и управление: Бойченко Ю. Л. Основы автоматизации и управления техническими системами. – М.: Издательство "Техносфера", 2018. – 312 с.
2. Оптические методы измерений: Васильев Н. Н. Основы оптических измерений. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2017. – 254 с.
3. Микроконтроллеры и системы управления: Трофимов А. А., Ковалев А. В. Программирование микроконтроллеров: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2019. – 178 с.

Н.Н. Строев, к. т. н., доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В современном городе для пешехода существует множество опасных факторов, связанных с использованием транспортных средств, которые могут приводить к непредвиденным ситуациям и происшествиям. Помимо пешеходов той же городской инфраструктурой пользуются средства индивидуальной мобильности (СИМ), а также специальные транспортные средства (ТС). Если эти ТС технически исправны, используются по правилам, обычно потенциальная опасность пешеходам минимальна. К сожалению, в последнее время статистика показывает значительное увеличение происшествий, связанных с СИМ в пешеходных зонах. Причем эти происшествия с серьезными последствиями для здоровья людей. Поэтому актуальность работ в плане обеспечения безопасности пешеходов в том числе с применением технических средств, не вызывает сомнений.

Как отмечалось в [1,2], в условиях недостаточного использования технических систем безопасности в СИМ и пренебрежением правилами их применения в условиях городской среды, мобильные средства передвижения становятся одной из главных опасностей в пешеходных зонах. Так же крайне опасно для пешеходов пересечение улиц с организованным движением ТС даже при соответствующем их оборудовании.

Обычно пешеход целиком полагается на органы чувств и собственное восприятие окружающей обстановки. Правила обеспечения безопасности пешехода в общем просты и понятны: передвигаться, где положено, переходить дорогу в местах пешеходных переходов, пытаться заранее обнаружить наличие опасности и адекватно на нее реагировать. Далеко не всегда этого достаточно. Следует учитывать, что зрение охватывает пространство перед пешеходом, но при плохой видимости эта функция ограничена. Обычная невнимательность так же должна учитываться как фактор увеличения опасности. Слух улавливает и

дифференцирует звуки на фоне городского шума. При этом слабые звуки СИМ или велосипеда человеком могут не определяться. Задняя зона вообще плохо контролируется человеком, ведь даже «зеркал заднего вида» в отличие от ТС у пешехода нет.

Что же с технической точки зрения может быть добавлено для обеспечения безопасности пешехода? Поскольку в число главных источников опасности можно отнести приближение быстро движущихся объектов в плохо контролируемой зоне (сзади или с боков), целесообразно предложить технические решения для определения этих объектов в данной зоне и предупреждения об опасности. Для решения задачи прежде всего нужны технические средства обнаружения объекта - источника опасности и возможность определения скорости его приближения.

Рисунок 1. Пояснение к возникновению опасной зоны при движении пешехода и СИМ

Рассмотрим условия постановки задачи (рис. 1). Человек – пешеход, либо стоит на месте, либо движется со скоростью до 10 км/ч. Приближающийся опасный объект, СИМ, должен быть обнаружен на безопасном удалении, которое определяется как расстояние, которое допускает реакцию человека при обнаружении опасности и времени соответствующей реакции. Очевидно, эта зона зависит от скорости движения объекта и траектории его перемещения относительно положения пешехода.

Подобная задача может быть поставлена с опасными объектами сзади, справа и слева, например, при переходе улицы. По ранее указанным причинам мы ограничились построением контрольной зоны позади пешехода.

Если техническая система определила наличие объекта и потенциальную опасность в контролируемой ею зоне, следующая задача системы – информировать пешехода и помочь избежать развития опасной ситуации. Самый простой вариант – обеспечить информирование и сигнализацию возможной опасности для человека, который отреагирует на полученный сигнал и, например, отойдет в сторону. Наиболее очевидное решение реализации средств информирования – применение звуковых сигналов. Для более четкой

идентификации вида опасности можно использовать «окрашивание» звука в зависимости от направления и особенности возникшей ситуации.

Информировать при возникновении опасной ситуации нужно не только пешехода, но и водителя приближающегося ТС, особенно в темное время суток и при недостаточной видимости. Для этого лучше всего применять световой проблесковый маячок достаточно высокой яркости.

Возможные варианты информирования могут варьироваться в зависимости от особенностей конкретного человека с учетом возраста и состояния здоровья..

Для выполнения первой группы задач (определения приближения ТС в контролируемой зоне) необходимы средства локации, обеспечивающие обнаружение объекта за счет отражения от него звуковой, световой или радиоволн. Возможен вариант обнаружения за счет собственных излучений (при наличии их источников на ТС), фиксация и обработка динамики изменения изображения с видеокамеры. Система должна определять движущиеся объекты и не реагировать на неподвижные.

Для определения степени опасности необходима реализация функции определения скорости движения (приближения) в направлении пешехода. Математическая обработка и статистическая обработка, реализованная на уровне программного обеспечения, позволит уменьшить уровень возможных ошибок. Ошибки могут появляться из-за нечетких срабатываний критерия обнаружения движущихся объектов, отклонений диаграммы направленности локатора при движении и колебаний пешехода, на теле которого он установлен. Фактор колебаний направления диаграммы направленности локатора может оказаться полезным, поскольку он создает эффект сканирования сектора контрольной зоны и его расширения при исходной узкой ДН локатора, дает дополнительные возможности алгоритмической поддержки достоверного обнаружения объектов, определения их скорости.

Вопрос - какие локаторы использовать – требует отдельного изучения и анализа с учетом технических параметров, доступности, цены и функциональности. Важно, чтобы дальность обнаружения удовлетворяла критериям необходимого времени оповещения пешехода, работа локатора не вызывала проблем у окружающих и была безопасна.

Кратко опишем алгоритм работы предложенной системы с применением локатора. Устройство обнаружения опасности закрепляется на теле человека сзади – например, к одежде, брючному ремню, рюкзаку и т.п. Диаграмма направленности антенны локатора или зона видимого поля камеры должны охватывать сзади пространство (назовем ее зоной потенциальной опасности, контролируемой зоной), достаточно протяженной для обеспечения времени реагирования человека (рис. 2). При появлении и достоверном приближении объекта в этой зоне система определяет его скорость и производится оповещение об опасности. Существует риск, что после инстинктивного поворота тела, обнаруженный объект выйдет из зоны и оповещение прервется. Но цель уже будет достигнута, информирование будет осуществлено. Дополнительно технические средства могут быть использованы для контроля боковых зон, что,

конечно, приведет к увеличению сложности системы и ее стоимости.

Рисунок 2. Формирование контролируемой зоны при использовании локатора

Видеокамеры становятся все доступнее и дешевле, часто применяются в подобных системах. Однако, в данном случае набор полезных функций камеры не может быть эффективно использован, что не дает преимуществ перед локаторными системами.

В условиях повышения интенсивности использования СИМ и транспортных средств в пешеходных зонах применение технических систем обеспечения безопасности пешеходов становится действительно актуальной и вполне решаемой задачей.

Литература

1.. Строев, Н.Н. Обеспечение безопасной эксплуатации средств индивидуальной мобильности в условиях городской среды с использованием функций технических систем / Н.Н. Строев // ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2023 (микроэлектроника и оптотехника, технологии и оборудование в промышленности). Сб. трудов XIII Межд. науч.-техн. конф. В 3 т. Т 2. – 2023. – С. 139-143.

2. Смирнова Ж.В., Самарский И.Р. АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ КАК НОВОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА. - URL. https://www.вестникнауки.рф/article/5240 (Дата обращения: 25.09.2023)

А.С. Федулова, ст.пр., Я.А. Федулов, к.т.н; А.С. Войцицкий, инж.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, ФГУП «СПО «Аналитприбор»)

ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

В современном мире для отображения информации используются различные виды устройств и микросхемы, в зависимости от выводимой информации, стоимости, размеров проектируемого устройства, источников питания. Для отображения данных на электронных устройствах удобно использовать индикацию, которая позволяет удешевить и упростить разработку, также для подключения могут использоваться различные микроконтроллеры. Существуют различные виды индикации: статическая и динамическая, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Статическая индикация является простой и удобной для вывода неменяющейся часто информации, при этом яркость максимальна, но при этом для каждого сегмента требуется свой регистр и при большем, чем 2 разряда, существующие сборки имеют соединённые сегменты, пайка не обоснована, поэтому использование статической индикации не возможно.

Вторым видом индикации является динамическая индикация. Вид отображения информации, при котором последовательно отображаются сегменты одного индикатора в момент времени. Можно выделить основные преимущества использования динамической индикации [1]:

- экономия выходных контактов на микроконтроллере, так как подключение будет проходить только через один индикатор;
- для компенсации «мерцания» индикатора, в микроконтроллер устанавливается программное обеспечение, при котором устройство работает с частотой включения-выключения сегментов, не видимых человеческому глазу.

На рисунке 1 представлена часть схемы электрической принципиальной подключения семисегментных индикаторов выходного тока газоанализатора. При частоте 25 Герц наблюдается значение на индикаторе, но бледное, при 100 Гц – появляется яркое и четкое изображение. Связано это с тем, что человеческий глаз воспринимает 25 кадров в секунду, но из-за быстрого восприятия человеческого мозга, может видеть мелкое мерцание, так как смена кадров происходит реже. При частоте смены кадров более 67 Герц человек не способен увидеть различие между статичным изображением и динамическим [1].

Для управления семисегментными индикаторами схемы используется аналог STM32F103RET6 микроконтроллер HK32F103RET6, с менее расширенным интерфейсом, интуитивно понятным для пользователя. Главной особенностью этого контроллера является высокая частота – 72 МГгц. Следуя технической документации, к контроллеру подключаются пины (ножки) индикатора, от PB0 до PB10, в соответствие с описанием сегментов.

Рисунок 1 – Подключение динамической индикации к микроконтроллеру

При динамическом способе индикации существует недостаток – более высокая скорость выхода из строя индикатора, частично или полностью [2]. Из-за высокой частоты моргания сегменты индикатора быстрее изнашиваются. Это может возникнуть, если не учесть максимальное обратное напряжение светодиода, а именно его сегментов индикатора. На рисунке 2 представлен семисегментный индикатор с общим катодом, при котором необходимо использовать буфер для ограничения напряжения при высоком уровне сигнала на микроконтроллере, а также другие элементы, усложняющие схему.

Рисунок 2 – Семисегментный индикатор с общим катодом

На рисунке 3 представлен семисегментный индикатор с общим анодом, позволяющий использовать P-N-P-транзистор, упрощающий разработку, отображенный на рисунке 1.

Рисунок 3 – Семисегментный индикатор с общим анодом

На рисунке 1 представлен семисегментный индикатор с общим анодом SA04-11SRWA, используются сегменты для цифры и дополнительный символ – точка, для обозначения десятичных чисел младшего разряда. В таблице 1 представлены выводы сегментов индикатора с общим анодом.

Таблица 1 – Семисегментный индикатор SA04-11 с общим анодом

Номер сегмента	a	b	c	d	e	f	g	DP	OA
SA04-11	1	13	10	8	7	2	11	9	3

На все ножки индикаторов последовательно по очереди подаются уровни сначала одной цифры, предназначенной для первого индикатора, потом также на уровни цифры, предназначенной для второго индикатора. Для управления включением-выключением определенного индикатора отвечают транзисторы, подключенные коллектором к общему аноду каждого индикатора. Транзистор в данной схеме работает в ключевом режиме. При подаче высокого уровня сигнала с микроконтроллера транзистор становится открытым и происходит питание сегментов, при низком – происходит отключение перехода база-эмиттер и транзистор оказывается в закрытом состоянии, чтобы отображался нужный сегмент индикатора, необходимо подать высокий уровень сигнала на определенную ножку анода, следуя технической документации индикатора, при этом тракзистор должен быть открыт. Это позволяет использовать один выход микроконтроллера для управления большим колличеством индикаторов.

При использовании динамической индикации имеется ряд преимуществ разработки, такие как использование меньшего количества пинов в устройстве, что снижает сложность разработки, использование аккумуляторного питания из-за малого токопотребления и точности измерений, благодаря высокой частоте смены значений.

Литература

1. Бородин Б.А. Справочник «Мощные полупроводникове приборы. Диоды» / Б.А. Бородин, В.М, Ломакин, В.В. Мокряков, В.М. Петухов, А.К, Хрулев. М.: Москва «Радио и связь», 1985. – 8-19 с.
2. Хоровиц П. Искусство схемотехники: пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. - 2-е изд. - М.: Бином, 2014. - 704 с.– 20-26 с.

И.В. Якименко, д. т. н, проф.; Р.В. Поляков, асп.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БВС САМОЛЁТНОГО ТИПА НА РАВНОМЕРНОМ ФОНЕ

Для создания работоспособных алгоритмов обнаружения беспилотных воздушных судов (БВС) в ИК-диапазоне необходимо получить излучательные характеристики исследуемых объектов, учитывающих параметры, а именно площадь изображения самой цели. В связи с этим, необходимо наряду с традиционными характеристиками, такими как коэффициент контраста Вебора, Майкельсона и среднеквадратический контраст получить коэффициент контраста для растровых изображений, учитывающий площадь излучения цели.

Исходя из этого, для оценки характеристик излучения БВС самолётного типа, была использована пассивная оптико-электронная система (ПОЭС) разведки с тепловизионным модулем *mIR*-1280*C*12*S* [1], оснащенным

вариофокальным объективом *LIR*15*F*1.4-100*F*1.4*A*-128012-*UZE* [2], обладающим следующими характеристиками:

- неохлаждаемый микроболометр, *VOx*: шаг пикселя – 12 *мкм*, разрешение – 1280×1024 пикс,
- диапазон изменения фокусного расстояния объектива (f') – 15÷100 *мм*,
- диапазон изменения поля зрения (по горизонтали) – 54,2° ÷ 8,8°,
- диапазон изменения поля зрения (по вертикали) – 44,5° ÷ 7,0°.

В ходе лётных испытаний БВС самолётного типа при помощи названной ПОЭС были получены видеозаписи изображения цели на высоте 500 метров, прямолинейно удаляющейся от объекта наблюдения от 400 до 3500 метров. В ходе полёта цели, были подготовлены пачки кадров с интервалом 100 метров (рисунок 1-2).

Рисунок 1 – Примерный вид кадра видеозаписи при удалении цели на 1000 м

Рисунок 2 – Пачка кадров от 400 до 3500 метров

Для определения излучательных характеристик БВС, учитывающих площади изображения цели на плоскости сегмента кадра, использовалась программа обработки изображений «ImageJ.JS». Программа способна последовательно обрабатывать кадры с изображением БВС на различных дистанциях для получения параметров, необходимых для расчёта предложенного коэффициента относительного контраста и установления зависимости его от дистанции до цели:

$$К_{ок} = \left(\frac{\left(В_{макс.(БВС)} - В_{ср.(фон)}\right) + \left(В_{ср.(БВС)} - В_{ср.(фон)}\right)}{510} \right) * \sqrt{N_{БВС}}$$

где, $В_{макс.(БВС)}$ – максимальная яркость изображения БВС, в оттенках серого;

$В_{ср.(фон)}$ - средняя яркость изображения фона, в оттенках серого;

$В_{ср.(БВС)}$– средняя яркость изображения БВС, в оттенках серого;

$N_{БВС}$ - размер изображения БВС, в пикселях.

Для получения коэффициента, из кадра размером 1280×1024 был вырезан сегмент 128×102 пикселей, содержащий изображение БВС (рисунок 3). Такой размер сегмента выбран, поскольку в результате исследований пространственных характеристик неоднородности атмосферного фона, был установлен минимальный размер неоднородности фона в интервале 53′×42′, что соответствует одной сотой размера растра (8,8°×7°) [3].

Рисунок 3 – Сегмент кадра размером 128×102 пикселей, содержащий изображение БВС

Далее, сегмент обрабатывался следующим образом:

1) Определялась средняя яркость фона сегмента, при отсутствии изображения цели в оттенках серого (рисунок 4);
2) Определялась максимальная яркость пикселя в изображении цели в оттенках серого (рисунок 4).

Рисунок 4 – Определение средней яркости фона сегмента и максимальной яркости изображения цели

3) Определялся размер изображения цели в пикселях (рисунок 5);
4) Определялась средняя яркость изображения БВС в оттенках серого (рисунок 5).

Рисунок 5 – Определение размера изображения цели и средняя яркость изображения БВС

В результате, выше названной обработки изображения был получен комплекс необходимых параметров для расчёта коэффициента относительного контраста и установления зависимости его от дистанции до цели. Полученные параметры, необходимые для расчёта коэффициента и установки его зависимости от дистанции до цели, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры, необходимые для расчёта коэффициента и установки его зависимости от дистанции до цели

Дальность, м	*400*	*500*	*600*	*700*	*800*	*900*	*1000*	*1100*	*1200*
Средняя яркость изображения фона	78.7	58.6	90.9	66.7	35.6	83.2	82.1	42.9	63.1
Площадь изображения БВС	940	682	499	331	160	125	100	86	59
Средняя яркость изображения БВС	211.5	217.1	208.6	207.5	210	209	215.3	174.5	195.7
Максимальная яркость изображения БВС	255	255	255	255	255	252	253	255	247
Дальность, м	*1300*	*1400*	*1500*	*1600*	*1700*	*1800*	*1900*	*2000*	*2100*
Средняя яркость изображения фона	81.3	89.4	83.7	96.7	98.1	89.9	87.3	98.4	98
Площадь изображения БВС	57	56	47	46	41	38	37	37	31
Средняя яркость изображения БВС	168.6	189.1	151.2	172.9	186.2	184.9	186.6	171.1	162.8
Максимальная яркость изображения БВС	241	255	255	255	255	255	255	255	254
Дальность, м	*2200*	*2300*	*2400*	*2500*	*2600*	*2700*	*2800*	*2900*	*3000*
Средняя яркость изображения фона	97.8	97.3	97.9	100.9	104.6	117.2	118.5	112.8	101.8
Площадь изображения БВС	26	25	21	20	20	12	10	12	10
Средняя яркость изображения БВС	149.1	144.4	150	141.3	154.4	161.1	169.9	163.9	148.3
Максимальная яркость изображения БВС	237	248	253	232	242	242	245	240	208

Дальность, м	*3100*	*3200*	*3300*	*3400*	*3500*
Средняя яркость изображения фона	93	128.2	105.2	98.8	73.8
Площадь изображения БВС	9	11	9	7	6
Средняя яркость изображения БВС	141.7	147.2	148.8	128.8	111.1
Максимальная яркость изображения БВС	207	217	224	188	138

Результирующая характеристика зависимости относительного контраста от дистанции до цели, представлена на рисунке 6.

Рисунок 6 – Характеристика зависимости относительного контраста от дистанции до цели

Из рисунка видно, что с увеличением дистанции до 3500 м контраст уменьшается до уровня 0,49, что свидетельствует о возможности визуального обнаружения, поскольку пороговый контраст чувствительности глаза человека соответствует уровню 0,02.

Литература

1. http://invitech-ir.ru/catalog/teplovizionnye-moduli-lwir/mir-1280s12s/
2. https://www.ophiropt.com/ru/f/motorized-15-100mm-f-1.4-lwir-hd-zoom-lens
3. Якименко И.В. и др. Метод обнаружения артефактов на сложном фоне оптико-электронной системой, М:,Фотоника, Выпуск/4

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 4
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

1. *Абушинов А.Э., Мухарлямов Р.Г. СТАБИЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛОВ УРАВНЕНИЙ СФЕРИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА* 3
2. *Амелина М.А., Михайлова В.А. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТОВАРОВ НА СКЛАДЕ* 7
3. *Булыгина О.В., Воротилова М.Ю. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА КАНДИДАТОВ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ МАССОВЫХ ВАКАНСИЙ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ КОСЯКА РЫБ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ* 10
4. *Булыгина О.В., Воротилова М.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПРИОРИТЕЗАЦИИ КРИТЕРИЕВ ОТБОРА В МАССОВОМ РЕКРУТИНГЕ* 14
5. *Булыгина О.В., Дружинина В.А. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТ-КОНТРОЛЛИНГА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ* 17
6. *Булыгина О.В., Дружинина В.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА «СЕРЫХ ВОЛКОВ» И НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ* 20
7. *Булыгина О.В., Хлусович К.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЛИНГА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-ЗАТРАТАМИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ* 23
8. *Булыгина О.В., Хлусович К.В. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ* 26
9. *Вайнилович Ю.В., Ерохова Д.И. ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ИСИКАВЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМ ПРИ ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ* 29
10. *Вайнилович Ю.В., Овсянников И.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ: КРАУДСОРСИНГОВОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ТАЙНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ* 32
11. *Вайнилович Ю.В., Пристромская В.В. ИННОВАЦИИ В ПЛАНИРОВАНИИ ЕЖЕДНЕВНЫХ ЗАДАЧ* 35
12. *Вайнилович Ю.В., Сугак С.С. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ IT-КОМАНД* 37
13. *Вайнилович Ю.В., Храменкова Я.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЮТОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ* 40

14. *Волкова Д.Ю., Вителюева А.А. РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ В КОМПАНИЯХ* 43
15. *Волкова Д.Ю., Носов Е.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КАДРОВОГО УЧЕТА* 46
16. *Волкова Д.Ю., Печкурова К.С. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙНА ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ* 50
17. *Волченкова М.А., Вайнилович Ю.В. АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ONLINE-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ФИТНЕСА И ЗДОРОВЬЯ* 53
18. *Гончарова И.А., Козырев Д.А. ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТПРОНИКИ EASYEDA* 56
19. *Зедаина А.В., Вителюева А.А. МЕТОД ДВУХФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ КЛИЕНТА НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ* 60
20. *Иванов В.Е., Широких Т.В. ВЛИЯНИЕ ФЛУКТУАЦИЙ ЛЕГИРОВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ p-n-ПЕРЕХОДА* 64
21. *Иванова М.Г., Козырев Д.А. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ* 67
22. *Козлов С.В., Киреенко М.В. СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЯ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RASPBERRY PI* 72
23. *Коротких А.А., Герасева В.Н. ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИ ХАФФА НА РАЗМЕЩЕНИЕ КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ* 75
24. *Коротких А.А., Моликов П.А. ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ* 79
25. *Куликова М.Г., Сидорук Т.И. АНАЛИЗ УГРОЗ И РИСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ* 83
26. *Лебедева М.Ю., Ломакин К.А. ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЯХ* 86
27. *Лебедева М.Ю., Моторико В.Д. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ КОРПОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ* 90
28. *Марданов Р.Р., Манохин Е.А., Волегов М.В. ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ* 93
29. *Марченкова Е.Р. ВЕРИФИКАЦИЯ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ* 96

30. *Мухарлямов Р.Г., Коффи Абдулай УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СТАБИЛИЗАЦИИ ЗВЯЗЕЙ* *100*
31. *Никифоров В.А., Ломакин К.А. ПРОБЛЕМА ЦИФРОВИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ* *105*
32. *Полячков А.В., Иванов С.А. СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА К ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УЗЛАМ ЧЕРЕЗ РЕГИСТРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРОЦЕССОРА* *108*
33. *Пучков А.Ю. ОПТИМИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ РУДНОГО СЫРЬЯ* *112*
34. *Рысина Е.И., Рысин Д.О. АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ* *116*
35. *Строев Н.Н., Кравченков Н.Д., Маслов К.С. РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СРЕДЕ MATLAB И SIMULINK* *120*
36. *Федулов Я.А., Дудин А.Е., Маракулина Ю.Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ LINUX ДИСТРИБУТИВОВ* *123*
37. *Федулова С.А., Федулов Я.А., Федоренко Т.Т. ОБЗОР МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ПЕРСОНАЛОМ* *126*
38. *Фомченкова Л.В., Булышева А.В. ВЫБОР ТИПА КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ* *129*
39. *Фомченкова Л.В., Хлусович К.В. АЛГОРИТМ ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ* *133*
40. *Широких Т.В. ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОТОВОГО ПОЛИКАРБОНАТА* *137*

СЕКЦИЯ 5
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И ОПТОТЕХНИКА

1. *Амелина М.А., Картавый Е.С. СТЕНД ПРОВЕРКИ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СИГНАЛОВ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА* *141*
2. *Амелина М.А., Петрова Ю.С. МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ КОНТРОЛЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА* *143*
3. *Амелина М.А., Петрова Ю.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА* *146*
4. *Амелина М.А., Петрова Ю.С. СВЕТОДИОДНАЯ ПОДСВЕТКА ДЛЯ САМОКАТОВ И СКЕЙТБОРДОВ* *148*

5. *Амелина М.А., Терешков М.В. КОНЦЕПЦИЯ УСТРОЙСТВА ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ИЗЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА НАКАЧКИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ* 151
6. *Амелина М.А., Фирсов М.Н. КОНЦЕПЦИЯ ГИРОСТАБИЛИЗРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ* 154
7. *Астахов С.П., Ефременков А.В. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ТЕКУЩЕГО МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУППЫ ЛЮДЕЙ ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВКИ* 157
8. *Астахов С.П., Ефременков А.В. КОНЦЕПЦИЯ УСТРОЙСТВА, РЕАЛИЗУЮЩЕГО МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВКИ* 160
9. *Астахов С.П., Ларионов С.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЗАМЕТНОСТИ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА* 162
10. *Астахов С.П., Минченков И.А. АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ПОДВОДНОГО ВИДЕНИЯ* 165
11. *Астахов С.П., Никитин И.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА* 168
12. *Астахов С.П., Никитин И.В. ИСПЫТАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА* 171
13. *Астахов С.П., Соболевский В.Г, КОНЦЕПЦИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ДОСТАТОЧНОЙ ВИДИМОСТИ* 174
14. *Дроздецкий С.В., Петров А.В. НЕДОРОГАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТОВ С НИЗКИМ ИМПЕДАНСОМ* 178
15. *Дроздецкий С.В., Петров А.В. АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА* 181
16. *Ильин М.П., Смолин В.А. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА* 186
17. *Ковалева М.С., Горошко А.Ю., Ковалева Д.А. РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА АУДИОСПЕКТРА* 190
18. *Ковалева М.С., Ковалева Д.А., Горошко А.Ю. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ ЧЕЛОВЕКА* 193
19. *Ковалева М.С., Макарова Е.А. РАЗРАБОТКА СТЕНДА «ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОНИКУ»* 196

20. *Рассказа Д.С., Ефименков Р.И. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЦИФРОВЫХ ПЕСОЧНЫХ ЧАСОВ* 199
21. *Рассказа Д.С., Масловский П.С. ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ* 202
22. *Рассказа Д.С., Петров Д.Д. МОДЕРНИЗАЦИЯ КОММУТАТОРА ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 30 МГЦ ДО 300 МГЦ* 206
23. *Рассказа Д.С., Прудников А.В. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ИСКАЖАЮЩЕЕ ГОЛОС* 209
24. *Рассказа Д.С., Хроменков З.А. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИНКРЕМЕНТНОГО ЭНКОДЕРА К МИКРОКОНТРОЛЛЕРУ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ЦИФРОВОГО ПОТЕНЦИОМЕТРА* 212
25. *Сапроненкова Е.А., Астахова Т.С. КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В ИНТЕРЕСАХ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ* 216
26. *Смолин В.А., Аверкиев В.В. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОНИТОРНОГО РАСШИРИТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПЕРЕРЫВЕ* 219
27. *Смолин В.А., Баранова М.С. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИЦ «ИСКУССТВЕННЫЙ СТАРОСТА»* 222
28. *Смолин В.А., Борсук Р.А. РАДИОПЕЛЕНГАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО С ИНДИКАЦИЕЙ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛА* 225
29. *Смолин В.А., Котова С.С. РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОВ МАТРИЦЫ ЦИФРОВОЙ ФОТОКАМЕРЫ* 228
30. *Смолин В.А., Муровицкая А.А. РОБОТ «ИНДИКАТОР» ИЗ МУЛЬТФИЛЬМА «ТАЙНА ТРЕТЬЕЙ ПЛАНЕТЫ»* 231
31. *Смолин В.А., Субботин Н.В. ЧАСЫ НА ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМПАХ* 236
32. *Строев Н.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КВЧ* 239
33. *Строев Н.Н., Ильющенков Н.А. КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ХОЛЛА С ИНТЕРФЕЙСОМ* SPI 243
34. *Строев Н.Н., Петрова А.О. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА* STM32 *И ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ* 246
35. *Строев Н.Н., Петрова С.А. АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ЮСТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА* 250
36. *Строев Н.Н., Петрова С.А. ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЮСТИРОВОЧНЫХ РАБОТ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ* 255

37. *Строев Н.Н., ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ* *260*
38. *Федулова А.С., Федулов Я.А., Войцицкий А.С. ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ* *264*
39. *Якименко И.В., Поляков Р.В. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БВС САМОЛЁТНОГО ТИПА НА РАВНОМЕРНОМ ФОНЕ* *266*

Научное издание

ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2024
(математическое моделирование и информационные технологии в производстве и строительстве, микроэлектроника и оптотехника)
Сб. трудов XIV Межд. науч.-техн. конф.
Сборник трудов в 3-х томах
Том 2

Подписано в печать 13.11.2024 г.
Формат 60x84 1/16 . Тираж 100 экз. Печ. л. 19,75 Усл. печ. л. 17,4.

Издательство «Универсум»
Отпечатано в издательском секторе филиала МЭИ в г. Смоленске
214013 г. Смоленск, Энергетический проезд, 1

ISBN 978-5-91412-539-1

9 785914 125391